

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 921 359**

51 Int. Cl.:

H04L 5/00 (2006.01)

H04W 72/04 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.08.2013 E 20195923 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.04.2022 EP 3767870**

54 Título: **Asignación de recurso de canal de control de enlace ascendente para un canal de control de enlace descendente mejorado de un sistema de comunicación móvil**

30 Prioridad:

02.08.2012 US 201261679037 P

17.01.2013 US 201361753731 P

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

24.08.2022

73 Titular/es:

**BLACKBERRY LIMITED (100.0%)
2200 University Avenue East
Waterloo, Ontario N2K 0A7, CA**

72 Inventor/es:

**GAO, SHIWEI;
BLANKENSHIP, YUFEI WU y
HARRISON, ROBERT MARK**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 921 359 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

Asignación de recurso de canal de control de enlace ascendente para un canal de control de enlace descendente mejorado de un sistema de comunicación móvil

Campo de la divulgación

Esta divulgación se relaciona en general con sistemas de comunicación móvil y, más particularmente, a asignación de recurso de canal de control de enlace ascendente para un canal de control de enlace descendente mejorado de un sistema de comunicación móvil.

Antecedentes de la invención

En sistemas de comunicación móvil que cumplen con el estándar de evolución a largo plazo (LTE [por sus siglas en inglés]) del Proyecto de Asociación de Tercera Generación (3GPP), el estado de detección de un canal compartido de enlace descendente físico (PDSCH [por sus siglas en inglés]) recibido en un equipo de usuario (UE [por sus siglas en inglés]) se reporta de regreso a un Nodo B (eNB) de la red sobre un canal de control de enlace ascendente físico (PUCCH [por sus siglas en inglés]). Debido a que múltiples dispositivos de UE pueden transmitir un PUCCH, la red asigna una porción de los recursos totales disponibles para comunicaciones PUCCH, referida en este documento como un recurso PUCCH, para uso por el dispositivo UE para reportar su estado de detección PDSCH al eNB. En tales sistemas anteriores, el dispositivo UE determina el recurso(s) asignado al dispositivo UE para reportar el estado de detección PDSCH de la información recibida en un canal de control de enlace descendente físico (PDCCH), o asociado de otra manera con este, usado para proveer información de programación para el PDSCH.

Los sistemas de comunicaciones móviles LTE del futuro van a ser desarrollados para soportar un PDCCH mejorado (ePDCCH [por sus siglas en inglés]) para proveer información de canal de control a dispositivos UE. En tales sistemas, un dispositivo UE puede monitorear y recibir información de programación a través de un ePDCCH en vez del PDCCH, o además de este.

El documento de la técnica anterior por PANTECH: "Asignación de recurso PUCCH en respuesta a E-PDCCH", 3GPP DRAFT R1-122456, 12 de mayo de 2012, divulga la asignación de recurso PUCCH en respuesta a E-PDCCH y alternativas para aclarar la regla de mapeo de recurso PUCCH para evitar una posible colisión de recurso PUCCH entre el UE heredado y el UE Rel-11 configurado E-PDCCH.

Breve descripción de los dibujos

La FIG. 1 es un diagrama de bloque de un sistema de comunicación móvil de ejemplo capaz de soportar la asignación de recurso de canal de control de enlace ascendente para un canal de control de enlace descendente mejorado según se divulga en este documento.

La FIG. 2 ilustra una subtrama de LTE de enlace descendente de ejemplo soportada por el sistema de ejemplo de la FIG. 1.

La FIG. 3 ilustra un ejemplo de la rejilla de recurso de enlace descendente LTE soportada por el sistema de ejemplo de la FIG. 1.

La FIG. 4 ilustra regiones ePDCCH de ejemplo soportadas por el sistema de ejemplo de la FIG. 1.

La FIG. 5 es un diagrama de flujo representativo de un primer proceso UE de ejemplo para realizar la asignación de recurso de canal de control de enlace ascendente para un canal de control de enlace descendente mejorado en el sistema de ejemplo de la FIG. 1.

La FIG. 6 es un diagrama de flujo representativo de un primer ejemplo de proceso eNB para realizar la asignación de recurso de canal de control de enlace ascendente para un canal de control de enlace descendente mejorado en el sistema de ejemplo de la FIG. 1.

Las FIGS. 7-8 ilustran operaciones de ejemplo de los procesos de ejemplo de las FIGS. 5-6.

La FIG. 9 es un diagrama de flujo representativo de un segundo ejemplo de proceso UE para realizar la asignación de recurso de canal de control de enlace ascendente para un canal de control de enlace descendente mejorado en el sistema de ejemplo de la FIG. 1.

La FIG. 10 es un diagrama de flujo representativo de un segundo ejemplo de proceso eNB para realizar la asignación de recurso de canal de control de enlace ascendente para un canal de control de enlace descendente mejorado en el sistema de ejemplo de la FIG. 1.

Las FIGS. 11-13 ilustran operaciones de ejemplo de los procesos de ejemplo de las FIGS. 9-10.

La FIG. 14 es un diagrama de flujo representativo de un tercer proceso UE de ejemplo para realizar la asignación de recurso de canal de control de enlace ascendente para un canal de control de enlace descendente mejorado en el sistema de ejemplo de la FIG. 1.

La FIG. 15 es un diagrama de flujo representativo de un tercer ejemplo de proceso eNB para realizar la asignación de recurso de canal de control de enlace ascendente para un canal de control de enlace descendente mejorado en el sistema de ejemplo de la FIG. 1.

La FIG. 16 ilustra una operación de ejemplo de los procesos de ejemplo de las FIGS. 14-15.

La FIG. 17 es un diagrama de flujo representativo de un cuarto ejemplo de proceso UE para realizar la asignación de recurso de canal de control de enlace ascendente para un canal de control de enlace descendente mejorado en el sistema de ejemplo de la FIG. 1.

La FIG. 18 es un diagrama de flujo representativo de un cuarto ejemplo de proceso eNB para realizar la asignación de recurso de canal de control de enlace ascendente para un canal de control de enlace descendente mejorado en el sistema de ejemplo de la FIG. 1.

La FIG. 19 ilustra una operación de ejemplo de los procesos de ejemplo de las FIGS. 17-18.

Las FIGS. 20-22 ilustran resultados de desempeño de ejemplo para los procesos de ejemplo de las FIGS. 17-18.

La FIG. 23 es un diagrama de flujo representativo de un quinto ejemplo de proceso UE para realizar la asignación de recurso de canal de control de enlace ascendente para un canal de control de enlace descendente mejorado en el sistema de ejemplo de la FIG. 1.

La FIG. 24 es un diagrama de flujo representativo de un cuarto ejemplo de proceso eNB para realizar la asignación de recurso de canal de control de enlace ascendente para un canal de control de enlace descendente mejorado en el sistema de ejemplo de la FIG. 1.

La FIG. 25 es un diagrama de bloque de un sistema de procesamiento de ejemplo que puede ejecutar instrucciones legibles por máquina de ejemplo para implementar alguno o todos los procesos de las FIGS. 5, 6, 9, 10, 14, 15, 17, 18, 23 y/o 24 para implementar asignación de recurso de canal de control de enlace ascendente para un canal de control de enlace descendente en el sistema de ejemplo de la FIG. 1.

Cuando sea posible, los mismos números de referencia se usarán en todos los dibujos y acompañarán la descripción escrita para referirse a los mismos o a partes, elementos, etc., similares.

Descripción detallada de la invención

La invención se define por las reivindicaciones que se anexan 1-10. Se divulgan en este documento métodos, sistemas y artículos de manufactura (por ejemplo, medios de almacenamiento físico) para permitir la asignación de recurso de canal de control de enlace ascendente para un canal de control de enlace descendente. Por ejemplo, algunos de tales métodos divulgados se realizan en/por un dispositivo UE, tal como un dispositivo móvil, para determinar un recurso de canal de control de enlace ascendente asignado usando una posición de una transmisión. Algunos de tales métodos de ejemplo (por ejemplo, que pueden corresponder a las soluciones de ejemplo #1 y #2 divulgadas a continuación) incluyen recibir la transmisión y determinar su posición. Tales métodos de ejemplo pueden incluir normalizar la posición por un tamaño de la transmisión para formar un índice de recurso normalizado. Tales métodos de ejemplo pueden incluir además procesar el índice de recurso normalizado (por ejemplo, usando una función de mapeo) para determinar el recurso de canal de control de enlace ascendente asignado, y transmitir usando el recurso de canal de control de enlace ascendente asignado.

Por ejemplo, el recurso de canal de control de enlace ascendente asignado puede corresponder a un recurso PUCCH asignado para reconocimiento positivo/negativo (por ejemplo, ACK/NACK [por sus siglas en inglés]) reportado por el dispositivo UE en un sistema de comunicación móvil LTE. En tales ejemplos, la transmisión recibida por el dispositivo UE puede corresponder a un mensaje de concesión ePDCCH, y la posición de la transmisión puede corresponder a un índice del elemento canal de control mejorado (eCCE [por sus siglas en inglés]) del mensaje de concesión ePDCCH.

Adicionalmente, algunos de tales métodos de ejemplo pueden incluir además recibir una indicación (por ejemplo, tal como una tabla) de un conjunto de posibles recursos de canal de control de enlace ascendente. Tales métodos de ejemplo incluyen también determinar un identificador de señal de referencia de desmodulación (DMRS [por sus siglas en inglés]) que corresponde a una DMRS con que el dispositivo UE puede descodificar la transmisión. Tal un identificador DMRS puede incluir, por ejemplo, un identificador de capa de múltiples entradas y múltiples salidas multiusuario (MU-MIMO [por sus siglas en inglés]), un índice de puerto de antena, un índice de codificación DMRS, etc., y/o cualquier combinación de estos. También, en tales métodos de ejemplo, el procesamiento del índice de recurso normalizado puede incluir mapear

el índice de recurso normalizado y el identificador DMRS a al menos un recurso de canal de control de enlace ascendente en el conjunto de posibles recursos de canal de control de enlace ascendente.

- 5 Adicional o alternativamente, algunos de los métodos de ejemplo pueden incluir además recibir una indicación de una desviación del canal de control de enlace ascendente (por ejemplo, tal como una desviación de recurso PUCCH). En tales ejemplos, el procesamiento del índice de recurso normalizado puede incluir procesar el índice de recurso normalizado y la desviación del canal de control de enlace ascendente (por ejemplo, usando la función de mapeo) para determinar el recurso de canal de control de enlace ascendente.
- 10 Otros métodos de ejemplo divulgados (por ejemplo, que pueden corresponder a la solución de ejemplo #3 divulgada a continuación) realizados en/por un dispositivo UE para determinar un recurso de canal de control de enlace ascendente asignado incluye recibir información relacionada con la especificación de una pluralidad de regiones de recurso de canal de control de enlace ascendente. Tales métodos ejemplo pueden recibir incluso una indicación especificando una región de recurso de canal de control de enlace ascendente asignada de entre la pluralidad de regiones de recurso de canal de control de enlace ascendente. Tales métodos de ejemplo incluyen además seleccionar un primer recurso de canal de control de enlace ascendente dentro de la región de recurso de canal de control de enlace ascendente asignada como el recurso de canal de control de enlace ascendente asignado. Por ejemplo, una posición (por ejemplo, un eCCE de inicio) de una transmisión recibida (por ejemplo, una concesión ePDCCH recibida) se puede mapear para indexar un recurso de canal de control de enlace ascendente particular dentro de la región de recurso de canal de control de enlace ascendente asignada. Según otro ejemplo, la función de comprobación aleatoria se puede usar para procesar información de entrada, tal como un identificador UE, un índice de subtrama sobre el que se recibe una transmisión, etc., o cualquier combinación de estos, para indexar un recurso de canal de control de enlace ascendente particular dentro de la región del recurso de canal de control de enlace ascendente asignada.
- 15 20 25 Aún en otros métodos de ejemplo divulgados (por ejemplo, que pueden corresponder a la solución de ejemplo #3 divulgada a continuación) realizados en/por un dispositivo UE para determinar un recurso de canal de control de enlace ascendente asignado puede incluir recibir, en el UE, un canal de control de enlace ascendente llevando un indicador de recurso PUCCH. Tales métodos de ejemplo pueden incluir también mapear el indicador de recurso PUCCH a un primer desplazamiento, el primer desplazamiento varía de acuerdo con un índice de subtrama. Tales métodos de ejemplo pueden incluir además mapear una posición del canal de control de enlace descendente recibida a un segundo desplazamiento. Adicionalmente, tales métodos de ejemplo pueden incluir mapear una combinación lineal del primer y el segundo desplazamiento a un índice que identifica el primer recurso PUCCH asignado, y transmitir un PUCCH en el primer recurso PUCCH asignado.
- 30 35 En algunos de tales ejemplos, una mayoría de magnitudes del segundo desplazamiento son menores que una magnitud máxima del primer desplazamiento.
- 40 En algunos ejemplos, el canal de control de enlace descendente es un canal de control de enlace descendente físico mejorado (ePDCCH).
- 45 Algunos de tales métodos de ejemplo incluyen además normalizar la posición del canal de control de enlace descendente para formar un índice de recurso normalizado, mapear el índice de recurso normalizado para formar un segundo desplazamiento y determinar un tercer desplazamiento de un índice de un puerto de antena usado por el canal de control de enlace descendente recibido. Tales métodos de ejemplo pueden incluir también mapear una combinación lineal del primer, segundo y tercer desplazamientos al índice identificando el primer recurso PUCCH asignado.
- 50 Adicional o alternativamente, en algunos de tales ejemplos, el UE recibe una pluralidad de canal compartido de enlace descendente físico (PDSCCHs), los unos respectivos de los PDSCCHs son recibidos en las subtramas diferentes respectivas. En tales ejemplos, el mapeo de la combinación lineal puede incluir agregar un primer desplazamiento de subtrama correspondiente a una primera subtrama en que un primer de los PDSCCHs fue recibido. Por ejemplo, el primer desplazamiento de subtrama puede aumentar monotónicamente con un índice que corresponde a una subtrama en que un PDSCCH fue recibido.
- 55 Algunos de tales métodos de ejemplo pueden incluir determinar un segundo recurso PUCCH asignado, el segundo recurso PUCCH asignado tiene un valor igual al primer recurso PUCCH asignado más una constante. Tales métodos de ejemplo pueden incluir transmitir también un PUCCH en uno del primer o del segundo recurso PUCCH asignado usando un primer puerto de antena.
- 60 Algunos de tales métodos de ejemplo pueden incluir determinar un segundo recurso PUCCH asignado, el segundo recurso PUCCH asignado tiene un valor igual al primer recurso PUCCH asignado más una constante. Tales métodos de ejemplo pueden incluir también transmitir un PUCCH en el primer recurso PUCCH asignado usando un primer puerto de antena y en el segundo recurso PUCCH asignado usando el segundo puerto de antena, el PUCCH se transmite simultáneamente en los primeros y segundos puertos de antena.
- 65 Incluso en otros métodos de ejemplo divulgados (por ejemplo, que pueden corresponder a la solución de ejemplo #4 divulgada a continuación) realizados en/por un dispositivo UE para determinar un recurso de canal de control de enlace

- ascendente asignado usando una posición de una transmisión incluye recibir la transmisión y determinar su posición. Por ejemplo, la transmisión puede corresponder a un mensaje concedido ePDCCH y la posición puede corresponder a un índice eCCE de inicio del mensaje concedido ePDCCH. Tales métodos de ejemplo incluyen también determinar un índice escalado y un primer índice de grupo de la posición. Tales métodos de ejemplo incluyen además permutar el primer índice de grupo para determinar un segundo índice de grupo. Tales métodos de ejemplo incluyen también procesar el índice escalado y el segundo índice de grupo (por ejemplo, usando una función de mapeo) para determinar el recurso de canal de control de enlace ascendente asignado, y transmitir usando el recurso de canal de control de enlace ascendente asignado.
- Métodos de ejemplo divulgados adicionales (por ejemplo, que pueden corresponder a la solución de ejemplo #5 divulgada a continuación) realizados en/por un dispositivo UE para determinar un recurso de canal de control de enlace ascendente asignado para un canal de control de enlace descendente mejorado puede incluir determinar una posición, tal como un índice eCCE de inicio, del canal de control de enlace descendente mejorado en un primer conjunto de canal de control de enlace descendente mejorado. Tales métodos de ejemplo pueden incluir también determinar un número de elementos de canal, tal como un número de eCCEs, con base en un segundo conjunto de canal de control de enlace descendente mejorado, y determinar un desplazamiento de subtrama con base en el número determinado de elementos de canal. Por ejemplo, el segundo conjunto de canal de control de enlace descendente mejorado puede ser el mismo o diferente del conjunto de canal de control de enlace descendente mejorado y, de este modo, puede no corresponder al primer conjunto de canal de control de enlace descendente mejorado en que el canal de control de enlace descendente mejorado es recibido. Tales métodos de ejemplo pueden incluir además determinar el recurso de canal de control de enlace ascendente asignado con base en la posición determinada del canal de control de enlace descendente mejorado y el desplazamiento de subtrama, y transmitir usando el recurso de canal de control de enlace ascendente asignado.
- Adicionalmente, algunos de tales métodos de ejemplo pueden incluir además determinar el recurso de canal de control de enlace ascendente asignado con base en la posición determinada del canal de control de enlace descendente mejorado, el desplazamiento de subtrama y un desplazamiento dinámico. Por ejemplo, el desplazamiento dinámico se puede obtener por el dispositivo UE del canal de control de enlace descendente mejorado.
- En algunos ejemplos, tales métodos pueden determinar el desplazamiento de subtrama con base en un seleccionado de los conjuntos de canal de control de enlace descendente mejorado múltiples, donde los conjuntos de canal de control de enlace descendente múltiples están indexados, y el conjunto seleccionado es el conjunto que tiene el índice más pequeño. En algunos de tales métodos de ejemplo, el número de elementos del canal se determina del conjunto seleccionado.
- En otros ejemplos, tales métodos pueden determinar el desplazamiento de subtrama con base en un número máximo de elementos del canal que el dispositivo UE puede esperar en cualquier subtrama de acuerdo con una configuración del segundo conjunto de canal de control de enlace descendente mejorado.
- Incluso en métodos adicionales de ejemplo divulgados (por ejemplo, que pueden corresponder a la solución de ejemplo #5 divulgada a continuación) realizados en/por un dispositivo UE (por ejemplo, que puede ser operado en modo de esquema dúplex por división en el tiempo (TDD [por sus siglas en inglés])) para determinar un recurso de canal de control de enlace ascendente para un canal de control de enlace descendente puede incluir, en respuesta a recibir, en el dispositivo UE, una indicación de un desplazamiento de recurso dinámico en uno mejorado (ePDCCH) transmitido en un primer conjunto de ePDCCH, determinar una posición del ePDCCH y determinar un desplazamiento de subtrama. Por ejemplo, el desplazamiento de subtrama puede incluir un primer término que corresponde a una primera subtrama, en donde el primer término es con base en un número de eCCEs y depende de una condición asociada con recibir un canal de control de enlace descendente durante la primera subtrama. Tales métodos de ejemplo pueden incluir también procesar, en el dispositivo UE, la indicación del desplazamiento de recurso dinámico, la posición y el desplazamiento de subtrama para determinar el recurso PUCCH asignado, y transmitir un PUCCH en el recurso PUCCH asignado.
- En algunos ejemplos, el desplazamiento de subtrama incluye una suma de términos que incluye el primer término. En algunos ejemplos, el número de eCCEs corresponde a un número de eCCEs incluidos en el primer conjunto de ePDCCH. En algunos ejemplos, el número de eCCEs corresponde a un número de eCCEs incluidos en un segundo conjunto ePDCCH configurado para la LTE, el segundo conjunto de ePDCCH es diferente del primer conjunto de ePDCCH. Por ejemplo, el número de eCCEs incluidos en el segundo conjunto de ePDCCH puede corresponder al número más grande de eCCEs de entre una pluralidad de conjuntos de ePDCCH configurados para el UE. En algunos ejemplos, el desplazamiento de recurso dinámico es un valor entero en un rango de dos negativo a dos positivo.
- Algunos de tales métodos de ejemplo pueden incluir también calcular el primer término con base en el número de eCCEs y dependiendo de la condición, en donde el cálculo incluye establecer el primer término igual al número de eCCEs cuando el UE monitorea el ePDCCH en la primera subtrama, y establece el primer término igual a cero cuando el UE no monitorea el ePDCCH en la primera subtrama.
- Algunos de tales métodos de ejemplo pueden incluir también, en respuesta a no recibir el ePDCCH en la primera subtrama, cuando la LTE recibe una transmisión PDCCH, determinando el recurso de canal de control de enlace ascendente de acuerdo con un procedimiento basado en recibir la transmisión PDCCH, en donde el procedimiento no está basado en recibir el ePDCCH.

Los métodos de ejemplo correspondientes (por ejemplo, que pueden corresponder a las soluciones de ejemplo #1 a #5 divulgadas a continuación) realizados en/por un nodo de acceso (por ejemplo, un eNB) para permitir a un UE determinar un recurso de canal de control de enlace ascendente asignado para un canal de control de enlace descendente mejorado se divulgan también en este documento. Por ejemplo, tales métodos (por ejemplo, que pueden corresponder a la solución de ejemplo #3 divulgada a continuación) pueden incluir transmitir, al UE, una indicación en un canal de control especificando (o relacionada con la especificación de una región de recurso PUCCH asignada, que puede incluir una pluralidad de recursos PUCCH, de entre una pluralidad de regiones de recurso PUCCH. Por ejemplo, la indicación se puede portar en un ePDCCH. Tales métodos de ejemplo pueden incluir también recibir un PUCCH del UE en un recurso PUCCH asignado seleccionado de entre la pluralidad de recursos PUCCH incluidos en la región de recurso PUCCH asignada. Adicionalmente, algunos de tales métodos de ejemplo pueden incluir enviar, al UE, información relacionada con la especificación de la pluralidad de regiones recurso PUCCH, por ejemplo, tal información puede estar señalada al UE a través de señalización de control de recurso de radio. Adicional o alternativamente, tal información puede incluir un parámetro común basado en características de la pluralidad de regiones de recurso PUCCH. Adicional o alternativamente, en algunos de tales métodos de ejemplo, dos o más de la pluralidad de regiones de recurso PUCCH se pueden superponer.

Otros métodos de ejemplo divulgados (por ejemplo, que pueden corresponder también a la solución de ejemplo #3 divulgada a continuación) realizados en/por un nodo de acceso (por ejemplo, un eNB) para asignar un recurso PUCCH puede incluir transmitir, a un UE, un canal de control de enlace descendente (por ejemplo, un ePDCCH) llevando un indicador de recurso PUCCH. Tales métodos de ejemplo pueden incluir también mapear el indicador de recurso PUCCH a un primer desplazamiento, el primer desplazamiento varía de acuerdo con un índice de subtrama. Tales métodos de ejemplo pueden incluir además mapear una posición del canal de control de enlace descendente transmitido a un segundo desplazamiento. Adicionalmente, tales métodos de ejemplo pueden incluir mapear una combinación lineal del primer y el segundo desplazamiento a un índice identificando el primer recurso PUCCH asignado. Algunos de tales métodos de ejemplo además incluyen recibir un PUCCH del UE en el recurso PUCCH asignado.

Algunos de tales métodos de ejemplo pueden incluir también normalizar la posición del canal de control de enlace descendente transmitido para formar un índice de recurso normalizado y mapear el índice de recurso normalizado para formar el segundo desplazamiento. Tales métodos de ejemplo pueden incluir también determinar un tercer desplazamiento de un índice de un puerto de antena que se va a usar en el UE para recibir el canal de control de enlace descendente. Tales métodos de ejemplo pueden incluir además mapear una combinación lineal del primer, segundo y tercer desplazamientos al índice identificando el recurso PUCCH asignado.

En algunos métodos de ejemplo, una pluralidad de PDSCHs se va a transmitir al UE, los respectivos unos de los PDSCHs que se van a transmitir en subtramas diferentes respectivas. En tales ejemplos, el mapeo de la combinación lineal puede incluir agregar un primer desplazamiento de subtrama correspondiente a una primera subtrama en que un primero de los PDSCHs se va a transmitir. Por ejemplo, el desplazamiento de subtrama puede aumentar monótonicamente con un índice que corresponde a una subtrama en que un PDSCH se va a transmitir.

Algunos de tales métodos de ejemplo incluyen determinar un segundo recurso PUCCH asignado, el segundo recurso PUCCH asignado deja un valor igual al primer recurso PUCCH asignado más una constante. Tales métodos de ejemplo pueden incluir también recibir un PUCCH del UE en al menos uno del primero o del segundo recurso PUCCH asignados.

Aún en otros métodos de ejemplo divulgados (por ejemplo, que pueden corresponder a la solución de ejemplo #5 divulgada a continuación) realizados en/por un nodo de acceso (por ejemplo, un eNB) para asignar un recurso PUCCH puede incluir determinar una indicación de un desplazamiento de recurso dinámico, determinar una posición de un ePDCCH, y determinar un desplazamiento de subtrama para un UE. Por ejemplo, el desplazamiento de subtrama puede incluir un primer término que corresponde a una primera subtrama, en donde el primer término es con base en un número de eCCEs y depende de una condición determinada en el nodo de acceso y asociado con el UE que recibe un canal de control de enlace descendente durante la primera subtrama. Tales métodos de ejemplo pueden incluir también transmitir la indicación en el ePDCCH, el ePDCCH que está situado en la posición.

Algunos de tales métodos de ejemplo incluyen además determinar el recurso PUCCH que se va a asignar al UE con base en la indicación, la posición y el desplazamiento de subtrama. Tales métodos de ejemplo pueden incluir también recibir un PUCCH del UE en el recurso PUCCH.

En algunos ejemplos, el número de eCCEs corresponde a un número de eCCEs incluidos en el primer conjunto de ePDCCH. En algunos de tales ejemplos, el número de eCCEs corresponde a un número de eCCEs incluido en un segundo conjunto ePDCCH establecido para el UE, el segundo conjunto de ePDCCH es diferente del primer conjunto ePDCCH. Por ejemplo, el número de eCCEs incluidos en el segundo conjunto de ePDCCH puede corresponder al número más grande de eCCEs de entre una pluralidad de conjuntos de ePDCCH configurados para el UE.

Algunos de tales métodos de ejemplo incluyen además calcular el primer término con base en el número de eCCEs y dependiendo de la condición, en donde el cálculo incluye establecer el primer término igual al número de eCCEs cuando

el UE va a monitorear el ePDCCH en la primera subtrama, y establece el primer término igual a cero cuando el UE no va a monitorear el ePDCCH en la primera subtrama.

Estos y otros métodos, aparatos, sistemas y artículos de manufactura de ejemplo (por ejemplo, medios de almacenamiento físico) para permitir la asignación de recurso de canal de control de enlace ascendente para un canal de control de enlace descendente se divulgan con mayor detalle a continuación. Por ejemplo, según se describe a continuación, uno o más de los métodos/soluciones de ejemplo divulgados en este documento pueden corresponder y/o ser implementados por operaciones realizadas por una máquina en respuesta a ejecutar instrucciones legibles por máquina, que son almacenadas en un medio de almacenamiento legible por máquina (por ejemplo, tal como un dispositivo de almacenamiento tangible, disco, etc.). En algunos ejemplos, uno o más métodos/soluciones de ejemplo divulgados en este documento corresponden y/o se implementan por operaciones realizadas por un aparato configurado adecuado, tal como un asignador de recurso de canal de control de enlace ascendente de ejemplo implementado por hardware y/o un procesador con memoria.

Como se señaló anteriormente, un dispositivo UE en un sistema de comunicación móvil LTE reporta el estado de detección de los datos recibidos a través de un PDSCH usando un recurso PUCCH asignado al dispositivo UE. En sistemas LTE anteriores, el dispositivo UE puede determinar su asignación de recurso PUCCH de la información recibida en un PDCCH usado, o asociado de otra manera con este, para proveer información programada para el PDSCH. Sin embargo, los sistemas de comunicación móvil LTE están siendo desarrollados para dar soporte a un ePDCCH, que es diferente del PDCCH, para proveer de información de canal de control, incluyendo información de programación PDCCH a dispositivos UE. Los métodos, aparatos, sistemas y artículos de manufactura (por ejemplo, medios de almacenamiento físico) de ejemplo divulgados en este documento permiten a la asignación de recurso PUCCH ser realizada usando información recibida en un ePDCCH, o asociado de otra manera con este, para proveer información para un PDSCH que se va a recibir por el dispositivo UE.

Regresando a las figuras, un diagrama de bloque de un sistema de comunicación móvil de ejemplo 100 que soporta la asignación de recurso de canal de control de enlace ascendente para un canal de control de enlace descendente mejorado como se divulga en este documento, se ilustra en la FIG. 1. En el ejemplo ilustrado, el sistema de comunicación móvil 100 corresponde a un sistema de comunicación móvil LTE e incluye un dispositivo UE de ejemplo 105 en comunicación con un ejemplo eNB 110 o, más en general, un nodo de acceso de ejemplo 110. El dispositivo UE 105 es capaz de recibir datos del eNB 110 sobre los canales de enlace descendente (DL [por sus siglas en inglés]) 115. Los canales DL 115 pueden incluir, por ejemplo, uno o más PDCCHs, uno o más ePDCCHs, uno o más PDSCHs, etc., que se describen con mayor detalle a continuación. El dispositivo UE 105 también es capaz de transmitir datos al eNB 110 sobre los canales de enlace ascendente (UL [por sus siglas en inglés]) 120, que pueden incluir, por ejemplo, uno o más PUCCHs como se describen con mayor detalle a continuación.

En el ejemplo ilustrado de la FIG. 1, el dispositivo UE 105 y el eNB 110 incluye la funcionalidad respectiva para soportar la operación en un sistema de comunicación móvil que cumple con la LTE, tal como el sistema 100. Adicionalmente, el dispositivo UE 105 incluye un asignador de recurso de canal de control de enlace ascendente UE (UCC [por sus siglas en inglés]) 125 de ejemplo para implementar la funcionalidad de UE para realizar la asignación de recurso de canal de control de enlace ascendente, tal como la asignación de recurso PUCCH, para un canal de control de enlace descendente mejorado, tal como un ePDCCH, según se divulga en este documento. De modo parecido, el eNB 110 incluye un asignador de recurso eNB UCC 130 de ejemplo para implementar la funcionalidad de eNB para realizar la asignación de recurso de canal de control de enlace ascendente, tal como la asignación de recurso PUCCH, para un canal de control de enlace descendente mejorado, tal como un ePDCCH, según se divulga en este documento. Las implementaciones y operaciones de ejemplo del asignador de recurso UE UCC 125 y el asignador de recurso eNB UCC 130 se describen con mayor detalle a continuación.

El dispositivo UE 105 de ejemplo de la FIG. 1 se puede implementar por cualquier tipo de dispositivo de usuario, estación móvil, equipo de punto final, etc., tal como un teléfono inteligente, un dispositivo de teléfono móvil que es portátil, un dispositivo de teléfono móvil que implementa un teléfono estacionario, un asistente digital personal (PDA [por sus siglas en inglés]), etc. o, por ejemplo, cualquier otro tipo de dispositivo UE. Además, a pesar de que uno de UE 105 y uno de eNB 110 se ilustran en la FIG. 1, el sistema de ejemplo 100 puede soportar cualquier número y/o tipo(s) de dispositivos UE 105 y/o eNBs 110. En consecuencia, la asignación de recurso de canal de control de enlace ascendente, según se divulga en este documento, se puede realizar con dispositivos UE múltiples 105 y/o eNBs 110 en un sistema de comunicación móvil, tal como el sistema 100. Por otra parte, el sistema de ejemplo 100 puede soportar otros estándares de comunicación y/o funcionalidad además de comunicaciones móviles LTE.

En un sistema LTE, tal como el sistema de ejemplo 100, se pueden usar PDCCHs para llevar información de control DL (DCI [por sus siglas en inglés]) de un eNB, tal como el eNB 110, a uno o más UEs, tal como el dispositivo UE 105. El DCI puede incluir, por ejemplo, información de programación de datos DL o UL, o concesión, para uno o más UEs. Tal información de programación puede incluir una asignación de recurso, una velocidad de modulación y de codificación (o tamaño de bloque de transporte), la identidad del UE o UEs destinados, y/u otra información.

Un PDCCH puede estar destinado para un solo UE, múltiples UEs o todos los UEs en una célula, dependiendo de la naturaleza y contenido de los datos programados. Por ejemplo, un PDCCH emitido se puede usar para llevar información

programada para un PDSCH que está destinado a ser recibido por todos los UEs en una célula, tal como un PDSCH llevando información del sistema acerca del eNB. Un PDCCH de multidistribución puede estar destinado a ser recibido por un grupo de UEs en una célula. Un PDCCH de una distribución se puede usar para llevar información de programación para un PDSCH que está destinada que sea recibida únicamente por un solo UE. En células donde se usan relés o componentes similares, la información de control de enlace descendente se puede portar por un relé PDCCH (R-PDCCH) o un tipo de canal similar. Cualquiera de tales tipos de canal será referidos en este documento como el PDCCH. Al decodificar los PDCCHs en una subtrama, un UE conoce la ubicación de una transmisión de datos DL programados para sí mismo en la subtrama DL actual, y/o la ubicación de una asignación de recurso UL para sí misma en una subtrama UL futura.

La FIG. 2 ilustra un ejemplo de subtrama DL LTE 210 que puede ser soportada por el sistema de ejemplo 100 de la FIG. 1. La información de control es transmitida en una región de canal de control 220 y puede incluir un canal indicador de formato de control físico (PCFICH [por sus siglas en inglés]), un canal indicador de solicitud de repetición automática híbrida (HARQ [por sus siglas en inglés]) física (PHICH [por sus siglas en inglés]), y un PDCCH. La región del canal de control 220 incluye los primeros pocos símbolos OFDM (multiplexación por división de frecuencias ortogonales, [por sus siglas en inglés]) en la subtrama 210. El número de símbolos OFDM para la región del canal de control 220 está indicado dinámicamente por PCFICH, que se transmite en el primer símbolo, o semiestáticamente configurado en el caso de agregación del portador en, por ejemplo, LTE Release-10 (Rel-10).

También en relación con la FIG. 2, un PDSCH, un canal de emisión física (PBCH), un canal de sincronización primaria/canal de sincronización secundaria (PSC/SSC), y una señal de referencia de información del estado de canal (CSI-RS) se transmiten en una región PDSCH 230 de la subtrama 210. Los datos de usuario DL se portan por los canales PDSCH programados en la región PDSCH 230. Las señales de referencia específica de célula se transmiten sobre la región de canal de control 220 y la región PDSCH 230.

El PDSCH se usa en LTE para transmitir datos DL a un UE. El PDCCH y el PDSCH se transmiten en diferentes recursos de tiempo-frecuencia en una subtrama LTE como se muestra en la FIG. 2. Diferentes PDCCHs se pueden multiplexar en la región PDCCH 220, mientras que diferentes PDSCHs se pueden multiplexar en la región PDSCH 230.

En un sistema dúplex de división de frecuencia, una trama de radio incluye diez subtramas de un milisegundo cada una. Una subtrama 210 incluye dos ranuras en el tiempo y un número de bloques de recurso (RBs) en la frecuencia como se muestra en la FIG. 2. El número de RBs está determinado por la banda ancha de sistema. Por ejemplo, el número de RBs es 50 para una banda ancha de sistema de 10 megahertz.

Un símbolo OFDM en el tiempo y un subportador en frecuencia en conjunto definen un elemento de recurso (RE). Un RB físico (PRB [por sus siglas en inglés]) puede ser definido como, por ejemplo, 12 subportadores consecutivos en el dominio de frecuencia y todos los símbolos OFDM en una ranura en el dominio de tiempo. Un par de RB con el mismo índice RB en la ranura 0 (representado por el número de referencia 240A en la FIG. 1) y la ranura 1 (representada por el número de referencia 240B en la FIG. 1) en una subtrama se puede asignar con conjunto con el mismo UE para su PDSCH.

En un sistema LTE, tal como el sistema de ejemplo 100, se pueden soportar múltiples antenas de transmisión en el eNB para las transmisiones DL. Cada puerto de antena puede tener una rejilla de recurso como se ilustra en el ejemplo de la FIG. 3. Según se muestra en la FIG. 3, una ranura DL incluye siete símbolos OFDM en el caso de una configuración de prefijo cíclico normal. Una ranura DL puede incluir seis símbolos OFDM en el caso de una configuración de prefijo cíclico extendido. Para simplificar la exposición siguiente, las subtramas con la configuración prefija cíclica serán consideradas de aquí en adelante, pero debe entenderse que conceptos similares son aplicables a subtramas con un prefijo cíclico extendido.

La FIG. 3 muestra una rejilla de recurso LTE DL de ejemplo 310 dentro de cada ranura 240A/B en el caso de una configuración de prefijo cíclico normal. La rejilla de recurso 310 se define para cada puerto de antena o, en otras palabras, cada puerto de antena tiene su propia rejilla de recurso separada 310. Cada elemento en la rejilla de recurso 310 para un puerto de antena corresponde a un RE 320 respectivo, que se identifica de forma única por un par de índices de un subportador y un símbolo OFDM en una ranura 240A/B. Un RB 330 incluye un número de subportadores consecutivos en el dominio de frecuencia y un número de símbolos OFDM consecutivos en el dominio de tiempo, como se muestra en FIG. 3. Un RB 330 es la unidad básica usada para el mapeo de ciertos canales físicos a los REs 320.

Para la estimación del canal DL y para fines de desmodulación, las señales de referencia específicas de célula (CRSs [por sus siglas en inglés]) se transmiten sobre cada puerto de antena en cierto tiempo predefinido y frecuencias REs en cada subtrama. Las CRSs se pueden usar por los UEs para desmodular los canales de control. Los grupos de elementos de recurso (REGs) se usan en la LTE para definir el mapeo de los canales de control, tales como el PDCCH, a REs. Un REG consiste en cuatro o seis Res consecutivos en un símbolo OFDM, dependiendo del número de CRS configurado. Un PDCCH es transmitido en una agregación de uno o muchos elementos de canal de control consecutivo (CCEs), donde un CCE consiste en nueve REGs. Los CCEs disponibles para una transmisión UE's PDCCH están numerados de 0 a $N_{CCE}-1$. En LTE, los formatos múltiples están soportados para el PDCCH.

La información de control de enlace descendente (DCI) es transmitida en el PDCCH y se usa para asignar recursos y asignar otros atributos para un canal de datos compartidos en un enlace descendente o enlace ascendente. El PDCCH puede ocupar CCEs 1, 2, 4 o 8 dependiendo de la planeación por el eNB. CCEs más grandes pueden transmitir un número más grande de bits físicos, y, en consecuencia, se puede lograr una velocidad de código más baja, asumiendo que el tamaño de la carga útil DCI es el mismo. Por lo tanto, un UE cerca de un borde de célula puede usar un número mayor de CCEs que uno cercano al centro de la célula.

Las señales de referencia específicas de UE, que puede ser referidas también como señales de referencia de desmodulación (DMRS), se usan para desmodulación PDSCH y son transmitidas en puertos de antena $p=7$, $p=8$, o uno de muchos de $p \in \{7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14\}$. Las DMRSs son transmitidas solo en el RBs al que el PDSCH correspondiente se mapea para un UE particular.

Con la introducción de nuevas características en los sistemas de LTE, la capacidad del PDCCH solo puede no ser suficiente para soportar un gran número de UEs en una célula. Una aproximación para la mejora de la capacidad PDCCH es transmitir DCI en un ePDCCH residente en la región PDSCH heredada 230. El conjunto de RBs y símbolos OFDM reservados para un ePDCCH puede ser referido como una región ePDCCH. Unos ejemplos de una posible región ePDCCH 410 en una PDSCH 230 se ilustran en la FIG. 4. Los recursos de tiempo y de frecuencia de la región ePDCCH del ejemplo ilustrado 410 pueden ser configurables. También, la región PDCCH 220 en una subtrama puede o puede no estar presente en una subtrama que contiene una o más regiones ePDCCH 410.

La asignación de recurso PUCCH en un sistema LTE Rel-10 se describe ahora. En la LTE, el estado de detección (por ejemplo, en términos de indicaciones de reconocimiento y de reconocimiento negativo, abreviado como Ack/Nack o A/N) de un PDSCH de enlace descendente en UE se reporta de regreso a eNB sobre el PUCCH en el enlace ascendente. Cuando un solo portador es desplegado en el eNB, el formato PUCCH 1a o el formato 1b es usado para llevar la información A/N, dependiendo de si se portan uno o dos bloques en el PDSCH. Para la operación dúplex de división de frecuencia (FDD [por sus siglas en inglés]) en un sistema LTE, el recurso PUCCH para llevar la información A/N en la primera antena, denotada como p_0 o $\tilde{p}_0$, en un UE está implícitamente señalado al UE por el índice del primer CCE usado para transmitir el PDCCH correspondiente para el PDSCH. Según se especifica en la Especificación Técnica 3GPP (TS) 36.213, V10.1.0 (30 de marzo de 2011), que se incorpora en este documento por referencia en su totalidad, el UE puede derivar el recurso PUCCH para la primera antena usando la siguiente ecuación:

$$n_{\text{PUCCH}}^{(1, \tilde{p}_0)} = n_{\text{CCE}} + N_{\text{PUCCH}}^{(1)}$$

Ecuación 1

En la Ecuación 1, $n_{\text{PUCCH}}^{(1, \tilde{p}_0)}$ es el índice de recurso PUCCH, n_{CCE} es el índice del primer CCE usado para transmitir el PDCCH que programa el PDSCH, y $N_{\text{PUCCH}}^{(1)}$ es un valor de desplazamiento configurado por señalar la capa superior. Para dos transmisiones de puerto de antena por el UE, el recurso PUCCH para el segundo puerto de antena, denotado como p_1 o $\tilde{p}_1$, se determina por el UE usando la siguiente ecuación:

$$n_{\text{PUCCH}}^{(1, \tilde{p}_1)} = n_{\text{CCE}} + 1 + N_{\text{PUCCH}}^{(1)}$$

Ecuación 2

Debido a que el conjunto de candidatos PDCCH o del espacio de búsqueda específico UE (UESS [por sus siglas en inglés]) para que un UE pueda variar la subtrama por subtrama, el CCEs usado para la transmisión PDCCH al UE puede cambiar también. En consecuencia, el recurso PUCCH derivado del primer CCE de un PDCCH puede variar también. Por lo tanto, el recurso implícito para el PUCCH puede estar en diferentes RBs dependiendo de la subtrama en que se recibe el PDCCH correspondiente.

Cuando se despliega más de un portador por el eNB a través de la agregación del portado (CA [por sus siglas en inglés]), el formato PUCCH 1b con selección de canal o el formato 3 PUCCH se puede configurar para llevar información A/N. En el caso del formato PUCCH 1b con la selección canal, hasta cuatro (4) bits Ack/Nack pueden ser soportados, que significa que el formato PUCCH 1b se puede usar para soportar dos portadores. La selección de canal puede proveer más bits Ack/Nack que el formato PUCCH 1b al seleccionar entre múltiples recursos PUCCH. Por lo tanto, múltiples recursos PUCCH están asignados a cada UE. Los recursos están asignados de forma diferente dependiendo de si los PDCCHs se transmiten en una célula primaria (PCélula) o una célula secundaria (SCélula), y hasta dos o cuatro recursos PUCCH son señalados por PDCCHs en la SCélula y en la PCélula, respectivamente. Para la operación FDD en un sistema LTE, el recurso(s) PUCCH correspondiente a un PDSCH programado de un PDCCH en la PCélula es(son) derivada(s) por el UE usando la siguiente ecuación:

$$n_{\text{PUCCH},j}^{(1)} = n_{\text{CCE}} + N_{\text{PUCCH}}^{(1)}$$

Ecuación 3

En la Ecuación 3, $j \in \{0, 1, \dots, A - 1\}$ es el índice de recurso PUCCH y $A \in \{2, 3, 4\}$ es el número total de recursos PUCCH disponibles a un UE en la subtrama. Para que la operación FDD en un sistema LTE con un modo de transmisión que

soporte hasta dos bloques de transporte, un recurso PUCCH adicional $n_{\text{PUCCH},j+1}^{(1)}$ correspondiente a un PDSCH programado por un PDCCH en la PCélula está determinado por el UE usando la siguiente ecuación:

$$n_{\text{PUCCH},j+1}^{(1)} = n_{\text{CCE}} + 1 + N_{\text{PUCCH}}^{(1)}$$

Ecuación 4

El recurso(s) PUCCH correspondiente a un PDSCH programado por un PDCCH en la SCélula es(es) señalado a un LTE explícitamente por una combinación de capa superior y señalización de la capa física, que está referida a una asignación de recurso explícita. Por ejemplo, cuatro recursos PUCCH para la SCélula están configurados semi-estáticamente por señalización de capa superior para un UE. Uno o dos de los cuatro recursos pueden seleccionarse dinámicamente al PDCCH. Dos bits del PDCCH (por ejemplo, dos bits de control de potencia de transmisión (TPC [por sus siglas en inglés]) transmitidos en concesión DL) en la SCélula se usan como bits de indicación de recurso A/N (ARI [por sus siglas en inglés]). Un recurso PUCCH está indicada para cada combinación de bits ARI.

En contraste con la señalización implícita, los recursos PUCCH explícitos dirigidos por el ARI están asignados semi-estáticamente a cada UE, y, por lo tanto, no se mueve entre PUCCH PRBs a menos que el UE esté reconfigurado usando señalización de capa superior. Dado que un recurso PUCCH señalado implícitamente puede ocupar diferentes RBs en una subtrama por base de subtrama, pero un PUCCH señalado explícitamente ocupa el mismo RB hasta que el UE es reconfigurado, los recursos PUCCH explícitos e implícitos pueden no estar en el mismo PUCCH PRB.

El recurso(s) PUCCH explícito que corresponde a cada estado ARI está señalado independientemente de forma que puede estar situado en cualquier lugar en el recurso PUCCH. Esto significa que los recursos PUCCH pueden estar configurados, pero no necesariamente, para estar en el mismo PRB.

En el caso del formato 3 PUCCH, el recurso PUCCH también está explícitamente señalado por la señalización de capa superior.

Aspectos adicionales del ePDCCH se describen ahora. A partir de la descripción provista anteriormente, en la LTE Release 11 (Rel-11), la mejora del PDCCH se introducirá ahora al permitir la transmisión en la información del canal de control de enlace descendente y de enlace ascendente (por ejemplo, DCI) sobre la región de PDSCH de herencia para soportar la capacidad del canal de control aumentado, la gestión de interferencia inter-célula y nuevas características LTE, tal como la transmisión de punto múltiple coordinada (CoMP [por sus siglas en inglés]). Este PDCCH mejorado es referido generalmente como un ePDCCH. La unidad de recurso de tiempo-frecuencia mínima asignada a un ePDCCH es referida como un elemento de canal de control mejorado (eCCE). Un eCCE consiste en un número predefinido de elementos de recurso (REs) dentro de dos bloques de recurso físico (PRBs) en ranuras adyacentes (por ejemplo, que corresponde a un solo par de bloques de recurso). Un eCCE puede dividirse además en múltiples grupos de elementos de recurso mejorado (eREGs). Un ePDCCH se puede transmitir sobre uno o múltiples eCCEs, referidos como niveles agregados. La posición de un eCCE se identifica con un índice eCCE entero no negativo.

Puede haber uno o dos modos de transmisión ePDCCH configurados a un UE en una subtrama, referido como modo localizado y un modo distribuido, respectivamente. Los ePDCCHs localizados y distribuidos pueden compartir los mismos pares de PRB o usar pares de PRB diferentes.

Para al menos la transmisión ePDCCH localizada, se prevé que un UE será informado por un eNB acerca de los pares de PRB sobre los que se puede transmitir un ePDCCH al UE, que puede ser referido también como una región ePDCCH, como se describió anteriormente. Por ejemplo, se prevé que los eCCEs sobre estos pares de PRB serán indexados empezando de la primera posible ubicación de eCCE en estos pares de PRB. En algunos ejemplos, los UEs se pueden configurar con diferentes PRBs y, de este modo, la indexación de eCCE es local a un UE o, en otras palabras, es específica de UE. En otros ejemplos, un conjunto de pares PRB comunes están configurados para un grupo, o todos, UEs en un área y los eCCEs se indexan, en cambio, sobre este conjunto de PRBs comunes conocido a los UEs que reciben el ePDCCH. En cualquier ejemplo, un índice identifica únicamente el eCCE independientemente de si el ePDCCH se transmite en modo localizado o distribuido.

En cada subtrama, un UE buscará sobre un conjunto de recursos ePDCCH (también referido como ePDCCH candidatos) que pueden contener una concesión para el UE en cada nivel de agregación ePDCCH. Los recursos para que los candidatos ePDCCH puedan cambiar de una subtrama a otra. El conjunto de candidatos ePDCCH en cada nivel de agregación es referido como un espacio de búsqueda. Para fines de desmodulación de ePDCCH, uno de los cuatro puertos de señal de referencia de desmodulación (DMRS) (por ejemplo, 7 a 10) se pueden usar por la LTE para estimación de canal en la detección ePDCCH en el caso de ePDCCH localizado. Cualquiera de los puertos DMRS iguales o diferentes se pueden asignar a diferentes candidatos ePDCCH en cada nivel de agregación. La asignación de puerto DMRS puede estar señalada explícitamente por el eNB o implícitamente derivado con base en la ubicación del ePDCCH entre los recursos ePDCCH y/u otros parámetros, tales como UE ID, etc., o cualquier combinación de estos. Para la transmisión ePDCCH distribuida, cualquier uno o múltiples DMRS puede estar asignado a un candidato ePDCCH.

Múltiples ePDCCHs se pueden transmitir sobre diferentes capas de entrada múltiple salida múltiple (MIMO [por sus siglas en inglés]) a diferentes UEs usando transmisión MIMO multiusuario (MU-MIMO [por sus siglas en inglés]). En tales ejemplos, diferentes transmisiones MU-MIMO pueden ocupar el mismo conjunto de eCCEs y, de este modo, las transmisiones no son distinguibles por los índices eCCE solos. Sin embargo, las capas MIMO transmitidas a los UEs se pueden distinguir por cual la DMRS es usada para su transmisión. Las DMRS se pueden asociar con un puerto de antena y/o un índice de codificación.

Se prevé que el ePDCCH se puede transmitir en un espacio de búsqueda común (CSS [por sus siglas en inglés]) o un espacio de búsqueda específica de UE (UESS [por sus siglas en inglés]). Cuando se transmite en un espacio de búsqueda común, los UEs múltiples pueden buscar un ePDCCH en el mismo conjunto de eCCEs, y este conjunto de eCCEs se emite al UEs en un mensaje en un canal de control común, o especificado de forma que el conjunto de eCCEs es conocido a la red y los UEs (por ejemplo, al incluir los valores del conjunto en especificaciones de capa física). Debido a que la señalización específica de UE no es necesaria para determinar el espacio de búsqueda común, los UEs pueden recibir concesiones en un espacio de búsqueda común de ePDCCH al mismo tiempo que no está en modo conectado. Esto puede reducir el programa de soporte de señalización y permitir la recepción de ePDCCH sin que el UE se conecte al control de recurso de radio (RRC [por sus siglas en inglés]), de ese modo, permite una operación autónoma de un portador que contiene solo ePDCCH.

Los eCCEs de un espacio de búsqueda específica UE están determinados usando variables o parámetros que son específicos a un UE particular, tal como una secuencia aleatoria inicializada por un identificador UE (ID [por sus siglas en inglés]) UE o un valor señalado al UE usando señalización de control de recurso de radio (RRC [por sus siglas en inglés]). Debido a que los espacios de búsqueda específica de UE para diferentes UEs pueden ocupar diferentes eCCEs, esto puede permitir que los ePDCCHs para múltiples LSEs sean multiplexados, mejorando la eficiencia espectral para el ePDCCH.

Es posible que el índice de un eCCE se pueda determinar de forma diferente en un CSS que en un UESS. Cuando están determinados de forma diferente, el índice eCCE de un ePDCCH en CSS puede ser el mismo que el índice eCCE de un ePDCCH en un UESS. Por lo tanto, en algunos ejemplos, el espacio de búsqueda y la posición de recurso ePDCCH se usan para identificar de forma única un ePDCCH dentro de los recursos ePDCCH disponibles.

De modo parecido, es posible que la posición de un ePDCCH de los UE's se puede determinar de forma diferente para la transmisión de ePDCCH localizada y distribuida. Un ePDCCH localizado en un PRB puede tener la misma posición del ePDCCH que un ePDCCH distribuido en otro PRB. Por lo tanto, en algunos ejemplos, el tipo de asignación ePDCCH (asignación localizada o distribuida) y la posición ePDCCH son usadas para identificar de forma única un ePDCCH dentro de los recursos ePDCCH.

Ambos, el ePDCCH y el PDCCH, pueden estar presente en una subtrama. Una característica para el ePDCCH es que los recursos del ePDCCH pueden estar ocupados por el PDSCH si no se programan con la transmisión ePDCCH localizada, así el programa de soporte a ePDCCH puede ser bajo a pesar de que estén configurados grandes recursos para transmisión potencial de ePDCCH.

Como se expuso anteriormente, para la mayoría de las transmisiones PDSCH en el enlace descendente a un UE, un recurso PUCCH correspondiente es necesario en el enlace ascendente para la transmisión A/N por el UE. Este es cierto también para la transmisión PDSCH programada por el ePDCCH. Sin embargo, según se describió anteriormente, la asignación de recurso PUCCH implícita de LTE Rel-10 se diseñó con base en un mapeo uno a uno entre los recursos PUCCH y PDCCH. De este modo, usar aquellas mismas técnicas para realizar la asignación de recurso PUCCH para los PDSCHs programados por los ePDCCHs puede llevar a muchos problemas. Por ejemplo, tales técnicas PDCCH anteriores para la asignación de recursos PUCCH puede producir recursos PUCCH ineficientes (por ejemplo, al sobre asignar recursos PUCCH). Adicionalmente, como se explicó anteriormente, el índice eCCE de inicio de un ePDCCH puede identificar no únicamente el ePDCCH, y, de ese modo, las técnicas PDCCH anteriores para la asignación PUCCH, que usan solo el índice CCE de inicio para identificar el PDCCH, pueden resultar en asignaciones de PUCCH ambiguas cuando se usan con un ePDCCH. Por ejemplo, en el caso de la transmisión MU-MIMO, un índice eCCE puede no identificar únicamente un ePDCCH y, de este modo, los recursos PUCCH determinados para un índice eCCE dado puede ser el mismo para dos usuarios MU-MIMO con ePDCCHs en los mismos eCCEs. Esto puede llevar a diferentes UEs transmitiendo en el mismo recurso PUCCH, y la incapacidad de la red para decodificar su transmisión Ack/Nack. Como

otro ejemplo, debido a que los eCCEs en espacios de búsqueda específica de UE pueden ser indexados por separado, un índice de eCCE pueden no identificar únicamente la ubicación de un ePDCCH en ambos espacios de búsqueda. Puede ser posible para un ePDCCH en un CSS del UE que tenga los mismos índices eCCE que un ePDCCH en otro UESS del UE. Si la asignación de recursos usada solo en el índice eCCE, como en el caso de las técnicas basadas en PDCCH de la LTE Rel-10, los mismos recursos PUCCH pueden estar asignados a ambos UEs. Incluso como otro ejemplo, el ePDCCH localizado y distribuido puede indexarse también por separado. Si un UE programado en un ePDCCH localizado y otro UE programado en un ePDCCH programado puede ocupar eCCEs con los mismos índices, entonces determinar sus recursos PUCCH solamente del índice eCCE puede resultar en una colisión del recurso PUCCH.

Otro problema asociado con usar asignaciones de recursos con base en PDCCH anteriores es que un espacio de búsqueda de UE en el PDCCH en la LTE Release-8 (Rel-8) puede estar restringido de forma que los PDCCHs del nivel de agregación superior solo se pueden programar en un conjunto restringido de CCEs. Un nivel de agregación L PDCCH solo puede ser programado en CCEs que satisfagan $\text{mod}(n_{CCE}, L) = 0$, donde n_{CCE} es la ubicación del PDCCH en los recursos PDCCH disponibles. Por lo tanto, algunos CCEs pueden estar ocupados más frecuentemente que otros. Más cuantitativamente, considerar un ejemplo de $L_0 = 4$ CCEs que satisfacen $\text{mod}(n_{CCE}, 4) \in \{0, 1, 2, 3\}$. Para fines de exposición, definir $\bar{n}_{CCE} \equiv \text{mod}(n_{CCE}, 4)$, y referirse a un conjunto de CCEs que tienen $\bar{n}_{CCE} = i$ como el grupo CCE i . Por ejemplo, en un ambiente macrourbano, la probabilidad de que los niveles de agregación 1, 2, 4, y 8 estén ocupados se ha determinado en una simulación de ejemplo que es de 29,8%, 39,4%, 18,1%, y 12,7%, respectivamente. Los PDCCHs del nivel de agregación 1, 2, 4, y 8 se pueden programar en CCEs que satisfagan $\bar{n}_{CCE} \in \{0, 1, 2, 3\}$, $\bar{n}_{CCE} \in \{0, 2\}$, $\bar{n}_{CCE} \in \{0\}$, $\bar{n}_{CCE} \in \{0\}$, respectivamente. Por lo tanto, asumiendo que los PDCCHs en un nivel de agregación dado están distribuidos de forma uniforme sobre todas las posibles ubicaciones, la probabilidad de ocupación en un ambiente macro urbano para los grupos CCE en el ejemplo precedente es: $29,8/4 + 39,4/2 + 18,1 + 12,7 = 58\%$ para CCE grupo 0; $29,8/4 = 7,4\%$ para CCE grupo 1; $29,8/4 + 39,4/2 = 27,1\%$ para CCE grupo 2; y $29,8/4 = 7,4\%$ para CCE grupo 3. En tal ejemplo, CCE grupo 0 es $58/7,4 = 7,8$ veces más probable que esté ocupado que el CCE grupo 1. Desafortunadamente, debido a que los recursos PUCCH correspondientes a los grupos CCE están distribuido de forma uniforme a través de los recursos PUCCH, todos los PRBs en los recursos Rel-8 PUCCH tienden a estar ocupados. Esto significa que es inviable explotar la ocupación no uniforme de los grupos CCE para mejorar la eficiencia de asignación del recurso PUCCH.

Con referencia a la FIG. 1, el asignador de recurso UE UCC 125 del UE 105 y el asignador de recurso eNB UCC 130 del eNB 110 implementa una o más soluciones, o combinación o combinaciones de estos, para realizar la asignación del recurso de canal de control de enlace ascendente para un canal de control de enlace descendente, que incluye asignación de recurso PUCCH para un ePDCCH. En al menos algunos ejemplos, la o las soluciones implementadas por el asignador de recurso UE UCC 125 y el asignador de recurso eNB UCC 130 puede superar uno o más de los problemas asociados con las técnicas de asignación de recursos basadas en PDCCH expuestas anteriormente. Las soluciones de asignación de recurso que se pueden implementar por el asignador de recurso UE UCC 125 y el asignador de recurso eNB UCC 130 incluyen, pero no están limitadas a cualquiera o más (o a la combinación) de las siguientes:

A) asignación de recurso híbrida implícita/explicita, donde una o más tablas de los recursos PUCCH corresponden a al menos la ubicación de una transmisión a un UE en el ePDCCH o el PDSCH son usados para la asignación de recurso PUCCH;

B) asignación de recurso implícita extendida donde los recursos PUCCH no están señalados, sino que en su lugar están mapeados directamente de la ubicación de transmisión del ePDCCH usando parámetros específicos del UE;

C) señalización dinámica de una región de recurso A/N PUCCH en la información de control de enlace descendente;

D) remapeo de recurso PUCCH, donde los CCEs ocupados con poca frecuencia son mapeados de forma más cercana en conjunto en las regiones de recurso PUCCH;

E) la asignación de recurso PUCCH usando una indicación de desplazamiento PUCCH provista en la DCI.

Por ejemplo, la asignación de recurso permite el mapeo arbitrario a recursos PUCCH, incluyendo mapear un índice de recurso de ePDCCH muchos a uno a un mapeo de recurso PUCCH que permita una operación más eficiente para los niveles de agregación mayores que 1. También, los recursos PUCCH específicos de UE están disponibles, y los ePDCCHs localizados y distribuidos pueden compartir el mismo recurso PUCCH. Sin embargo, la asignación de recurso híbrida puede aumentar la señalización RRC aérea.

La asignación de recurso implícita extendida permite también el uso eficiente de recursos PUCCH para los niveles de agregación mayores a 1 al usar un mapeo muchos a uno. La asignación de recurso implícita extendida difiere de la asignación de recurso híbrida en que esta no utiliza señalización explícita de los recursos PUCCH. Sin embargo, debido a que las asignaciones de recurso se hacen diferente en la asignación de recurso implícita al hacer los parámetros de entrada a la función de asignación diferente, la asignación de recurso implícita extendida puede utilizar parámetros y mayor complejidad para coincidir el mismo nivel de flexibilidad que la asignación de recurso implícita/explicita híbrida.

La señalización dinámica de una región de recurso A/N PUCCH selecciona entre múltiples regiones de recursos PUCCH que están configuradas semi-estáticamente a un UE. Una región se selecciona dinámicamente a través de la DCI. Dentro de la región seleccionada, una tabla o función de mapeo predelineada (por ejemplo, tal como aquella asociada con la asignación de recurso híbrida o la asignación de recurso implícita extendida) se puede usar para mapear entre un ePDCCH programado PDSCH y un recurso PUCCH.

El remapeo de recurso PUCCH no usa un mapeo muchos a uno. En su lugar, se basa en la constatación de que las limitaciones del espacio de búsqueda de PDCCH de la LTE Rel-10 pueden dar lugar a un uso bastante desigual de los CCE de PDCCH. Con base en esta constatación, el remapeo de recurso PUCCH hace cambios a la asignación de recurso PUCCH implícita de Rel-10 de forma que los grupos de CCEs son mapeados a recursos PUCCH con base en qué tan frecuentemente están ocupados. Por ejemplo, los grupos de eCCE ocupados más frecuentemente se pueden mapear para índices de recurso PUCCH, así los PUCCH PRBs que corresponden a altos índices de recurso PUCCH que pueden estar ocupados con poca frecuencia, y así se puede usar una cantidad menor de recursos PUCCH.

Estas y otras soluciones de asignación de recurso que se pueden implementar por el asignador de recurso UE UCC 125 y el asignador de recurso eNB UCC 130 de la FIG. 1 se describen con mayor detalle a continuación en el contexto de los diagramas de flujo y de las ilustraciones que se proveen en las FIGS. 5-25. También, como se señaló anteriormente, se pueden implementar diversas combinaciones de las soluciones anteriores mediante el asignador de recurso UE UCC 125 y el asignador de recurso eNB UCC 130. Por ejemplo, el remapeo de recurso se puede realizar dentro de cada región de recurso señalada dinámicamente al combinar la señalización dinámica de una región de recurso A/N PUCCH (C) con remapeo de recurso PUCCH (D).

Mientras que una manera de ejemplo de implementar el sistema de comunicación móvil 100, el dispositivo UE 105, el eNB 110, el asignador de recurso UE UCC 125 y el asignador de recurso eNB UCC 130 ha sido ilustrado en la FIG. 1, uno o más de los elementos, procesos y/o dispositivos ilustrados en la FIG. 1 se pueden combinar, dividir, redistribuir, omitir, eliminar y/o implementar de otra manera. Además, el sistema de comunicaciones móvil de ejemplo 100, el dispositivo UE de ejemplo 105, el eNB de ejemplo 110, el asignador de recurso UE UCC de ejemplo 125 y/o el asignador de recurso de ejemplo eNB UCC 130 de la FIG. 1 se puede implementar mediante hardware, software, firmware y/o cualquier combinación de hardware, software y/o firmware. De este modo, por ejemplo, cualquiera del sistema de comunicación móvil de ejemplo 100, el dispositivo UE de ejemplo 105, el eNB de ejemplo 110, el asignador de recurso UE UCC de ejemplo 125 y/o el asignador de recurso de ejemplo eNB UCC 130 se puede implementar por uno o más circuitos, procesadores programables, circuitos integrados específicos de aplicación (ASIC(s)), dispositivos lógicos programables (PLD(s)) y/o dispositivos lógicos programables de campo (FPLD(s)), etc. Cuando cualquiera de las reivindicaciones de aparatos o sistemas de esta patente son leídas para cubrir meramente la implementación de software y/o de firmware, al menos uno del sistema de comunicación móvil de ejemplo 100, el dispositivo UE de ejemplo 105, el eNB de ejemplo 110, el asignador de recurso UE UCC de ejemplo 125 y/o el asignador de recurso de ejemplo eNB UCC 130 se definen en este documento expresamente para incluir un medio legible por ordenador tal como una memoria, un disco versátil digital (DVD), disco compacto (CD), disco Blu-ray™, etc., que almacenen tal software y/o firmware. Aun adicionalmente, el sistema de comunicación móvil de ejemplo 100, el dispositivo UE de ejemplo 105, el eNB de ejemplo 110, el asignador de recurso UE UCC de ejemplo 125 y/o el asignador de recurso de ejemplo eNB UCC 130 de la FIG. 1 pueden incluir uno o más elementos, procesadores y/o dispositivos además o en lugar, de aquellos ilustrados en la FIG. 1, y/o pueden incluir más de uno de cualquiera o de todos los elementos, procesos y dispositivos que se ilustran.

Los diagramas de flujo representativos de los procesos de ejemplo para implementar el sistema de comunicación móvil de ejemplo 100, el dispositivo UE de ejemplo 105, el eNB de ejemplo 110, el asignador de recurso UE UCC de ejemplo 125 y/o el asignador de recurso de ejemplo eNB UCC 130 de la FIG. 1 se muestran en las FIGS. 5-24. En estos ejemplos, el proceso representado por cada diagrama de flujo se puede implementar por uno o más programas que comprenden instrucciones legibles por máquina para la ejecución por un procesador, tal como el procesador 2512 que se muestra en el sistema de procesamiento de ejemplo 2500 expuesto a continuación en conexión con la FIG. 25. El uno o más programas, o porción o porciones del mismo, se puede materializar en software almacenado en un medio tangible de almacenamiento legible por ordenador tal como un CD-ROM, un disco flexible, una unidad de disco duro, un disco versátil digital (DVD), un disco Blu-ray™, o una memoria asociada con el procesador 2512, pero el programa o programas enteros y/o porciones de estos se pueden ejecutar alternativamente por un dispositivo distinto del procesador 2512 (por ejemplo, tal como un controlador y/o cualquier otro dispositivo adecuado) y/o materializado en firmware o hardware dedicado (por ejemplo, implementado por un ASIC, un PLD, un FPLD, lógica discreta, etc.). También uno o más de los procesos representados por el diagrama de flujo de las FIGS. 5-24, o una o más porciones de este, se puede implementar de forma manual. Además, a pesar de que los procesos de ejemplo se describen con referencia a los diagramas de flujo ilustrados en las FIGS. 5-24, muchos otros métodos de implementar las 5-24 se pueden usar de forma alternativa. Por ejemplo, con referencia a los diagramas de flujo ilustrados en las FIGS. 5-24, el orden de ejecución de los bloques se puede cambiar, y/o algunos de los bloques descritos se pueden cambiar, eliminar, combinar y/o subdividir en múltiples bloques.

Como se mencionó anteriormente, los procesos de ejemplo de las FIGS. 5-24 se pueden implementar usando instrucciones codificadas (por ejemplo, instrucciones legibles por computadora) almacenadas en un medio tangible de almacenamiento legible por ordenador tal como una unidad de disco duro, una memoria flash, una memoria solo de lectura (ROM), un CD, un DVD, un caché, una memoria de acceso aleatorio (RAM) y/u otros medios de almacenamiento en que la información se almacena para cualquier duración (por ejemplo, para periodos prolongados de tiempo,

permanentemente, breves instantes, para memoria intermedia, y/o uso de memorias intermedias de la información). Como se usa en este documento, el término medio tangible de almacenamiento legible por ordenador se define expresamente para incluir cualquier tipo de dispositivo de almacenamiento legible por ordenador y/o disco de almacenamiento, y para excluir las señales que se propagan. Adicional o alternativamente, los procesos de ejemplo de las FIGS. 5-24 se pueden implementar usando instrucciones codificadas (por ejemplo, instrucciones legibles por ordenador) almacenadas en un medio legible por ordenador no transitorio, tal como una memoria flash, una ROM, un CD, un DVD, un caché, una memoria de acceso aleatorio (RAM) y/o cualquier medio de almacenamiento en que la información se almacena para cualquier duración (por ejemplo, por periodos prolongados de tiempo, permanentemente, breves instantes, para memoria intermedia, y/o uso de memorias intermedias de la información). Como se usa en este documento, el término medio no transitorio legible por ordenador se define expresamente para incluir cualquier tipo de dispositivo de almacenamiento legible por ordenador y/o disco de almacenamiento, y para excluir las señales que se propagan. También, como se usa en este documento, los términos "legible por ordenador" y "legible por máquina" se consideran equivalentes a menos que se señale de otra manera. Además, como se usa en este documento, cuando se usa la frase "al menos" como el término de transición en un preámbulo de una reivindicación, es abierta de la misma manera que el término "que comprende" es abierto. De este modo, una reivindicación que usa "al menos" como el término de transición en su preámbulo, puede incluir elementos además de aquellos citados expresamente en la reivindicación.

Un primer proceso UE de ejemplo 500 que se puede ejecutar para implementar el asignador de recurso UE UCC de ejemplo 125 de la FIG. 1 se ilustra en la FIG. 5. Un primer proceso eNB de ejemplo 600 correspondiente que se puede ejecutar para implementar el asignador de recurso eNB UCC de ejemplo 130 de la FIG. 1 se ilustra en la FIG. 6. Los primeros procesos de ejemplo 500 y 600 implementan una primera solución de ejemplo (también referida en este documento, como solución de ejemplo #1) divulgada en este documento para realizar asignación de recurso PUCCH para un ePDCCH. La solución de ejemplo #1 corresponde a la asignación implícita/explicita híbrida usando, por ejemplo, DMRS y eCCE o índices PRB. Además, los primeros procesos de ejemplo 500 y 600 se pueden usar para implementar al menos dos tipos de ejemplo de asignación de recurso PUCCH implícita/explicita. En el primer tipo de ejemplo, la asignación de recurso no es ajustada por el tamaño de la región ePDCCH, en tanto que la asignación en el segundo tipo de ejemplo es una función del tamaño de la región ePDCCH.

Para la asignación híbrida con un tamaño de región ePDCCH fija, se señala una tabla de recursos PUCCH por el eNB 110 al UE 105 y se usa por el UE 105 para determinar los recursos PUCCH. El recurso(s) que el UE 105 va a transmitir se determina mediante la selección de los recursos de la tabla usando al menos la posición de una transmisión de enlace descendente al UE 105, la posición que tiene un índice de recurso. Por ejemplo, la transmisión de enlace descendente puede ser una concesión de enlace descendente en un ePDCCH, una transmisión de datos en un PDSCH, etc. Además del índice de recurso, un identificador DMRS se puede usar para seleccionar recursos PUCCH, por ejemplo, cuando el UE 105 recibe ePDCCHs MU-MIMO. Por ejemplo, el identificador DMRS puede ser un puerto de antena, un índice de codificación DMRS, etc., o puede identificar una combinación de puerto de antena e índice de codificación DMRS, etc. La tabla puede ser específica a cada UE 105, y puede contener diferentes conjuntos de recursos PUCCH de acuerdo con el tipo de transmisión ePDCCH, donde los conjuntos se seleccionan dependiendo de, por ejemplo, si el ePDCCH está en un CSS o un UESS, y/o si el ePDCCH es distribuido o localizado. Los recursos PUCCH se pueden compartir entre estos conjuntos para mejorar la eficiencia de uso, o los conjuntos pueden tener más uso de recurso no consecutivo con el fin de disminuir la posibilidad de colisiones de asignación de recursos, dependiendo de la carga y del recurso PUCCH disponible. En algunos ejemplos, una red 100 usando la asignación implícita/explicita híbrida puede construir las tablas asignadas al UE 105 usando técnicas similares a aquellas usadas para ARI en LTE Rel-10.

En la solución de ejemplo # 1, el uso de una tabla de recursos PUCCH se habilita por un mapeo muchos-a-uno de ejemplo divulgado de un índice de recurso normalizado a un índice de tabla que asegura el índice de tabla dentro de los límites de la tabla. En algunos ejemplos, el índice de recurso normalizado se calcula al dividir el índice de recurso de un control de enlace descendente o de transmisión de datos al UE por su longitud, y cuantificando el dividendo a un entero. En algunos ejemplos, el mapeo de muchos a uno mapea una suma de índice de recurso normalizado y un índice escalado de una configuración DMRS o puerto de antena al índice de tabla.

Con lo anterior en mente, y con referencia a las figuras precedentes y las descripciones asociadas, el proceso de ejemplo 500 de la FIG. 5 empieza la ejecución en el bloque 505 en que el asignador de recurso UE UCC 125 del UE 105 obtiene (por ejemplo, a través de la señalización del eNB 110 y/o de cualquier otra manera) cualesquier parámetros de asignación de canal de control de enlace ascendente que se va a usar para realizar la asignación de recurso PUCCH. En el bloque 510, el asignador de recurso UE UCC 125 obtiene (por ejemplo, a través de señalizar del eNB 110 y/o cualquier otra manera) una o más tablas que especifican un conjunto de recursos PUCCH posibles a que el UE 105 se puede asignar. En el bloque 515, el asignador de recurso UE UCC 125 determina un identificador DMRS con base en la información DMRS asociada con una transmisión ePDCCH para ser recibida por el UE 105. En el bloque 520, el UE 105 recibe una transmisión ePDCCH para la que uno o más recursos PUCCH se van a asignar. En el bloque 525, el asignador de recurso UE UCC 125 determina una posición (por ejemplo, un índice eCCE) de la transmisión ePDCCH recibida.

Como se describió anteriormente y con mayor detalle a continuación, en el bloque 530, el asignador de recurso UE UCC 125 normaliza la posición determinada de la transmisión ePDCCH recibida para determinar un índice de recurso normalizado. En el bloque 535, el asignador de recurso UE UCC 125 procesa el índice de recurso normalizado y el identificador DMRS con una función de mapeo (por ejemplo, que puede estar basado en los parámetros obtenidos en el

bloque 505), como se describe con mayor detalle a continuación, para determinar un índice de tabla obtenido en el bloque 510. En el bloque 540, el asignador de recurso UE UCC 125 usa el índice de tabla para seleccionar un recurso PUCCH asignado del conjunto de posibles recursos PUCCH incluidos en la tabla. Después, en el bloque 545, el UE 105 transmite en el recurso PUCCH asignado seleccionado de la tabla.

De la misma manera, el proceso de ejemplo 600 de la FIG. 6 empieza la ejecución en el bloque 605 en que el asignador de recurso eNB UCC 130 del eNB 110 provee (por ejemplo, a través de señalización y/o cualquier otra manera adecuada) al UE 105 cualesquier parámetros de asignación de canal de control de enlace ascendente que se vayan a usar para realizar la asignación de recurso PUCCH. En el bloque 610, el asignador de recurso eNB UCC 130 provee (por ejemplo, a través de señalizar y/o cualquier otra manera) una o más tablas especificando un conjunto de posibles recursos PUCCH a que se puede asignar el UE 105. En el bloque 615, el eNB 110 transmite el ePDCCH para el que el uno o más recursos PUCCH se va a asignar. En algunos ejemplos, el eNB 110 determina un puerto DMRS y/o un índice de codificación DMRS y el identificador DMRS asociado para uso en transmitir el ePDCCH. El eNB 110 también determina la posición (por ejemplo, un índice eCCE) en que transmitirá el ePDCCH. El eNB 110 transmite después el ePDCCH al UE 105 en la posición determinada usando el puerto DMRS y/o el índice de codificación DMRS.

Una operación de ejemplo 700 de los procesos de ejemplo 500 y 600 que implementan la solución de ejemplo # 1 en que la posición de un ePDCCH es mapeada a un recurso PUCCH se ilustra en la FIG. 7. En el ejemplo ilustrado de la FIG. 7, un índice de recurso normalizado se calcula como $\lfloor k/L \rfloor$, usando el índice del primer eCCE de un ePDCCH del UE ('k') y la longitud del ePDCCH ('L') en unidades de eCCE, y donde $\lfloor x \rfloor$ es el entero más grande menor o igual que el número real x. El índice de recurso normalizado $\lfloor k/L \rfloor$ y la capa MU-MIMO del ePDCCH ('m') se combinan después y se envían a una función módulo para producir un índice de tabla. En el ejemplo ilustrado, el cálculo del índice de tabla se expresa como $\text{mod}(\lfloor k/L \rfloor + Gm, N_{ARI})$. En el ejemplo ilustrado de la FIG. 7, el factor de escala MU-MIMO, G, y el tamaño de tabla, N_{ARI} se asumen que son $G = 2$ y $N_{ARI} = 4$. El índice de tabla se usa en la tabla correspondiente para que el UE

determine el recurso PUCCH asignado para ese UE, donde $ARI_{u,n_{tipo}}$ es una tabla de recursos PUCCH específica al UE denotado por u en la FIG. 7. El recurso PUCCH asignado del UE se muestra como $n_{PUCCH,UEu}^{(1)}$ en la FIG. 7.

La operación de ejemplo 700 ilustrada en la FIG. 7, que corresponde al primer tipo de asignación implícita/explicita híbrida que no está ajustada por el tamaño de la región ePDCCH, puede ser modificada para soportar casos cuando, por ejemplo, el número de recursos PUCCH que usa un UE varía. Cuando el número de recursos ePDCCH disponibles varía, puede ser posible que los recursos PUCCH mapeados exista en una subtrama y no en otra. Por lo tanto, cuando el número de recursos PUCCH puede variar en el tiempo, el segundo tipo de asignación implícita/explicita híbrida, que corresponde a la asignación implícita/explicita híbrida que es una función del tamaño de región ePDCCH, se puede usar para variar el mapeo para asegurar que permanece dentro de los recursos PUCCH disponibles y/o que mejora la eficiencia de la utilización del recurso PUCCH.

Por ejemplo, la eficiencia del recurso PUCCH se puede mejorar al usar un factor de escala de recurso PUCCH variable en el valor de recurso PUCCH buscado de la tabla. Como se describe con mayor detalle más adelante, el factor de escala de recurso PUCCH se puede calcular en cada subtrama de acuerdo con el recurso PUCCH disponible, que permite al mapeo rastrear el recurso PUCCH disponible.

Se proveen ahora detalles adicionales relacionados con la solución de ejemplo #1, que corresponden a la asignación de recurso implícita/explicita híbrida y que se puede implementar por los procesos de ejemplo 500 y/o 600. Por lo expuesto anteriormente, se consideran dos ejemplos divulgados de la asignación implícita/explicita híbrida. En el primero, la asignación de recurso no es ajustada por el tamaño de la región ePDCCH, en tanto que la asignación en el segundo ejemplo divulgado es una función del tamaño de la región ePDCCH.

En un ejemplo de asignación PUCCH híbrida con un tamaño de región ePDCCH, que se puede implementar por los procesos de ejemplo 500 y/o 600, se usa una tabla de recursos PUCCH para determinar los recursos PUCCH que un UE (por ejemplo, el UE 105) va a transmitir. Los recursos son determinados al menos por un ePDCCH o un índice de recurso PDSCH. Un índice de recurso normalizado se calcula al dividir el índice de recurso por la longitud del ePDCCH o de la transmisión PDSCH al UE, y al cuantificar el dividendo a un entero. El índice normalizado se usa para determinar los recursos PUCCH del UE de la tabla. Además del índice de recurso, un identificador DMRS se puede usar para determinar recursos PUCCH cuando un UE puede recibir ePDCCHs MU-MIMO. La tabla puede contener diferentes conjuntos de recursos PUCCH de acuerdo con el tipo de transmisión ePDCCH, donde los conjuntos se seleccionan dependiendo de si el ePDCCH está en CSS o en UESS, y/o en si el ePDCCH es distribuido o localizado. La asignación de recurso PUCCH para este tipo de ejemplo de la solución #1 se puede describir como una función de mapeo usando la Ecuación 5 de abajo:

$$n_{PUCCH}^{(1)} = ARI_{u,n_{tipo}} (\text{mod}(\lfloor k/L \rfloor + Gm, N_{ARI}))$$

Ecuación 5

La Ecuación 5 incluye los parámetros siguientes:

- 5 $n_{\text{PUCCH}}^{(1)}$ es un vector de uno o más recursos PUCCH que el UE puede transmitir. Este vector puede contener más de un recurso PUCCH cuando un LTE UE está configurado para transmitir el formato PUCCH 1b con la selección de canal o cuando está configurado para transmitir PUCCH usando diversidad de transmisión;
- 10 $ARI_{u,n_{\text{tipo}}}$ es una tabla de recursos PUCCH para el UE u programado en un tipo de transmisión ePDCCH indexada por n_{tipo} . $ARI_{u,n_{\text{tipo}}}(i)$ es el i^{er} elemento de la tabla, y es un vector del uno o más recursos PUCCH. Cada $ARI_{u,n_{\text{tipo}}}$ de UE contiene elementos N_{ARI} . Para ser consistente con la operación Rel-10 ARI, este valor puede ser $N_{\text{ARI}} = 4$ cuando $N_{\text{DMRS}} = 1$, donde N_{DMRS} es el número de configuraciones DMRS usadas para el ePDCCH o el PDSCH correspondiente. Por lo demás, (por ejemplo, cuando $N_{\text{DMRS}} \neq 1$), este valor puede ser más grande, y puede ser, por ejemplo, $N_{\text{ARI}} = 4N_{\text{DMRS}}$;
- 15 u es un índice entero que representa un UE particular;
- 20 n_{tipo} es un entero que representa el tipo de transmisión ePDCCH. Este puede tener diferentes valores cuando ePDCCH se transmite en CSS que cuando se transmite en UESS, y/o que cuando ePDCCH se localiza, y/o que cuando ePDCCH se distribuye;
- 25 k es un entero que identifica una ubicación de ePDCCH que contiene un enlace descendente concedido al UE, o que identifica la ubicación de una transmisión PDSCH que contiene datos para el UE;
- 30 L es la longitud del ePDCCH en los eCCEs o la transmisión PDSCH en los PRBs;
- $\lfloor k/L \rfloor$ es un índice de recurso normalizado;
- m es un entero que identifica un puerto de antena y/o una capa MU-MIMO de un ePDCCH que contiene una concesión de enlace descendente al UE. Si m no es necesario (tal como cuando MU-MIMO no se usa en ePDCCH), se puede omitir, o establecerse equivalentemente a 0;
- 35 G es un entero usado para permitir que los ePDCCHs en diferentes puertos de antena y/o las capas de MU-MIMO sean mapeados más allá en los recursos PUCCH. Este se puede omitir (establecerse equivalentemente $G = 1$) si no es necesario;
- 40 $\lfloor x \rfloor$ es el entero más grande menor o igual que el número real x ;
- $\text{mod}(x, y)$ es el restante cuando el entero x se divide por el entero y . Cuando x y y son vectores, son del mismo tamaño y el cálculo se hace elemento por elemento. Esto es, el restante de $x(i)$ dividido por $y(i)$ se calcula donde $1 \leq i \leq l$ y l es el índice máximo del vector x .
- 45 En un primer ejemplo divulgado de asignación implícita/explicita híbrida, un recurso PUCCH se determina usando la posición del recurso y la configuración DMRS del ePDCCH transmitido al UE. En este caso, $k = n_{\text{eCCE}}$, donde n_{eCCE} es la ubicación del ePDCCH en los recursos ePDCCH. Puede ser un índice de uno de los eCCEs (tal como el primer CCE) del ePDCCH transmitido al UE. El valor de m se establece en $m = n_{\text{DMRS}}$. El n_{DMRS} variable es un índice de una configuración DMRS usada en una decodificación exitosa de un ePDCCH situado en n_{eCCE} . Cada configuración DMRS puede ser una combinación de índice de codificación y puerto de antena. Es posible que las combinaciones de índice de codificación y/o puerto de antena puedan estar fijas en una o más especificaciones de LTE, y/o señaladas con señalización de control de recurso de radio (RRC [por sus siglas en inglés]), y que cualquiera o ambos del índice de codificación o puerto de antena puede estar fijo a un solo valor de un UE. N_{DMRS} es el número de configuraciones DMRS del DMRS(s) ePDCCH que puede ser una referencia de fase para el ePDCCH. También, $G = \lfloor N_{\text{ARI}} / N_{\text{DMRS}} \rfloor$, donde $\lfloor x \rfloor$ es el entero más pequeño mayor o igual que el número real x .
- 50 Una operación de ejemplo 800 de este primer ejemplo divulgado de asignación de recurso PUCCH implícita/explicita híbrida se ilustra en la FIG. 8. El eje X de la FIG. 8 muestra los eCCEs que están ocupados por los ePDCCHs del UE, al mismo tiempo que el eje Y de la FIG. 8 muestra la configuración DMRS en que se transmiten estos. La FIG. 8 muestra el caso donde la configuración DMRS corresponde a una capa MU-MIMO. Las ubicaciones eCCE están dadas como el índice eCCE, n_{eCCE} , y la capa MIMO se indexa de acuerdo con la configuración DMRS asociada con esa capa, n_{DMRS} . En la operación de ejemplo ilustrada 800 de la FIG. 8, cinco UEs están programados en ePDCCH. Considerando los primeros tres UEs, UE1 y UE3 están programados ambos usando MU-MIMO, ocupando los mismos eCCEs pero en diferentes capas MU-MIMO (por ejemplo, eCCEs 0 y 1 en las capas MU-MIMO 0 y 1 en la operación de ejemplo 800 de la FIG. 8), en tanto que UE2 está programado en un conjunto diferente de eCCEs (por ejemplo, eCCEs 4 y 5 en la

operación de ejemplo 800 de la FIG. 8). El recurso PUCCH asociado con el ePDCCH para UE1, 2, y 3 está etiquetado en la FIG. 8 como $n_{PUCCH,UE1}^{(1)}$, $n_{PUCCH,UE2}^{(1)}$ y $n_{PUCCH,UE3}^{(1)}$, respectivamente.

En la operación de ejemplo 800, los recursos PUCCH para los UEs se determinan al sustituir los valores correspondientes de n_{eCCE} y n_{DMRS} para cada UE. Considerando un ejemplo divulgado donde n_{eCCE} está determinado como el índice del primer índice eCCE ocupado por el ePDCCH, entonces para UE2, $n_{eCCE} = 4$ y $n_{DMRS} = 0$. Si $N_{DMRS} = 4$, $N_{ARI} = 4N_{DMRS} = 16$, y $G = N_{ARI} / N_{DMRS} = 4$, entonces, dado que ePDCCH de UE2 ocupa dos eCCEs, $L = 2$, y

$n_{PUCCH,UE2}^{(1)} = ARI_{2,n_{tipo}}(\text{mod}(\lfloor 4/2 \rfloor + 4 \cdot 0, 16)) = ARI_{2,n_{tipo}}^{(2)}$, donde $x \cdot y$ indica que x y y se multiplican en conjunto. De modo parecido, los recursos PUCCH para UEs 1 y 3 se determinan como

$$n_{PUCCH,UE1}^{(1)} = ARI_{1,n_{tipo}}(\text{mod}(\lfloor 0/2 \rfloor + 4 \cdot 0, 16)) = ARI_{1,n_{tipo}}^{(0)}$$

y $n_{PUCCH,UE3}^{(1)} = ARI_{3,n_{tipo}}(\text{mod}(\lfloor 0/2 \rfloor + 4 \cdot 1, 16)) = ARI_{3,n_{tipo}}^{(4)}$, respectivamente. Por lo tanto, se puede observar que

si $ARI_{1,n_{tipo}}^{(0)} \neq ARI_{2,n_{tipo}}^{(2)} \neq ARI_{3,n_{tipo}}^{(4)}$, entonces los tres UEs serán asignados a recursos PUCCH distintos, según sea necesario para corregir la operación Ack/Nack,

Los UEs 1 y 2 muestran el beneficio de usar la posición del ePDCCH en los recursos ePDCCH para determinar el recurso PUCCH. Debido a que los UEs 1 y 2 ocupan diferentes eCCEs, y por tanto tienen diferentes valores de n_{eCCE} , el primer valor (con índice 0) de ARI_1 y el tercer valor (con índice 2) de ARI_2 , respectivamente, están asignados a los UEs 1 y 2. Por lo tanto, mover los ePDCCHs en recursos ePDCCH resulta en diferentes asignaciones de recurso PUCCH. Esto permite que la red controle la asignación de recurso PUCCH al seleccionar donde se programan los ePDCCHs de UE en los recursos ePDCCH.

Un beneficio posible de usar un índice de recurso PUCCH normalizado es que más valores de la función ARI se pueden producir cuando $L > 1$. Si el índice de recurso no está normalizado, entonces la Ecuación 5 en su lugar sería:

$$n_{PUCCH}^{(1)} = ARI_{u,n_{tipo}}(\text{mod}(k + Gm, N_{ARI}))$$

Ecuación 6

El espacio de búsqueda PDCCH LTE Rel-10 se construye de forma que el inicio PDCCHs incluso en los límites de los niveles de agregación, de forma que el $\text{mod}(n_{eCCE}, L) = 0$. Asumiendo que el ePDCCH tiene el mismo comportamiento, entonces con $k = n_{eCCE}$, se tiene $\text{rem}(k, L) = 0$. Por ejemplo, si $L = N_{ARI} = 4$ y $m = 0$, entonces la Ecuación 6 se convierte en $n_{PUCCH}^{(1)} = ARI_{u,n_{tipo}}(\text{mod}(k, 4)) = ARI_{u,n_{tipo}}^{(0)}$. Por lo tanto, solo un valor de $ARI()$ se producirá en este caso. Sin embargo, si la Ecuación 5 se usa en su lugar, entonces cuatro (4) distintos valores de $ARI()$ son posibles, dado que si $0 \leq k < 16$, entonces $\text{mod}(\lfloor k/L \rfloor, 4) \in \{0, 1, 2, 3\}$. Por lo tanto, se puede observar que la normalización puede permitir mejor flexibilidad de programación para mayores niveles de agregación.

En la operación de ejemplo 800 de la FIG. 8, los UEs 1 y 3 muestran el beneficio de usar n_{DMRS} para determinar el recurso PUCCH. Si la función ARI estuviera definida sin esta, la definición podría ser

$n_{PUCCH}^{(1)} = ARI_{u,n_{tipo}}(\text{mod}(\lfloor k/L \rfloor, N_{ARI}))$ y los recursos PUCCH asignados serían entonces $n_{PUCCH}^{(1)} = ARI_{u,n_{tipo}}(\text{mod}(\lfloor k/L \rfloor, N_{ARI}))$ y $n_{PUCCH,UE3}^{(1)} = ARI_{3,n_{tipo}}(\text{mod}(\lfloor 0/4 \rfloor, 16)) = ARI_{3,n_{tipo}}^{(0)}$. Si $ARI_1(0) = ARI_3(0)$ los mismos recursos PUCCH serían asignados a los UEs 1 y 3, resultando en la operación Ack/Nack incorrecta. Sin embargo, cuando se usa n_{DMRS} en las funciones ARI, se usan diferentes índices para buscar cada recurso(s) PUCCH de UE, y la red tiene mejor control sobre cómo son asignados los recursos PUCCH. Dicho de otro modo, debido a que el n_{eCCE} y las n_{DMRS} pueden ser variables independientes que son dinámicos y están bajo control de la red, el uso de ambos para determinar los recursos PUCCH permite al programador mayor flexibilidad para programar de manera óptima el ePDCCH al mismo tiempo que evita los conflictos de recurso PUCCH.

Los UEs 4 y 5 en la operación de ejemplo 800 de la FIG. 8 tienen un comportamiento de alguna manera diferente que los primeros 3 UEs. Los UEs 4 y 5 están programados en MU-MIMO capa 2, y están asignados a los recursos PUCCH

$$n_{PUCCH,UE4}^{(1)} = ARI_{4,n_{tipo}}(\text{mod}(\lfloor 2/2 \rfloor + 4 \cdot 2, 16)) = ARI_{4,n_{tipo}}^{(9)}$$

$n_{PUCCH,UE5}^{(1)} = ARI_{5,n_{tipo}}(\text{mod}(\lfloor 4/4 \rfloor + 4 \cdot 2, 16)) = ARI_{5,n_{tipo}}^{(9)}$, respectivamente. Los argumentos en las funciones ARI() para los UEs 1-3 fueron distintos, y así en ese caso sería posible tener un conjunto de valores para ARI,

de forma que $ARI_{1,n_{tipo}}(i) = ARI_{2,n_{tipo}}(i) = ARI_{3,n_{tipo}}(i)$ para todos los valores de i . Sin embargo, si un conjunto de valores para ARI fuera usado para los UEs 4 y 5, entonces los recursos PUCCH serían

$n_{PUCCH,UE4}^{(1)} = ARI_{4,n_{tipo}}^{(9)} = ARI_{5,n_{tipo}}^{(9)} = n_{PUCCH,UE5}^{(1)}$. La operación Ack/Nack incorrecta resultaría de usar los mismos recursos PUCCH para UEs 4 y 5. Por lo tanto, los UEs 4 y 5 ilustran el beneficio de usar diferentes recursos PUCCH entre las funciones ARI() de UE.

Sería deseable identificar transmisiones ePDCCH usando el puerto DMRS en que están transmitiendo en vez del índice de configuración DMRS más general definido en el ejemplo de la Ecuación 5. Por lo tanto, en otro ejemplo divulgado alternativo de la asignación implícita/explicita híbrida, $m = p-7$, donde $p \in \{7,8,9,10\}$ es un puerto DMRS que al menos una porción del ePDCCH se transmite al UE.

Dado que una transmisión PUCCH ACK/NACK está en respuesta a una transmisión PDSCH, algunos ejemplos de asignación de recurso PUCCH implícita/explicita híbrida usa parámetros PDSCH más que parámetros de un ePDCCH programando la transmisión PDSCH. Tales técnicas de ejemplo pueden ser adecuada para subtramas donde todos los PDSCHs son programados por el ePDCCH y no hay PDCCH en un portador. Las subtramas del llamado 'Nuevo Tipo de Portador' (NCT [por sus siglas en inglés]) expuesto para estándares LTE Rel-11 podrán tener tal configuración. Por lo tanto, en otro ejemplo divulgado alternativo de asignación implícita/explicita híbrida, $k = n_{PDSCH}$, donde n_{PDSCH} es la ubicación del PDSCH en recursos PDSCH. Puede ser un índice de uno de los PDSCH PRBs (tal como el primer PRB) de la transmisión PDSCH. En tal ejemplo, m se puede establecer en $m = n_{DMRS}$, pero con n_{DMRS} definido para ser un índice de una configuración DMRS usada para decodificar un PDSCH situado en n_{PDSCH} . Cada configuración DMRS puede ser una combinación de índice de codificación y puerto de antena. Es posible que las combinaciones de índice de codificación o de puerto de antena puedan estar fijas en especificaciones o señaladas con señalización RRC, y que cualquiera o ambos del índice de codificación o de puerto de antena esté fijo a un solo valor para un UE. N_{DMRS} es el número de configuraciones DMRS del DMRS(s) ePDCCH que puede ser referencia(s) de fase para el PDCCH. También, $G = \lceil N_{ARI} / N_{DMRS} \rceil$, donde $\lceil x \rceil$ es el entero más pequeño mayor o igual que el número real x .

Según se describió anteriormente, la posición de un ePDCCH en los recursos ePDCCH puede no ser única a menos que el espacio de búsqueda o el tipo de asignación sea tomado en cuenta. Por lo tanto, diferentes conjuntos de recursos para ARI() se pueden usar por el UE para asignaciones localizadas en vez de para asignaciones distribuidas. En otras palabras, asumiendo $n_{tipo} = 1$ para asignación localizada y $n_{tipo} = 2$ para asignación distribuida, entonces $ARI_{u,1}(i) \neq ARI_{u,2}(i)$ en algunos ejemplos.

En algunos ejemplos, un conjunto de recursos PUCCH para ARI() se pueden compartir por múltiples UEs para ePDCCHs en un espacio de búsqueda común. En tales ejemplos, puede ser benéfico emitir la lista de todos los UEs que reciben servicio por una célula en un mensaje en un canal de control común, tal como un bloque de información de sistema (SIB [por sus siglas en inglés]), usando un mensaje RRC con un grupo basado en identificador temporal de red de radio (RNTI [por sus siglas en inglés]) en un ePDCCH transmitido a un grupo de UEs en una célula, o para valores predeterminados específicos de la lista de forma que son conocidos por la red y el UE (por ejemplo, al incluir los valores de la lista en las especificaciones de capa física). Las listas de recursos PUCCH correspondientes a los espacios de búsqueda específica UE o ePDCCH localizado puede ser diferente para cada UE independientemente usando mensajería, por ejemplo, a través de señalización RRC. El parámetro G puede ser cualquiera de la emisión en SIB o señalizado para cada UE individualmente a través de señalización dedicada.

El ejemplo divulgado definido por la anteriormente mencionada Ecuación 5 mapea las asignaciones de recurso PUCCH a un conjunto fijo de recursos PUCCH. Si el número de recursos PUCCH varía en el tiempo, que puede ser deseable cuando el número de recursos ePDCCH disponibles varía de subtrama en subtrama, tal como aquellos controlados por un nuevo control de canal indicador de formato de canal de control físico mejorado (ePCFICH [por sus siglas en inglés]), sería posible para los recursos PUCCH mapeados que existieran en una subtrama y no en otra. Por lo tanto, cuando el número de recursos PUCCH puede variar en el tiempo, un segundo ejemplo divulgado se puede usar que varíe el mapeo como una función del tamaño de región ePDCCH para asegurar que se queda dentro de los recursos PUCCH disponibles. Este segundo ejemplo divulgado, que se puede implementar por los procesos de ejemplo 500 y/o 600, se pueden describir como una función de mapeo usando la Ecuación 7 de abajo.

$$n_{PUCCH}^{(1)} = \lfloor ARI_u(\text{mod}(\lfloor k/L \rfloor + Gm, N_{ARI})) \cdot E_{\Delta} \rfloor + N_{ePUCCH}^{(1)}(u, n_{tipo})$$

Ecuación 7

En la Ecuación 7, las variables según se definen por la Ecuación 5 son las mismas, y la Ecuación 7 también incluye los parámetros siguientes:

$ARI_u(i)$ es una lista de vectores de recurso PUCCH para el UE con índice u , indexada por el entero i . $ARI_u(i)$ contiene elementos N_{ARI} . Este valor puede ser $N_{ARI} = 4$ cuando $N_{DMRS} = 1$; de otra manera este valor puede ser mayor, tal como, por ejemplo, $N_{ARI} = 4N_{DMRS}$;

$E\Delta$ es un factor de escala de recurso PUCCH determinado en cada subtrama, donde $0 < E\Delta \leq 1$. Cuando $ARI_{u,n_{tipo}}(i)$ contiene más de un elemento, cada elemento de $ARI_{u,n_{tipo}}(i)$ se puede multiplicar por $E\Delta$. Si $E\Delta$ no es necesario se puede omitir, o establecerse equivalentemente en 1;

$N_{ePUCCH}^{(1)}(u, n_{tipo})$ es un desplazamiento del recurso PUCCH entero que define el inicio de los recursos PUCCH para ePDCCH para un UE con índice u programado en un tipo de transmisión ePDCCH indexado por n_{tipo} . Es similar a $N_{PUCCH}^{(1)}$ que se usa para la recepción PDCCH en LTE Rel-8. Puede ser común a todos los UEs en el portador que contiene ePDCCH, dependiendo del tipo de transmisión ePDCCH. En tal ejemplo, un solo valor de $N_{ePUCCH}^{(1)}(u, n_{tipo})$ puede ser usado para todos los UEs, esto es, $N_{ePUCCH}^{(1)}(u, n_{tipo}) = N_{ePUCCH}^{(1)}(0, n_{tipo})$ para todos los índices UE u .

Si $N_{ePUCCH}^{(1)}(u, n_{tipo})$ puede ser diferente para cada UE, se puede señalar a UEs con señalización RRC.

Las simplificaciones usadas para el ejemplo divulgado de la Ecuación 5 también aplican a este ejemplo divulgado de la Ecuación 7. Si m no es necesario (tal como cuando MU-MIMO no se usa en ePDCCH), se puede omitir, o establecerse equivalentemente a $m = 0$. También, G se puede omitir (establecerse equivalentemente en $G = 1$) si no es necesario.

El ejemplo divulgado de la Ecuación 7 modifica los recursos PUCCH que habrían sido asignados por el ejemplo divulgado de la Ecuación 5, escalándolos por $E\Delta$, que puede variar con los recursos PUCCH disponibles en cada subtrama. Una primera forma de ejemplo para determinar $E\Delta$ es usar una fórmula fija en especificaciones futuras de LTE. Una forma de hacer esto es seleccionar $E\Delta = N_{ePUCCH} / N_{ePUCCH}^{\max}$, donde N_{ePUCCH} es el número total de recursos PUCCH requeridos para el ePDCCH en una subtrama, y $N_{ePUCCH}^{\max}$ es el número total máximo de recursos PUCCH disponibles para ePDCCH en cualquier subtrama. Por ejemplo, si ePCFICH es soportado, $N_{ePUCCH}^{\max}$ y una lista de los valores de N_{ePUCCH} correspondientes al tamaño de ePDCCH está señalizado al UE (por ejemplo, el UE 105) usando señalización de capa superior. En cada subtrama, el UE busca el valor de $N_{ePUCCH}^{\max}$ de la lista de valores de N_{ePUCCH} al seleccionar uno que corresponde al tamaño del ePDCCH señalado en el ePCFICH.

Un segundo conjunto de métodos de ejemplo para determinar $E\Delta$ es usar señalización de capa superior de una forma más directa. En uno de tales métodos de ejemplo, $E\Delta$ se selecciona de una lista de valores C indicados al UE usando señalización RRC o en un bloque de información de sistema (SIB) transmitido usando un canal de emisión física (PBCH). Un elemento con el índice c se selecciona de la lista, donde c es un entero positivo que corresponde al tamaño de una región ePDCCH. El índice c está indicado para el UE en cada subtrama.

Escalando $ARI_u(i)$ por $E\Delta$ produce números cercanos a cero independientemente del valor de u , esto es, para todos los UEs. Por lo tanto, el desplazamiento $N_{ePUCCH}^{(1)}(u, n_{tipo})$ se usa para permitir que la región de recurso PUCCH se establezca independientemente en una base UE. Debido a que $N_{ePUCCH}^{(1)}(u, n_{tipo})$ puede ajustar la región de recurso PUCCH de acuerdo con el tipo de transmisión ePDCCH, no es necesario que $ARI_u(i)$ dependa del tipo de transmisión en este ejemplo divulgado de asignación PUCCH híbrida que es una función del tamaño de región ePDCCH.

Un segundo ejemplo de proceso UE 900 que puede ejecutarse para implementar el asignador de recurso UE UCC de ejemplo 125 de la FIG. 1 se ilustra en la FIG. 9. Un segundo proceso eNB de ejemplo 1000 correspondiente que se puede ejecutar para implementar el asignador de recurso eNB UCC de ejemplo 130 de la FIG. 1 se ilustra en la FIG. 10. Los segundos procesos de ejemplo 900 y 1000 implementan una segunda solución de ejemplo (también referida en este documento, como solución de ejemplo #2) divulgada en este documento para realizar asignación de recurso PUCCH para un ePDCCH. La solución de ejemplo #2 corresponde a la asignación de recurso implícita extendida en que los recursos PUCCH no están determinados (por ejemplo, indirectamente) de listas o tablas, sino que en su lugar están mapeados de la localización de la transmisión ePDCCH recibida usando los parámetros específicos UE. Además, los segundos procesos de ejemplo 900 y 1000 se pueden usar para implementar en dos tipos de ejemplos de asignación de recurso

PUCCH implícita extendida. En el primer tipo de ejemplo, un recurso PUCCH está asignado, en tanto que, en el segundo tipo de ejemplo, más de un recurso PUCCH está asignado. Se puede usar el último ejemplo divulgado, por ejemplo, cuando se configura la selección de canal de formato PUCCH 1b o la diversidad de transmisión PUCCH para un UE.

5 En un ejemplo divulgado de asignación de recurso implícito extendido para un recurso PUCCH (por ejemplo, el primer tipo de ejemplo de asignación de recurso implícita), los recursos PUCCH se mapean directamente frente a parámetros señalados implícitamente más que estar determinados indirectamente de listas o tablas. Como en la asignación de recurso implícito/explicito híbrido (por ejemplo, la solución #1 expuesta anteriormente), los recursos PUCCH se determinan al menos por un índice de recurso, y un identificador DMRS se puede usar además para determinar los recursos PUCCH.

10 Diferentes conjuntos de recursos PUCCH se pueden asignar a cada UE de acuerdo con, por ejemplo, el tipo de transmisión ePDCCH, con los conjuntos siendo seleccionados dependiendo de, por ejemplo, si el ePDCCH está en CSS o en UESS, y/o si el ePDCCH es distribuido o localizado, etc.

15 Similar a la asignación de recurso implícita/explicita híbrida, la asignación de recurso PUCCH implícita extendida también usa un mapeo muchos a uno de un índice de recurso normalizado. Por ejemplo, el índice de recurso normalizado se puede calcular de la misma manera que para la asignación implícita/explicita híbrida. En algunos ejemplos, el índice de recurso normalizado puede mapearse después a un recurso PUCCH al agregar un desplazamiento de recurso PUCCH al índice de recurso normalizado. En algunos ejemplos, el desplazamiento de recurso PUCCH puede estar señalado por cada UE, y diferentes desplazamientos se pueden señalar para tipos de transmisión ePDCCH diferentes, tales como

20 corresponde si el ePDCCH está en CSS o en UESS, y/o si el ePDCCH es distribuido o localizado.

Si los UEs tienen el mismo valor de recurso PUCCH normalizado, como puede pasar para la transmisión MU-MIMO ePDCCH, se pueden usar mecanismos adicionales para evitar mapear los UEs al mismo recurso PUCCH cuando se realice la asignación de recurso PUCCH implícita extendida. Por ejemplo, el mapeo muchos- a- uno puede mapear una

25 suma del índice de recurso normalizado y un índice escalado de una configuración de DMRS o puerto de antena al recurso PUCCH.

Puede ser deseable asegurar que los recursos asignados se queden dentro de ciertos límites cuando se realiza la asignación de recurso PUCCH implícita extendida. Por ejemplo, el mapeo muchos- a- uno puede comprender

30 adicionalmente una división de módulo del índice de recurso normalizado o la suma del índice de recurso normalizado con el índice de configuración DMRS por un número de recursos PUCCH disponibles. En tales ejemplos, el recurso PUCCH que se va a usar por el UE puede ser determinado al agregar el desplazamiento de recurso PUCCH al resultado de la división de módulo.

35 Con lo anterior en mente, y con referencia a las figuras precedentes y descripciones asociadas, el proceso de ejemplo 900 de la FIG. 9 empieza la ejecución en el bloque 905 en que el asignador de recurso UE UCC 125 del UE 105 obtiene (por ejemplo, a través de la señalización del eNB 110 y/o de cualquier otra manera) cualesquier parámetros de asignación de canal de control de enlace ascendente que se van a usar para realizar la asignación de recurso PUCCH. En el bloque 910, el asignador de recurso UE UCC 125 obtiene (por ejemplo, a través de señalización del eNB 110 y/o de cualquier

40 otra manera) un desplazamiento de canal de control de enlace ascendente que se va a usar para asignación de recurso PUCCH extendido implícito. En el bloque 915, el asignador de recurso UE UCA 125 determina un identificador DMRS con base en la información DMRS asociada con una transmisión ePDCCH para ser recibida por el UE 105. En el bloque 920, el UE 105 recibe una transmisión ePDCCH para la que uno o más recursos PUCCH se van a asignar. En el bloque 925, el asignador de recurso UE UCC 125 determina una posición (por ejemplo, un índice eCCE) de la transmisión ePDCCH

45 recibida.

Como se describió anteriormente y con mayor detalle a continuación, en el bloque 930, el asignador de recurso UE UCC 125 normaliza la posición determinada de la transmisión ePDCCH recibida para determinar un índice de recurso normalizado. En el bloque 935, el asignador de recurso UE UCC 125 procesa el índice de recurso normalizado, el

50 identificador DMRS y el desplazamiento de canal de control de enlace ascendente con una función de mapeo (por ejemplo, que puede estar basado en los parámetros obtenidos en el bloque 905), como se describe con mayor detalle a continuación, para determinar un recurso PUCCH asignado. En el bloque 940, el UE 105 transmite en el recurso PUCCH asignado.

55 De la misma manera, el proceso de ejemplo 1000 de la FIG. 10 empieza la ejecución en el bloque 1005 en que el asignador de recurso eNB UCC 130 del eNB 110 provee (por ejemplo, a través de señalizar y/o de cualquier otra manera adecuada) al UE 105 cualesquier parámetros de asignación de canal de control de enlace ascendente que se van a usar para realizar la asignación de recurso PUCCH. En el bloque 1010, el asignador de recurso eNB UCC 130 provee (por ejemplo, a través de señalización y/o de cualquier otra manera) el desplazamiento de canal de control de enlace ascendente al UE 105 para

60 uso por el UE 105 cuando se realiza la asignación de recurso PUCCH extendido implícito. En el bloque 1015, el eNB 110 transmite el ePDCCH para el que el uno o más recursos PUCCH se va a asignar. En algunos ejemplos, el eNB 110 determina un puerto DMRS y/o un índice de codificación DMRS y el identificador DMRS asociado para uso en transmitir el ePDCCH. El eNB 110 también determina la posición (por ejemplo, un índice eCCE) en que transmitirá el ePDCCH. El eNB 110 transmite después el ePDCCH al UE 105 en la posición determinada usando el puerto DMRS y/o el índice de

65 codificación DMRS.

Una operación de ejemplo 1100 de los procesos de ejemplo 900 y 1000 que implementan la solución de ejemplo # 2 en que la posición de un ePDCCH es mapeada a un recurso PUCCH usando asignación de recurso extendido implícito se ilustra en la FIG. 11. En el ejemplo ilustrado de la FIG. 11, y similar en la asignación implícita/explicita híbrida (por ejemplo, solución de ejemplo # 1), un índice de recurso normalizado se calcula como $\lfloor k/L \rfloor$, usando el índice del primer eCCE del ePDCCH de un UE (' k ') y la longitud del ePDCCH (' L ') en unidades de eCCE. El índice de recurso normalizado $\lfloor k/L \rfloor$ y la capa MU-MIMO del ePDCCH's (' m ') se combinan entonces y se envían a una función módulo que limita el recurso PUCCH combinado a un rango. Este cálculo del recurso PUCCH combinado limitado se puede expresar como $\text{mod}(\lfloor k/L \rfloor + Gm, N_{ePUCCH})$. En la operación de ejemplo ilustrada 1100 de la FIG. 11, el factor de escala MU-MIMO,

G , se asume que es $G = 2$. Además, el número de recursos PUCCH disponibles, N_{ePUCCH} , se asume que es mayor que la suma del índice de recurso normalizado y el índice de capa MU-MIMO escalado. En la operación de ejemplo ilustrada 1100, el recurso PUCCH combinado limitado se combina entonces además con un desplazamiento de recurso $N_{ePUCCH}^{(1)}(u, n_{tipo})$ para producir el recurso PUCCH asignado, donde u es el índice del UE y n_{tipo} es un entero que representa el tipo de transmisión ePDCCH (por ejemplo, espacio de búsqueda común en comparación con UE espacio de búsqueda específica). El recurso PUCCH asignado es para UE u se indica como $n_{PUCCH,UEu}^{(1)}$ en la operación de ejemplo ilustrada 1100 de la FIG. 11.

La operación de ejemplo 1100 ilustrada en la FIG. 11, que corresponde al primer tipo de asignación de recurso PUCCH implícita extendida en que un recurso PUCCH se asigna, se puede modificar para soportar, por ejemplo, la selección de canal y/o diversidad de transmisión. Cuando un LTE UE se configura para transmitir el formato PUCCH 1b con la selección de canal o cuando se configura para transmitir PUCCH usando diversidad de transmisión, el UE puede estar asignado en múltiples recursos PUCCH. En consecuencia, en un segundo tipo de ejemplo de asignación de recurso implícito, múltiples recursos PUCCH están asignados a un UE.

En algunos ejemplos, recursos PUCCH adicionales pueden ser asignados usando asignación de recurso implícita extendida mediante el uso de desplazamientos de recurso PUCCH secundarios. Por ejemplo, una suma de los desplazamientos de recurso PUCCH secundarios y el índice de recurso PUCCH normalizado puede reemplazar el índice de recurso PUCCH normalizado que se usó en el primer tipo de cálculos de asignación de recurso implícita extendida para determinar un cálculo de recurso PUCCH. Además, en algunos ejemplos, los desplazamientos de recurso PUCCH secundario se pueden escalar para evitar conflictos de asignación de recurso entre UEs con los mismos recursos PUCCH normalizados. En otros ejemplos, el recurso PUCCH normalizado se puede reemplazar por una suma del desplazamiento PUCCH secundario y un valor escalado del recurso PUCCH normalizado para evitar los conflictos.

En la operación de esquema dúplex por división en el tiempo (TDD), un UE (por ejemplo, el UE 105) puede recibir un ePDCCH en cada una de las subtramas múltiples. En tales ejemplos, puede ser deseable que la cantidad de recursos PUCCH requeridos crezcan con el número de recursos PUCCH asignados a un UE en una subtrama, así como el tamaño de la región ePDCCH. De esa manera, la cantidad de recurso PUCCH se puede reducir cuando un UE se programa en menos PDSCHs y cuando menos UEs son programados en una subtrama. Por lo tanto, algunos ejemplos del segundo tipo de asignación de recurso implícita extendida asigna índices de recurso PUCCH superiores para UEs programados con recursos PUCCH normalizados superiores, y para los PDSCHs con índices de tiempo superiores, usando un desplazamiento de recurso PUCCH que varía en el tiempo.

Se proveen ahora detalles adicionales relacionados con la solución de ejemplo #2, que corresponden a la asignación de recurso implícita extendida híbrida y que se puede implementar por los procesos de ejemplo 900 y/o 1000. Por lo expuesto anteriormente, se consideran dos ejemplos divulgados para asignación de recurso implícita extendida. El primero asigna un recurso PUCCH, en tanto que el segundo asigna más de uno. Se puede usar el último ejemplo divulgado cuando se configura la selección de canal de formato PUCCH 1b o la diversidad de transmisión PUCCH para un UE (por ejemplo, el, UE 105).

En un ejemplo de asignación de recurso implícito extendido para un recurso PUCCH, los recursos PUCCH se mapean directamente frente a parámetros señalados implícitamente más que estar determinados indirectamente de listas o tablas. Como en la solución de ejemplo implícita/explicita híbrida #1 descrita anteriormente, los recursos PUCCH son al menos determinados por un índice de recurso normalizado, y un identificador DMRS se puede usar para determinar recursos PUCCH cuando un UE puede recibir ePDCCHs MU-MIMO. Diferentes conjuntos de recursos PUCCH se pueden asignar de acuerdo con el tipo de transmisión ePDCCH, con los conjuntos siendo seleccionados dependiendo de, por ejemplo, si el ePDCCH está en CSS o en UESS, y/o en si el ePDCCH es distribuido o localizado, etc. La forma general del mapeo de asignación de recurso implícita extendida se puede describir como una función de mapeo usando la ecuación siguiente:

$$n_{PUCCH}^{(1)} = \text{mod}(\lfloor k/L \rfloor + Gm, N_{ePUCCH}) + N_{ePUCCH}^{(1)}(u, n_{tipo})$$

Ecuación 8

La Ecuación 8 incluye los parámetros siguientes:

$n_{PUCCH}^{(1)}$ es un recurso PUCCH en que el UE puede transmitir;

k es un entero que identifica la ubicación de un ePDCCH que contiene un enlace descendente concedido al UE, o que identifica la ubicación de una transmisión PDSCH que contiene datos para el UE;

L es la longitud del ePDCCH en los eCCEs, o la transmisión PDSCH en los PRBs;

$\lfloor k/L \rfloor$ es un índice de recurso normalizado;

m es un entero que identifica un puerto de antena y/o una capa MU-MIMO de un ePDCCH que contiene una concesión de enlace descendente al UE. Si m no es necesario (tal como cuando MU-MIMO no se usa en ePDCCH), se puede omitir, o establecerse equivalentemente a 0;

G es un entero usado para permitir E-PDCCHs en diferentes puertos de antena y/o las capas de MU-MIMO sean mapeados más allá en los recursos PUCCH. Este se puede omitir (establecerse equivalentemente $G = 1$) si no es necesario;

$N_{ePUCCH}^{(1)}(u, n_{tipo})$ es un desplazamiento de recurso PUCCH entero que define el inicio de los recursos PUCCH para el ePDCCH para un UE con índice u programado en un tipo de transmisión ePDCCH indexado por n_{tipo} . Puede ser similar

a $N_{PUCCH}^{(1)}$ que se usa para la recepción PDCCH en LTE Rel-8. En algunos ejemplos, el desplazamiento de recurso PUCCH entero puede ser común a todos los UEs en el portador que contiene ePDCCH, dependiendo del tipo de

transmisión ePDCCH. En tales ejemplos, un solo valor de $N_{ePUCCH}^{(1)}(u, n_{tipo})$ se puede usar para todos los UEs, esto es, $N_{ePUCCH}^{(1)}(u, n_{tipo}) = N_{ePUCCH}^{(1)}(0, n_{tipo})$ para todos los índices UE u . Si $N_{ePUCCH}^{(1)}(u, n_{tipo})$ puede ser diferente para cada UE, puede señalarse a UEs con señalización RRC específica de UE;

N_{ePUCCH}' es el número de recursos PUCCH disponibles y/o configurados para ePDCCH para al menos un UE en una subtrama;

n_{tipo} es un entero que representa el tipo de transmisión ePDCCH. Este puede tener diferentes valores cuando ePDCCH se transmite en CSS que cuando se transmite en UESS, y/o que cuando ePDCCH se localiza, y/o que cuando ePDCCH se distribuye.

$\text{mod}(x, y)$ es el restante cuando el entero x se divide por el entero y .

En un primer ejemplo divulgado de asignación de recurso implícita extendida, un recurso PUCCH se determina usando la posición y la configuración DMRS del ePDCCH transmitido al UE. En tal ejemplo, $k = n_{eCCE}$, donde n_{eCCE} es la localización del ePDCCH en los recursos ePDCCH. Este puede ser un índice de uno de los eCCEs (tal como el primer CCE) del ePDCCH transmitido al UE. También $m = n_{DMRS}$ donde n_{DMRS} es el índice de configuración DMRS definida en el ejemplo divulgado de la Ecuación 5.

La operación del primer ejemplo divulgado de asignación de recurso PUCCH implícita extendida cuando $G = 1$ se puede demostrar usando la ilustración de la FIG. 11 (que también se usó para ilustrar la operación de recurso PUCCH implícita/explicita híbrida). En este ejemplo, los recursos PUCCH para los UEs se determinan al sustituir los valores correspondientes de k y m para cada UE. Considerando un ejemplo divulgado donde n_{eCCE} está determinado como el índice del primer índice eCCE ocupado por el ePDCCH, entonces para UE2 de la FIG. 11, $u = 2$, $n_{eCCE} = 4$ y $n_{DMRS} = 0$.

Si $N_{ePUCCH}^{(1)}(1, n_{tipo}) = 0$ y $N_{ePUCCH}' = 16$, entonces dado que UE2's ePDCCH ocupa dos eCCEs, $L = 2$, y

$n_{PUCCH, UE2}^{(1)} = \text{mod}(\lfloor 4/2 \rfloor + 0, 16) + N_{ePUCCH}^{(1)}(2, n_{tipo}) = 2 + N_{ePUCCH}^{(1)}(2, n_{tipo})$. De modo parecido, los

recursos PUCCH para UEs 1 y 3 de la FIG. 1 se pueden determinar como $n_{PUCCH, UE1}^{(1)} = \text{mod}(\lfloor 0/2 \rfloor + 0, 16) + N_{ePUCCH}^{(1)}(1, n_{tipo}) = N_{ePUCCH}^{(1)}(1, n_{tipo})$ y

$n_{PUCCH, UE3}^{(1)} = \text{mod}(\lfloor 0/2 \rfloor + 1, 16) + N_{ePUCCH}^{(1)}(3, n_{tipo}) = 1 + N_{ePUCCH}^{(1)}(3, n_{tipo})$, respectivamente. Por lo tanto, se puede observar que si sus desplazamientos específicos UE son idénticos, esto es,

$N_{ePUCCH}^{(1)}(1, n_{tipo}) = N_{ePUCCH}^{(1)}(2, n_{tipo}) = N_{ePUCCH}^{(1)}(3, n_{tipo})$, entonces los tres UEs 1, 2 y 3 de la FIG. 11 serán asignados distintos recursos PUCCH, según sea necesario para corregir la operación Ack/Nack.

Los UEs 1 y 2 de la FIG. 11 demuestran el beneficio de usar k para determinar los recursos PUCCH. Debido a que los UEs 1 y 2 ocupan diferentes eCCEs, y así tienen valores diferentes de n_{eCCE} se asignan diferentes recursos PUCCH a los UEs 1 y 2 incluso si los desplazamientos específicos UE de los UEs son idénticos. Por lo tanto, mover los ePDCCHs en recursos ePDCCH resulta en diferentes asignaciones de recurso PUCCH. Esto permite que la red controle la asignación de recurso PUCCH al seleccionar donde se programan los ePDCCHs de UE en los recursos ePDCCH.

Los UEs 1 y 3 de la FIG. 11 demuestran el beneficio de usar m para determinar el recurso PUCCH. Si la función de la

Ecuación 8 se definió sin este, la definición podría ser los recursos PUCCH asignados podrían ser entonces

$$n_{PUCCH, UE1}^{(1)} = \text{mod}(\lfloor 0/2 \rfloor, 16) + N_{ePUCCH}^{(1)}(1, n_{tipo}) = N_{ePUCCH}^{(1)}(1, n_{tipo}) \quad y$$

$$n_{PUCCH, UE3}^{(1)} = \text{mod}(\lfloor 0/2 \rfloor, 16) + N_{ePUCCH}^{(1)}(3, n_{tipo}) = N_{ePUCCH}^{(1)}(3, n_{tipo}) \quad . \text{ Si}$$

$N_{ePUCCH}^{(1)}(1, n_{tipo}) = N_{ePUCCH}^{(1)}(3, n_{tipo})$, los mismos recursos PUCCH serán asignados a UEs 1 y 3, resultando en la operación Ack/Nack incorrecta. Sin embargo, cuando m se usa en la Ecuación 8, se usan diferentes índices para buscar cada recurso(s) PUCCH de UE, y la red tiene mejor control sobre cómo son asignados los recursos PUCCH.

Dicho de otro modo, debido a que k y m pueden ser variables independientes que son dinámicos y están bajo control de la red, el uso de ambos para determinar los recursos PUCCH permite al programador mayor flexibilidad para programar de manera óptima el ePDCCH al mismo tiempo que evita los conflictos de recurso PUCCH.

Los UEs 4 y 5 de la FIG. 11 tienen un comportamiento diferente de alguna manera a los primeros tres UEs 1, 2 y 3. Por ejemplo, los UEs 4 y 5 de la FIG. 5 están programados en MU-MIMO capa 2, y están asignados a los recursos PUCCH

$$n_{PUCCH, UE4}^{(1)} = \text{mod}(\lfloor 2/2 \rfloor + 2, 16) + N_{ePUCCH}^{(1)}(4, n_{tipo}) = 3 + N_{ePUCCH}^{(1)}(4, n_{tipo}) \quad y$$

$n_{PUCCH, UE4}^{(1)} = \text{mod}(\lfloor 4/4 \rfloor + 2, 16) + N_{ePUCCH}^{(1)}(5, n_{tipo}) = 3 + N_{ePUCCH}^{(1)}(5, n_{tipo})$, respectivamente. Los recursos PUCCH para los UEs 1-3 fueron distintos incluso cuando sus desplazamientos específicos UE fueron los mismos, esto es, cuando

$$N_{ePUCCH}^{(1)}(1, n_{tipo}) = N_{ePUCCH}^{(1)}(2, n_{tipo}) = N_{ePUCCH}^{(1)}(3, n_{tipo}) \quad \text{Sin embargo, si los UEs 4 y 5 tenían los mismos desplazamientos específicos de UE, esto es, } N_{ePUCCH}^{(1)}(4, n_{tipo}) = N_{ePUCCH}^{(1)}(5, n_{tipo}) \quad \text{entonces los recursos PUCCH serán}$$

$$n_{PUCCH, UE4}^{(1)} = 3 + N_{ePUCCH}^{(1)}(4, n_{tipo}) = 3 + N_{ePUCCH}^{(1)}(5, n_{tipo}) = n_{PUCCH, UE5}^{(1)} \quad . \text{ La operación Ack/Nack incorrecta resultaría de usar los mismos recursos PUCCH para UEs 4 y 5. Por lo tanto, los UEs 4 y 5 ilustran el beneficio de usar diferentes desplazamientos de recurso PUCCH específico de UE en la Ecuación 8, tal como cuando}$$

$$N_{ePUCCH}^{(1)}(4, n_{tipo}) \neq N_{ePUCCH}^{(1)}(5, n_{tipo}) \quad .$$

Según se describió anteriormente, la posición de un ePDCCH en los recursos ePDCCH puede no ser única a menos que el espacio de búsqueda o el tipo de asignación sea tomado en cuenta. Por lo tanto, los desplazamientos de recurso

PUCCH específicos de UE $N_{ePUCCH}^{(1)}(u, n_{tipo})$ para un UE dado pueden ser diferentes para asignación localizada y asignación distribuida. En otras palabras, asumiendo que $n_{tipo} = 1$ para asignación localizada y $n_{tipo} = 2$ para asignación distribuida, $N_{ePUCCH}^{(1)}(u, 1) \neq N_{ePUCCH}^{(1)}(u, 2)$ en algunos ejemplos.

Además de desplazamientos de recurso PUCCH específicos de UE, se pueden usar desplazamientos de recurso PUCCH comunes. Los desplazamientos de recurso PUCCH común son compartidos por múltiples UEs para ePDCCHs en un espacio de búsqueda común. En tales ejemplos, puede ser benéfico emitir los desplazamientos de recurso PUCCH común en un mensaje de un canal de control común, o especificar valores predeterminados de los desplazamientos de recurso PUCCH común de forma que los valores son conocidos por la red y el UE (por ejemplo, al incluir los valores del desplazamiento de recurso PUCCH común en especificaciones futuras de capa física). Los desplazamientos de recurso PUCCH correspondientes a espacios de búsqueda de ePDCCH específico y/o localizado de búsqueda específica de UE, y así se pueden señalar para cada UE independientemente usando mensajería dedicada, por ejemplo, a través de señalización RRC.

Una operación de ejemplo 1200 de este primer ejemplo divulgado de asignación de recurso PUCCH implícita extendida $G >$ se ilustra en la FIG. 12 para dos UE de ejemplo 6 y 7. Cuando $G = 1$, dadas sus posiciones ePDCCH particulares, niveles de agregación y capas MIMO, los UEs 6 y 7 de la FIG. 12 mapeara los mismos recursos PUCCH a menos que

5 $N_{ePUCCH}^{(1)}(6, n_{tipo}) \neq N_{ePUCCH}^{(1)}(7, n_{tipo})$. Sin embargo, si $G > 1$, es posible tener $N_{ePUCCH}^{(1)}(6, n_{tipo}) = N_{ePUCCH}^{(1)}(7, n_{tipo})$. En un enfoque de ejemplo, G se selecciona para ser una fracción del

recurso PUCCH disponible total en una subtrama. En general $\lfloor k/L \rfloor$ tiende a ser menos que N_{ePUCCH} debido a que el valor promedio de L es mayor que uno. Por lo tanto, los recursos grandes PUCCH valorados no son tan probables de ser asignados cuando $m = 0$ y $N_{ePUCCH}^{(1)}(u, n_{tipo}) = 0$. Cuando el valor máximo de $\lfloor k/L \rfloor$ es aproximadamente $N_{ePUCCH}/2$

10 , G se puede seleccionar para que sea, por ejemplo, $G = N_{ePUCCH}/2$. Aplicando la Ecuación 8 y tomando $N_{ePUCCH} = 16$ por ejemplo, los recursos PUCCH para UEs 6 y 7 de la FIG. 12, son entonces

$$n_{PUCCH, UE6}^{(1)} = \text{mod}(\lfloor 4/2 \rfloor + 8 \cdot 1, 16) + N_{ePUCCH}^{(1)}(6, n_{tipo}) = 10 + N_{ePUCCH}^{(1)}(6, n_{tipo}) \quad y$$

$$n_{PUCCH, UE7}^{(1)} = \text{mod}(\lfloor 2/2 \rfloor + 8 \cdot 2, 16) + N_{ePUCCH}^{(1)}(7, n_{tipo}) = 1 + N_{ePUCCH}^{(1)}(7, n_{tipo})$$

En tal ejemplo, incluso si $N_{ePUCCH}^{(1)}(6, n_{tipo}) = N_{ePUCCH}^{(1)}(7, n_{tipo})$, serán asignados diferentes recursos PUCCH a UEs 6 y 7.

15 El beneficio de usar el operador $\text{mod}()$ del primer ejemplo divulgado se puede ver considerando UE 7 de la FIG. 12 cuando $G > 1$. Si el operador $\text{mod}()$ es omitido, la Ecuación 8 se convierte en

$$n_{PUCCH}^{(1)} = \lfloor k/L \rfloor + Gm + N_{ePUCCH}^{(1)}(u, n_{tipo}) \quad y \text{ el recurso asignado a UE 7 sería por lo tanto}$$

$$n_{PUCCH, UE7}^{(1)} = \lfloor 2/2 \rfloor + 8 \cdot 2 + N_{ePUCCH}^{(1)}(7, n_{tipo}) = 17 + N_{ePUCCH}^{(1)}(7, n_{tipo})$$

20 entonces $n_{PUCCH, UE7}^{(1)} = 17 + N_{ePUCCH}^{(1)}(7, n_{tipo}) > N_{ePUCCH}$, y UE 7 puede estar asignando un recurso PUCCH que es mayor que el número disponible. Por lo tanto, un beneficio del operador $\text{mod}()$ es asegurar que asignaciones de recurso PUCCH válidas se usan incluso cuando $\lfloor k/L \rfloor + Gm$ es grande, como puede pasar cuando un ePDCCH se transmite en un puerto de antena o una capa MU-MIMO con un índice superior.

25 Puede ser posible restringir las asignaciones ePDCCH tal como $\lfloor k/L \rfloor + Gm$ no es grande. Por lo tanto, en un ejemplo divulgado alternativo de asignación de recurso implícita, los recursos PUCCH se asignan usando la Ecuación 9 de abajo.

$$n_{PUCCH}^{(1)} = \lfloor k/L \rfloor + Gm + N_{ePUCCH}^{(1)}(u, n_{tipo})$$

Ecuación 9

30 Las simplificaciones usadas para el ejemplo de la Ecuación 8 también se pueden aplicar al ejemplo divulgado de la Ecuación 9. Por ejemplo, si m no es necesario (tal como cuando MU-MIMO no se usa en ePDCCH), se puede omitir, o establecerse equivalentemente a $m = 0$. También, G se puede omitir (establecerse equivalentemente en $G = 1$) si no es necesario.

35 Sería deseable identificar transmisiones ePDCCH usando el puerto DMRS en que están transmitiendo en vez del índice de configuración DMRS más general definido en el divulgado ejemplo de la Ecuación 5. Por lo tanto, en otro ejemplo divulgado alternativo de la asignación implícita recurso extendido, $m =$ en la Ecuación 8 y/o la Ecuación 9 se puede asociar con un puerto DMRS en vez de un puerto de antena. Por ejemplo, $m = p-7$, donde $p \in \{7, 8, 9, 10\}$ es un puerto DMRS que al menos una porción del ePDCCH es transmitido al UE.

40 Dado que una transmisión PUCCH ACK/NACK puede ser en respuesta a una transmisión PDSCH, puede ser benéfico usar parámetros PDSCH en vez de usar parámetros de una transmisión PDSCH que programa ePDCCH. Por ejemplo, tal enfoque puede ser adecuado para subtramas donde todos los PDSCHs son programados por el ePDCCH y no hay PDCCH en un portador. Las subtramas del llamado 'Nuevo Tipo de Portador' (NCT) expuesto para estándares LTE Rel-11 podrán tener tal configuración. Por lo tanto, en otro ejemplo divulgado alternativo de asignación de recurso implícito, k en la Ecuación 8 y/o Ecuación 9 se asocia con recursos PDSCH en vez de la ubicación ePDCCH. Por ejemplo, $k = n_{PDSCH}$, donde n_{PDSCH} es la ubicación del PDSCH en recursos PDSCH, que puede ser un índice de uno de los PDSCH PRBs (tal como el primer PRB) de la transmisión PDSCH.

Cuando un LTE UE se configura para transmitir el formato PUCCH 1b con selección de canal, o cuando está configurado para transmitir PUCCH usando diversidad de transmisión, el UE puede tener asignados múltiples recursos PUCCH. En tal, en un segundo tipo de ejemplo divulgado de asignación de recurso implícita extendida (por ejemplo, dirigida para la selección de canal o la diversidad de transmisión), al menos un segundo recurso PUCCH, además a un primer recurso PUCCH, está asignado a un UE. La función de mapeo para este tipo de ejemplo de asignación de recurso implícita extendida se proporciona a continuación:

$$n_{PUCCH,i}^{(1,p=p_j)} = \text{mod} \left(F \lfloor k/L \rfloor + Gm + H\delta_{i,j} + N_{\Delta}, N'_{ePUCCH} \right) + N_{ePUCCH}^{(1)}(u, n_{tipo})$$

Ecuación 10

En la Ecuación 10, las variables según se definen por la Ecuación 8 son las mismas, y la Ecuación 10 también incluye los parámetros siguientes:

$n_{PUCCH,i}^{(1,p=p_j)}$ es el i .er recurso PUCCH en que el UE puede transmitir. Este puede estar representado por un vector de uno o más recursos PUCCH en que el UE puede transmitir, $n_{PUCCH}^{(1)}$. Si está configurada la diversidad de transmisión, los elementos pueden incluir $n_{PUCCH,i}^{(1,p=p_0)}$ que es transmitido en el primer puerto de antena p_0 , y $n_{PUCCH,i}^{(1,p=p_1)}$, que se transmite en el segundo puerto de antena p_1 . Si la diversidad de transmisión no está configurada, entonces $n_{PUCCH}^{(1)}$ puede contener solo un elemento, $n_{PUCCH,i}^{(1,p=p_0)}$.

F es un entero usado para permitir que los ePDCCHs con valores adyacentes de $\lfloor k/L \rfloor$ sean mapeados a recursos PUCCH no adyacentes. Esto se puede omitir (establecerse equivalentemente en $F = 1$) si no es necesario;

i es un índice de entero no negativo de los recursos PUCCH asignados en el puerto de antena p_0 y en el puerto de antena p_1 . Si dos recursos PUCCH están asignados a un puerto de antena, entonces $i = 0$ o $i = 1$;

j es un índice de entero no negativo del puerto de antena del recurso PUCCH en que se puede transmitir;

$\delta_{i,j}$ es un entero no negativo que indica desplazamiento de recurso PUCCH secundario. Se puede usar para asignar más recursos PUCCH a un UE. Por ejemplo, esto puede usarse cuando se configura la diversidad de transmisión PUCCH, o para el formato 1b con selección de canal cuando un UE puede recibir un PDSCH que contiene dos bloques de transporte;

H es un entero usado para permitir que ePDCCHs con diferentes desplazamientos de recurso $\delta_{i,j}$ se mapeen más separados en los recursos PUCCH. Se puede omitir (equivalentemente establecerse en $H = 1$) si no es necesario;

N_{Δ} es un desplazamiento de recurso PUCCH de entero que varía en el tiempo determinado en cada subtrama que puede usarse cuando PDSCHs de más de una trama de enlace descendente requiere Ack/Nack en sistemas TDD. Si N_{Δ} no es necesario, se puede omitir, o establecerse equivalentemente a 0;

En las descripciones siguientes de asignación de recurso implícita extendida, $N_{\Delta} = 0$ a menos que se indique lo contrario, con el fin de simplificar las exposiciones. Debe entenderse que los valores distintos de cero se pueden usar en estos ejemplos divulgados cuando los valores distintos de cero de N_{Δ} son necesarios.

En un ejemplo divulgado del segundo tipo de asignación de recurso implícito extendido, cuando (1) se usa el formato PUCCH 1b con selección de canal, (2) la diversidad de transmisión no está configurada para el UE y (3) el UE está configurado para un modo de transmisión de enlace descendente que soporta hasta dos bloques de transporte y se otorga

una transmisión PDSCH indicada por un ePDCCH correspondiente, entonces $n_{PUCCH}^{(1)}$ contiene dos recursos PUCCH

para el puerto de antena p_0 , es decir, $n_{PUCCH,0}^{(1,p=p_0)}$ y $n_{PUCCH,1}^{(1,p=p_0)}$. Los dos PUCCH secundarios correspondientes son $\delta_{0,0} = 0$ y $\delta_{1,0} = 1$. En tal ejemplo,

$$n_{PUCCH,0}^{(1,p=p_0)} = \text{mod} \left(F \lfloor k/L \rfloor + Gm, N'_{ePUCCH} \right) + N_{ePUCCH}^{(1)}(u, n_{tipo})$$

$$n_{PUCCH,1}^{(1,p=p_0)} = \text{mod}\left(F \lfloor k/L \rfloor + Gm+1 \cdot H, N_{ePUCCH}'\right) + N_{ePUCCH}^{(1)}(u, n_{tipo}) \quad \text{Cuando } \lfloor k/L \rfloor + Gm+1 < N_{ePUCCH}' \text{ y}$$

ambos $F = 1$ y $H = 1$ (o no se usan), entonces $n_{PUCCH,1}^{(1,p=p_0)} = n_{PUCCH,0}^{(1,p=p_0)} + 1$, que es consistente con la forma en que la selección de canales de asignación de recurso para MIMO se especifica en LTE Rel-10.

5 Cuando $F = 1$ y $H = 1$ en el ejemplo divulgado del segundo tipo de asignación de recurso implícita extendida, ePDCCHs con valores adyacentes de $\lfloor k/L \rfloor$ puede tener asignaciones de recurso PUCCH que conflictúan cuando está configurada la diversidad de transmisión (TxD [por sus siglas en inglés]) MIMO o PUCCH. Un ejemplo de operación 1300 de este segundo tipo de asignación de recurso implícita extendida se ilustra en la FIG. 13. Cuando se configura MIMO, pero

10 PUCCH TxD no lo está, y tomando $N_{ePUCCH}' = 16$ y $G = N_{ePUCCH}'/2$, entonces UE8 de la FIG. 13 serán recursos PUCCH asignados

$$n_{PUCCH,UE8,0}^{(1,p=p_0)} = \text{mod}(1 \cdot \lfloor 2/2 \rfloor + 8 \cdot 1 + 1 \cdot 0, 16) + N_{ePUCCH}^{(1)}(8, n_{tipo}) = 9 + N_{ePUCCH}^{(1)}(8, n_{tipo})$$

y

$$n_{PUCCH,UE8,0}^{(1,p=p_1)} = \text{mod}(1 \cdot \lfloor 2/2 \rfloor + 8 \cdot 1 + 1 \cdot 1, 16) + N_{ePUCCH}^{(1)}(8, n_{tipo}) = 10 + N_{ePUCCH}^{(1)}(8, n_{tipo})$$

De modo parecido, UE9 de la FIG. 13 serán recursos PUCCH asignados

$$15 \quad n_{PUCCH,UE9,0}^{(1,p=p_0)} = \text{mod}(1 \cdot \lfloor 4/2 \rfloor + 8 \cdot 1 + 1 \cdot 0, 16) + N_{ePUCCH}^{(1)}(9, n_{tipo}) = 10 + N_{ePUCCH}^{(1)}(9, n_{tipo})$$

y

$$n_{PUCCH,UE9,0}^{(1,p=p_1)} = \text{mod}(1 \cdot \lfloor 4/2 \rfloor + 8 \cdot 1 + 1 \cdot 1, 16) + N_{ePUCCH}^{(1)}(9, n_{tipo}) = 11 + N_{ePUCCH}^{(1)}(9, n_{tipo})$$

En el ejemplo ilustrado, $n_{PUCCH,UE8,0}^{(1,p=p_1)} = n_{PUCCH,UE9,0}^{(1,p=p_0)}$, así, la asignación de recurso PUCCH para UE 8 en el puerto de antena 1 es la misma que para una para UE 9 en el puerto de antena 0 cuando

$$20 \quad N_{ePUCCH}^{(1)}(8, n_{tipo}) = N_{ePUCCH}^{(1)}(9, n_{tipo})$$

Los conflictos del recurso PUCCH en la situación recién descrita se pueden evitar al configurar $F > 1$. Los UEs que requieren el mismo número de recursos PUCCH se pueden agrupar en conjunto, y el valor de F se puede establecer al número de recursos necesarios por UE. Por ejemplo, dos recursos PUCCH pueden ser necesarios por UE cuando se configura MIMO, pero PUCCH TxD no lo está. En tal ejemplo, se puede establecer $F = 2$. En tales ejemplos, UE8 de la FIG. 13 serán recursos PUCCH asignados

$$n_{PUCCH,UE8,0}^{(1,p=p_0)} = \text{mod}(2 \cdot \lfloor 2/2 \rfloor + 8 \cdot 1 + 1 \cdot 0, 16) + N_{ePUCCH}^{(1)}(8, n_{tipo}) = 10 + N_{ePUCCH}^{(1)}(8, n_{tipo})$$

y

$$30 \quad n_{PUCCH,UE8,0}^{(1,p=p_1)} = \text{mod}(2 \cdot \lfloor 2/2 \rfloor + 8 \cdot 1 + 1 \cdot 1, 16) + N_{ePUCCH}^{(1)}(8, n_{tipo}) = 11 + N_{ePUCCH}^{(1)}(8, n_{tipo})$$

De modo parecido, UE9 de la FIG. 13 serán recursos PUCCH asignados

$$n_{PUCCH,UE9,0}^{(1,p=p_0)} = \text{mod}(2 \cdot \lfloor 4/2 \rfloor + 8 \cdot 1 + 1 \cdot 0, 16) + N_{ePUCCH}^{(1)}(9, n_{tipo}) = 12 + N_{ePUCCH}^{(1)}(9, n_{tipo})$$

y

$$n_{PUCCH,UE9,0}^{(1,p=p_1)} = \text{mod}(2 \cdot \lfloor 4/2 \rfloor + 8 \cdot 1 + 1 \cdot 1, 16) + N_{ePUCCH}^{(1)}(9, n_{tipo}) = 13 + N_{ePUCCH}^{(1)}(9, n_{tipo})$$

35 Por lo tanto, incluso cuando $N_{ePUCCH}^{(1)}(8, n_{tipo}) = N_{ePUCCH}^{(1)}(9, n_{tipo})$ los 4 recursos PUCCH son distintos, y no hay conflicto.

Los conflictos del recurso PUCCH descrito anteriormente se pueden evitar al establecer $H > 1$. En tales ejemplos, H se puede establecer de una manera similar a G , donde H se selecciona para ser una fracción significativa del recurso PUCCH

total disponible en una subtrama. Cuando el valor máximo de $F \lfloor k/L \rfloor$ es aproximadamente $N_{ePUCCH}'/2$, se puede

40 seleccionar $H = N_{ePUCCH}'/2$. Para simplificar, sería deseable que en algunos ejemplos divulgados se establezca $F = 1$ cuando $H > 1$. Esto puede ser deseable también para simplificar aún más establecer adicionalmente $H = G$.

La operación de este ejemplo divulgado cuando $H > 1$ y $F = N_{ePUCCH}'/2$ se puede entender considerando UEs 8 y 9 de la FIG. 13. Por ejemplo, dos recursos PUCCH pueden ser necesarios por UE cuando se configura MIMO, pero PUCCH TxD no lo está. En tales ejemplos, se puede establecer $F = 2$. En tales ejemplos, UE8 de la FIG. 13 serán recursos PUCCH asignados

$$n_{PUCCH,UE8,0}^{(1,p=p_0)} = \text{mod}(1 \cdot \lfloor 2/2 \rfloor + 8 \cdot 1 + 8 \cdot 0, 16) + N_{ePUCCH}^{(1)}(8, n_{tipo}) = 8 + N_{ePUCCH}^{(1)}(8, n_{tipo})$$

y

$$n_{PUCCH,UE8,0}^{(1,p=p_1)} = \text{mod}(1 \cdot \lfloor 2/2 \rfloor + 8 \cdot 1 + 8 \cdot 1, 16) + N_{ePUCCH}^{(1)}(8, n_{tipo}) = 0 + N_{ePUCCH}^{(1)}(8, n_{tipo})$$

De modo parecido, UE9 de la FIG. 13 serán recursos PUCCH asignados

$$n_{PUCCH,UE9,0}^{(1,p=p_0)} = \text{mod}(1 \cdot \lfloor 4/2 \rfloor + 8 \cdot 1 + 8 \cdot 0, 16) + N_{ePUCCH}^{(1)}(9, n_{tipo}) = 10 + N_{ePUCCH}^{(1)}(9, n_{tipo})$$

y

$$n_{PUCCH,UE9,0}^{(1,p=p_1)} = \text{mod}(1 \cdot \lfloor 4/2 \rfloor + 8 \cdot 1 + 8 \cdot 1, 16) + N_{ePUCCH}^{(1)}(9, n_{tipo}) = 2 + N_{ePUCCH}^{(1)}(9, n_{tipo})$$

Por lo tanto, incluso cuando $N_{ePUCCH}^{(1)}(8, n_{tipo}) = N_{ePUCCH}^{(1)}(9, n_{tipo})$, los 4 recursos PUCCH son distintos, y no hay conflicto.

Cuando un UE (por ejemplo, el UE 105) se configura para que PUCCH transmita la diversidad y para un modo de transmisión de enlace descendente que soporte hasta un bloque de transporte, el mismo método de asignación de recurso

PUCCH se puede usar con diferentes puertos de antena, de forma que $n_{PUCCH}^{(1)}$ contiene dos recursos PUCCH, es

decir, $n_{PUCCH,0}^{(1,p=p_0)}$ y $n_{PUCCH,0}^{(1,p=p_1)}$. Aquí, los dos desplazamientos de recurso secundario PUCCH correspondientes son $\delta_{0,0} = 0$ y $\delta_{1,0} = 1$.

$$\text{Por lo tanto, } n_{PUCCH,0}^{(1,p=p_0)} = \text{mod}(F \lfloor k/L \rfloor + Gm + H \cdot 0, N_{ePUCCH}') + N_{ePUCCH}^{(1)}(u, n_{tipo}) \quad y$$

$$n_{PUCCH,0}^{(1,p=p_1)} = \text{mod}(F \lfloor k/L \rfloor + Gm + H \cdot 1, N_{ePUCCH}') + N_{ePUCCH}^{(1)}(u, n_{tipo}).$$

Es de hacerse notar que cuando $\lfloor k/L \rfloor + Gm+1 < N_{ePUCCH}'$ y ambos $F = 1$ y $H = 1$ (o no se usan), $n_{PUCCH,0}^{(1,p=p_1)} = n_{PUCCH,0}^{(1,p=p_0)} + 1$, que es consistente con cómo PUCCH transmite la diversidad que se especifica en LTE Rel-10.

Pueden ser necesarios más recursos PUCCH cuando se configura un UE para que PUCCH transmita diversidad y para un modo de transmisión de enlace descendente que soporte hasta dos bloques de transporte. En tales ejemplos, pueden ser necesarios 4 recursos PUCCH, con 4 desplazamientos de recurso secundario PUCCH correspondientes, siendo: $\delta_{0,0} = 0$, $\delta_{0,1} = 2$, $\delta_{1,0} = 1$ y $\delta_{1,1} = 3$. Los recursos PUCCH son asignados como:

$$n_{PUCCH,0}^{(1,p=p_0)} = \text{mod}(F \lfloor k/L \rfloor + Gm + H \cdot 0, N_{ePUCCH}') + N_{ePUCCH}^{(1)}(u, n_{tipo}),$$

$$n_{PUCCH,0}^{(1,p=p_1)} = \text{mod}(F \lfloor k/L \rfloor + Gm + H \cdot 2, N_{ePUCCH}') + N_{ePUCCH}^{(1)}(u, n_{tipo}),$$

$$n_{PUCCH,1}^{(1,p=p_0)} = \text{mod}(F \lfloor k/L \rfloor + Gm + H \cdot 1, N_{ePUCCH}') + N_{ePUCCH}^{(1)}(u, n_{tipo}), \quad y$$

$$n_{PUCCH,1}^{(1,p=p_1)} = \text{mod}(F \lfloor k/L \rfloor + Gm + H \cdot 3, N_{ePUCCH}') + N_{ePUCCH}^{(1)}(u, n_{tipo}).$$

Es de hacer notar que cuando $\lfloor k/L \rfloor + Gm+3 < N_{ePUCCH}'$ y ambos $F = 1$ y $H = 1$ (o no se usan), $n_{PUCCH,1}^{(1,p=p_0)} = n_{PUCCH,0}^{(1,p=p_0)} + 1$, $n_{PUCCH,0}^{(1,p=p_1)} = n_{PUCCH,0}^{(1,p=p_0)} + 2$, y

$$n_{PUCCH,1}^{(1,p=p_1)} = n_{PUCCH,1}^{(1,p=p_0)} + 2.$$

En un sistema TDD, un UE puede recibir un ePDCCH en cada una de las subtramas DL y transmitir todos los bits A/N correspondientes en una subtrama UL. En tales ejemplos, se pueden asignar múltiples recursos PUCCH correspondientes a los PDSCHs en las diferentes subtramas. En tales ejemplos, puede ser deseable que la cantidad de recurso PUCCH requerido crezca con ambos, el número de recursos PUCCH asignados a un UE en una subtrama, así como el tamaño de la región ePDCCH. De esa manera, la cantidad de recursos PUCCH se puede reducir cuando un UE se programa en menos PDSCHs y cuando menos UEs son programados en una subtrama. Un enfoque de ejemplo para lograr esto, que es compatible con la asignación de recurso LTE Rel-10 TDD PUCCH, es asignar índices de recurso PUCCH superiores para UEs asignados con índices ePDCCH superiores (esto es, aquellos con valores superiores de $\lfloor k/L \rfloor$, y para los PDSCHs con índices de tiempo superiores, como se describe aún más a continuación. Por lo tanto, un primer ejemplo de técnicas de asignación usa un desplazamiento de recurso PUCCH que varía en el tiempo, N_{Δ} , que se puede calcular usando la siguiente ecuación:

$$N_{\Delta} = (O - o - 1) \cdot N_c + o \cdot N_{c+1}$$

Ecuación 11

5 En la Ecuación 11 el primer UE selecciona un valor c de $\{0, 1, 2, \dots, C_{ePDCCH}^{\max} - 1\}$ que hace $N_c \leq \text{mod}\left(F\lfloor k/L \rfloor + Gm + H\delta_{i,j}, N_{ePUCCH}\right) \leq N_{c+1}$, y los parámetros de la Ecuación 11 son:

O es un número de subtramas DL con transmisiones PDSCH que requieren una respuesta Ack/Nack en una subtrama de enlace ascendente;

10 o es índice de tiempo de entero no negativo que corresponde a una de las subtramas O DL, y tiene un intervalo de $0 \leq o < O$;

$$N_c = \max\left\{0, \left\lfloor \frac{N_{RB}^{DL} \cdot (N_{sc}^{RB} \cdot c - D_0)}{D_1} \right\rfloor\right\};$$

15 $C_{ePDCCH}^{\max}$ es el número de tamaños distintos en que una región ePDCCH se puede establecer;

D_0 es un entero que representa los subportadores esperados promediados sobre todos los valores de r que no se pueden usar para los datos ePDCCH en un PRB, tal como subportadores reservados para señales de referencia. Un valor de ejemplo puede ser $D_0 = 4$;

D_1 , es un factor de escala valuada real para ajustar el número de recursos PUCCH asignados para coincidir de forma más cercana al número de recursos PUCCH necesarios. Un valor de ejemplo puede ser $D_1 = 36 \cdot D_2$, donde D_2 se puede establecer a un valor mayor que 1;

25 N_{RB}^{DL} es el número de bloques de recurso de enlace descendente en un portador, según se define, por ejemplo, en 3GPP TS 36.211 V10.1.0 (20 de marzo 2011), que se incorpora por referencia en este documento en su totalidad; y

30 N_{sc}^{RB} es el tamaño de bloque de recurso en el dominio de frecuencia, expresado como un número de subportadores según se define, por ejemplo, en 3GPP TS 36.211 V10.1.0.

Alternativamente, N_c se puede calcular de acuerdo con la cantidad máxima de recurso PUCCH asociado con ePDCCH y cómo puede tener muchos tamaños diferentes una región ePDCCH. Por ejemplo, se puede usar la siguiente ecuación:

$$N_c = \left\lfloor c N_{ePUCCH}^{\max} / C_{ePDCCH}^{\max} \right\rfloor$$

Ecuación 12

40 En la Ecuación 12, $N_{ePUCCH}^{\max}$ es el número total máximo de recursos PUCCH disponibles para ePDCCH en cualquier subtrama.

Debido a que la fórmula para N_{Δ} y N_c puede no cambiar, pueden estar fijos en futuras especificaciones de capa física.

Como otro ejemplo, N_{Δ} se puede determinar usando señalización de capa superior. Por ejemplo, una lista de valores $C_{ePDCCH}^{\max}$ para N_c puede estar indicada para el UE usando señalización RRC o en un bloque de información de sistema usando PBCH. Un elemento de la lista de valores para N_c con índice c se selecciona de la lista, donde c se determina según se hizo anteriormente. El valor seleccionado se usa entonces para determinar N_{Δ} usando la anterior Ecuación 11.

50 Un tercer proceso UE de ejemplo 1400 que se puede ejecutar para implementar el asignador de recurso de ejemplo UE UCC 125 de la FIG. 1 se ilustra en la FIG. 14. Un tercer ejemplo de proceso eNB de ejemplo 1500 correspondiente que se puede ejecutar para implementar el asignador de recurso eNB L CC de ejemplo 130 de la FIG. 1 se ilustra en la FIG. 15. Los terceros procesos de ejemplo 1400 y 1500 implementan una tercera solución de ejemplo (también referida en este documento como solución de ejemplo #3) divulgada en este documento para realizar asignación de recurso PUCCH para un ePDCCH. La solución de ejemplo #3 corresponde a la asignación de recurso que implica señalización dinámica de una región de recurso ack/nack (A/N) PUCCH a un UE (por ejemplo, el UE 105). Por ejemplo, múltiples regiones de

recurso A/N PUCCH se pueden configurar semi-estáticamente para un UE. Después, una región de recurso A/N PUCCH particular se puede seleccionar dinámicamente a través de DCI para cada PDSCH programado por un ePDCCH. Dentro de la región seleccionada, cualquier técnica adecuada, tal como tabla de mapeo, una función de comprobación aleatoria, etc., tal como aquellas definidas en las soluciones de ejemplo #1 o 2 expuestas anteriormente, se pueden usar para mapeo entre un PDSCH programado ePDCCH y un recurso A/N PUCCH. Adicional o alternativamente, una función de comprobación aleatoria con base en un identificador UE se puede usar para determinar el recurso PUCCH asignado en la región de recurso A/N PUCCH señalada.

Con lo anterior en mente, y con referencia a las figuras precedentes y descripciones asociadas, el proceso de ejemplo 1400 de la FIG. 14 empieza la ejecución en el bloque 1405 en que el asignador de recurso UE UCC 125 del UE 105 obtiene (por ejemplo, a través de la señalización del eNB 110 y/o de cualquier otra manera) cualesquier parámetros de asignación de canal de control de enlace ascendente que se van a usar para realizar la asignación de recurso PUCCH. Adicionalmente, en el bloque 1405, el asignador de recurso UE UCC 125 obtiene (por ejemplo, a través de señalización del eNB 110 y/o de cualquier otra manera) información relacionada para la especificación de múltiples regiones de recurso A/N PUCCH. En el bloque 1410, el asignador de recurso UE UCC 125 obtiene (por ejemplo, a través de señalización del eNB 110 y/o de cualquier otra manera) una indicación que especifique una región de recurso A/N PUCCH particular asignada al UE 105 de entre las múltiples regiones de recurso A/N PUCCH configuradas en el bloque 1405. Por ejemplo, la indicación se puede portar en un canal de control transmitido desde el eNB 110 al UE 105 (por ejemplo, tal como un DCI portado en un ePDCCH).

En el bloque 1415, el asignador de recurso UE UCC 125 usa cualquier técnica apropiada (tal como, pero no limitado, a una técnica basada en las soluciones #1 y/o #2 anteriormente descritas) para seleccionar un recurso PUCCH asignado de la región de recurso A/N PUCCH asignada al UE 105 en el bloque 1410. En algunos ejemplos, el asignador de recurso UE UCC 125 puede usar información determinada de recibir un cPDCCH llevando la indicación que especifica la región A/N particular para seleccionar el recurso PUCCH A/N asignado. Por ejemplo, el UE 105 puede determinar la posición (por ejemplo, un índice eCCE) del ePDCCH, y el asignador de recurso UE UCC 125 puede mapear la posición a un recurso en la región PUCCH A/N particular (por ejemplo, de acuerdo con la Ecuación 13 expuesta con detalle a continuación). Después, en el bloque 1420, el UE 105 transmite en el recurso PUCCH asignado.

De la misma manera, el proceso de ejemplo 1500 de la FIG. 15 empieza la ejecución en el bloque 1505 en que el asignador de recurso eNB UCC 130 del eNB 110 provee (por ejemplo, a través de señalización y/o cualquier otra manera adecuada) al UE 105 cualesquier parámetros de asignación de canal de control de enlace ascendente que se vayan a usar para realizar la asignación de recurso PUCCH, incluyendo la información relacionada a la especificación de múltiples regiones de recurso A/N PUCCH. En el bloque 1510, el asignador de recurso eNB UCC 130 provee (por ejemplo, a través de señalizar y/o de cualquier otra manera) la indicación especificando una región de recurso particular A/N PUCCH asignada al UE 105 de entre las múltiples regiones de recurso A/N PUCCH configuradas en el bloque 1505. Por ejemplo, la indicación se puede portar en un canal de control transmitido desde el eNB 110 al UE 105 (por ejemplo, tal como un DCI portado en un ePDCCH). En algunos ejemplos, el ePDCCH que lleva la indicación puede usarse también para seleccionar un recurso PUCCH A/N asignado al determinar la posición (por ejemplo, un índice eCCE) del ePDCCH y mapearlo a un recurso en la región PUCCH A/N particular (por ejemplo, de acuerdo con la Ecuación 13 expuesta con detalle a continuación). En el bloque 1515, el eNB 110 determina la posición (por ejemplo, un índice eCCE) en que transmitirá el ePDCCH. El eNB 110 transmite después el ePDCCH al UE 105 en la posición determinada.

Una operación de ejemplo 1600 de los procesos de ejemplo 1400 y 1500 que implementan la solución de ejemplo # 3 se ilustra en la FIG. 16. En la operación de ejemplo que se ilustra 1600 de la FIG. 16, los recursos PUCCH para ePDCCH se reservan por separado de aquellos PDCCH, el último del que se etiqueta como región 'A'. En algunos ejemplos, la región 'A' se puede superponer con otras regiones. En el ejemplo ilustrado de la FIG. 16, los recursos PUCCH relativo al ePDCCH están rotos en 4 regiones (etiquetados 'B', 'C', 'D' y 'E' en la figura), cada uno de estos se pueden alcanzar por dos (2) bits en mensaje DCI portado en ePDCCH. En la operación de ejemplo 1600, la ubicación dentro de una región, por ejemplo, la región 'B', para UE 105 se determina primero por el asignador de recurso eNB UCC 130 del eNB 110. Si la ubicación determinada conflictúa con una asignación para otro UE, una asignación para el UE se calcula en otra región, por ejemplo, región 'C', por el asignador de recurso eNB UCC 130. Si la ubicación determinada aún conflictúa, las regiones subsecuentes son probadas por el asignador de recurso eNB UCC 130 hasta que se encuentra una región que no conflictúa o hasta que no hay más regiones. La región sin conflicto se selecciona, y se envía como una dirección de 2 bits en el mensaje DCI al UE 105 por el eNB 110.

Se proveen ahora detalles adicionales relacionados con la solución de ejemplo #3, que corresponden a la asignación de recurso PUCCH con base en la indicación de región de recurso PUCCH en DCI y que se puede implementar por los procesos de ejemplo 1400 y/o 1500. Según la exposición anterior, se pueden configurar semi-estáticamente múltiples regiones de recursos A/N PUCCH para PDSCH programado ePDCCH. Un UE (por ejemplo, el UE 105) se puede indicar dinámicamente en un DCI portado por un ePDCCH acerca del que la región de recurso PUCCH se puede asignar un A/N PUCCH correspondiente. Como se mencionó anteriormente, un ejemplo 1600 de la solución #3 se muestra en la FIG. 16. En la operación de ejemplo 1600, cuatro regiones recurso PUCCH, es decir, (B, C, D, E), están definidas para PDSCH programado ePDCCH y una de las cuatro regiones está indicada dinámicamente por dos bits en el DCI portado por el ePDCCH.

Las regiones recurso PUCCH pueden tener los mismos o diferentes tamaños. Las cuatro regiones que se muestran en la FIG. 16 se pueden superponer, y se pueden superponer con la región A, que es donde los recursos PUCCH A/N que corresponden al PDCCH de herencia que están asignados en el ejemplo que se ilustra. Por ejemplo, cada región de recurso PUCCH se puede definir por un índice de recurso PUCCH de inicio y/o un tamaño. En algunos ejemplos, la información de configuración para las regiones se puede señalar semi-estáticamente a un UE a través de capas superiores (por ejemplo, a través de señalización RRC). En otros ejemplos, las regiones pueden estar predefinidas.

Dentro de cada una de las regiones de recurso PUCCH, una función de mapeo o una función de comprobación aleatoria, tal como aquella dada por la Ecuación 5 o la Ecuación 8, se pueden usar para determinar un recurso A/N PUCCH que se va a asignar al UE. En tales ejemplos, cada región de recurso PUCCH se define entonces por $ARI()$ en la Ecuación 5, o N'_{PUCCH} and $N_{ePUCCH}^{(1)}(u, n_{tipo})$ en la Ecuación 8.

En algunos ejemplos, los recursos ePDCCH se pueden mapear a recurso(s) PUCCH dentro de una región recurso al comprimir los índices de posición para mapear dentro de una región de recurso. Por ejemplo, tal mapeo de comparación se puede lograr al establecer el recurso PUCCH usando una suma de desplazamientos calculados en un UE (por ejemplo, el UE 105) y un eNB (por ejemplo, el eNB 110), respectivamente, de acuerdo con la Ecuación 13:

$$n_{PUCCH,i}^{(1,p=p_j)} = \lfloor k/N_r \rfloor + Gm + H\delta_{i,j} + rN_{ePUCCH,r} + N_{ePUCCH}^{(1)}(u, n_{tipo})$$

Ecuación 13

La Ecuación 13 incluye los parámetros siguientes:

$n_{PUCCH,i}^{(1,p=p_j)}$ es el i -er recurso PUCCH en que el UE puede transmitir en el puerto de antena p_j , según se describió en la Ecuación 10;

k es un entero que identifica la ubicación de un ePDCCH que contiene una concesión de enlace descendente al UE, o que identifica la ubicación de una transmisión PDSCH que contiene datos para el UE;

N_r es el número de regiones PUCCH;

m es un índice de tiempo no negativo. Para TDD, corresponde a la subtrama en que el PDSCH fue transmitido que corresponde a $n_{PUCCH,i}^{(1,p=p_j)}$. Para FDD, m se fija a $m = 0$;

$N_{ePUCCH,r}$ es el número de recursos PUCCH en la región r ;

$r \in \{0, 1, \dots, N_r - 1\}$ es la región PUCCH asignada;

G es un entero usado para permitir recursos PUCCH para subtramas con diferentes índices de tiempo se mapeen separados dentro de una región PUCCH. Un valor deseable puede ser $G = \lfloor N_{eCCE}/N_r \rfloor$, donde N_{eCCE} es un número de eCCEs en una subtrama. Este parámetro se puede omitir (establecerse equivalentemente en $G = 1$) si no es necesario;

H es un entero usado para permitir que ePDCCHs con diferentes desplazamientos de recurso PUCCH $\delta_{i,j}$ que se van a mapear más separados en los recursos PUCCH. Este parámetro se puede omitir (establecerse equivalentemente $H = 1$) si no es necesario;

$N_{ePUCCH}^{(1)}(u, n_{tipo})$, u , $\delta_{i,j}$ y n_{tipo} se puede definir y usar como una asignación de recurso implícita extendida, incluida como en la Ecuación 8 y la Ecuación 10.

Al usar la Ecuación 13, la región PUCCH se establece por $r \cdot N_{ePUCCH,r}$ y la localización dentro de la región PUCCH se establece por $\lfloor k/N_r \rfloor + Gm + H\delta_{i,j}$. Con base en los valores de parámetro típicos esperados que se van a usar en al menos algún ejemplo de sistemas LTE, se espera que una mayoría de las magnitudes del desplazamiento $\lfloor k/N_r \rfloor$ sea menor que una magnitud máxima del desplazamiento $rN_{ePUCCH,r}$ en la Ecuación 13.

En otro ejemplo, en cada una de las regiones de recurso PUCCH, se puede usar una nueva función de comprobación aleatoria, que es con base en una UE ID (por ejemplo, tal como la célula RNTI o C-RNTI) y el índice de subtrama sobre la que se recibe el ePDCCH. El propósito de la función de comprobación aleatoria es generar una salida pseudo aleatoria

para una UE ID dada y un índice de subtrama. Un ejemplo de tal función de comprobación aleatoria es dado por la Ecuación 14:

$$n_{PUCCH,i}^{(1)}(n_{RNTI},k) = \text{mod}(Y_k, M_{PUCCH}^i) + N_{PUCCH}^i$$

Ecuación 14

La Ecuación 14 incluye los parámetros siguientes:

$n_{PUCCH,i}^{(1)}(n_{RNTI},k)$ es el recurso PUCCH en la i .ª para región PUCCH un UE con C-RNTI, n_{RNTI} y PDSCH programado ePDCCH en la subtrama k ;

N_{PUCCH}^i y M_{PUCCH}^i son, respectivamente, el índice PUCCH de inicio y el tamaño de la i .ª región PUCCH;

Y_k es un número pseudo aleatorio y un ejemplo está dado por la Ecuación 15;

$$Y_k = \text{mod}(P \cdot Y_{k-1}, Q)$$

Ecuación 15

Por ejemplo, los parámetros de la Ecuación 15 se pueden establecer en $P = 39827$, $Q = 65537$, y $Y_{-1} = n_{RNTI} \neq 0$.

La solución de ejemplo #3 que emplea la función de comprobación aleatoria de la Ecuación 14 se pueden usar para los sistemas FDD y TDD. Para los sistemas TDD, se puede transmitir la información A/N para PDSCHs asignados en múltiples subtramas DL en una subtrama UL. Debido a la generación de pseudo número dependiente de subtrama anteriormente descrita, se pueden derivar diferentes PUCCH para PDSCHs programados al mismo UE, pero en múltiples subtramas DL. Si el eNB (por ejemplo, el eNB 110) puede realizar programación multitrama (por ejemplo, en que el eNB hace decisiones de programación para ambos, la subtrama DL actual, así como subtramas DL futuras antes de la siguiente subtrama UL), entonces los recursos PUCCH para el mismo UE se pueden asignar en la misma región PUCCH. En tales ejemplos, solo el primer recurso PUCCH se obtiene para un UE al realizar la función de comprobación aleatoria con base en el UE ID y uno de los números de subtrama DL, por ejemplo, la primera subtrama DL. El resto de los recursos PUCCH para el UE se pueden asignar continuamente después del primer recurso PUCCH.

Cuando dos bloques de transporte (TBs) son programados para un PDSCH en el portador primario y el formato PUCCH 1b con selección de canal está configurado, entonces los recursos PUCCH están dados por $\{n_{PUCCH,i}^{(1)}(n_{RNTI},k), n_{PUCCH,i}^{(1)}(n_{RNTI},k) + 1\}$.

En caso de programación de portador cruzado, un UE se puede programar a través de un portador primario con dos PDSCHs, transmitido cada uno en un diferente portador. En tales ejemplos, un UE (por ejemplo, el UE 105) puede recibir dos ePDCCHs en el portador primario. A continuación, son asignados los recursos A/N PUCCH para cada uno de los PDSCHs. Una manera de realizar tal asignación de recurso PUCCH usando la solución #3 es mapear los recursos PUCCH

iniciando continuamente de $n_{PUCCH,i}^{(1)}(n_{RNTI},k)$. Por ejemplo, asumiendo que el PDSCH en el portador primario tenga dos TBs y el PDSCH en el portador secundario tenga un TB, entonces con el formato PUCCH 1b con la selección de canal y una antena se usa para la transmisión PUCCH, los recursos PUCCH están dados por $\{n_{PUCCH,i}^{(1)}(n_{RNTI},k), n_{PUCCH,i}^{(1)}(n_{RNTI},k) + 1, n_{PUCCH,i}^{(1)}(n_{RNTI},k) + 2\}$.

Si se usan dos antenas para la transmisión A/N PUCCH, entonces los recursos PUCCH en la segunda antena se pueden dar por

$$\{n_{PUCCH,i}^{(1)}(n_{RNTI},k) + 3, n_{PUCCH,i}^{(1)}(n_{RNTI},k) + 4, n_{PUCCH,i}^{(1)}(n_{RNTI},k) + 5\}$$

Con esta selección de región PUCCH dinámica, los recursos A/N PUCCH se pueden ajustar en una base de subtrama por subtrama dependiendo del número de PDSCHs programados. Cuando el número de PDSCHs programados por ePDCCH es pequeño en una subtrama y un subconjunto de los recursos A/N PUCCH es suficiente para soportar toda la retroalimentación A/N, todos los UEs pueden estar asignados a una sola región A/N PUCCH y el resto de las regiones se puede usar para transmisión de canal compartido de enlace ascendente físico (PUSCH [por sus siglas en inglés]). Cuando el número de PDSCHs programado en una subtrama es grande, diferentes UE se pueden distribuir a diferentes regiones A/N PUCCH con el fin de acomodar el gran número de retroalimentaciones A/N. El tamaño total de las regiones A/N

PUCCH se puede designar para acomodar el número más grande de posibles PDSCHs programados en una subtrama por ePDCCH. El número de regiones se puede designar al considerar tanto el programa de soporte de señalización dinámica y la reducción del programa de soporte de recurso A/N. Por ejemplo, se pueden usar dos bits para soportar cuatro regiones, al mismo tiempo que se puede usar un bit para soportar dos regiones.

En algunos ejemplos, las regiones de recurso A/N PUCCH se pueden señalar semi-estáticamente. El tamaño de las regiones puede ser el mismo o diferente. Las regiones pueden ser contiguas o no contiguas.

Un posible beneficio de la solución de ejemplo #3 es que el programa de soporte de recurso A/N se puede reducir dinámicamente al ajustar el número de regiones recurso A/N PUCCH usado con base en el número de PDSCHs programados en una subtrama. El costo es el programa de soporte de señalización una vez que son necesarios algunos bits adicionales en el DCI para señalar la información de región de recurso A/N PUCCH.

Un cuarto ejemplo de proceso UE 1700 que se puede ejecutar para implementar el asignador de recurso de ejemplo UE UCC 125 de la FIG. 1 se ilustra en la FIG. 17. Un cuarto proceso eNB de ejemplo 1800 correspondiente que se puede ejecutar para implementar el asignador de recurso eNB UCC de ejemplo 130 de la FIG. 1 se ilustra en la FIG. 18. Los cuartos procesos de ejemplo 1700 y 1800 implementan una cuarta solución de ejemplo (también referida en este documento, como solución de ejemplo #4) divulgada en este documento para realizar asignación de recurso PUCCH para un ePDCCH. La solución de ejemplo #4 corresponde a la asignación de recurso PUCCH con remapeo de recurso PUCCH.

En el remapeo del recurso PUCCH, se organizan CCEs en grupos de acuerdo con $\bar{n}_{CCE} \equiv \text{mod}(n_{CCE}, L_0)$, de forma que un conjunto de CCEs que tienen $\bar{n}_{CCE} = i$ es referido como el grupo CCE i , y $L()$ como el número de grupos CCE. En algunos ejemplos, $L()$ se selecciona que sea un múltiplo, o igual a los niveles de agregación de los ePDCCHs disponibles. En el remapeo de recurso PUCCH, los CCEs dentro de un grupo CCE se mapean a una o más regiones de recursos PUCCH adyacentes, y los grupos CCE con la más alta probabilidad de ocurrencia se mapean a recursos PUCCH más bajos.

La solución de ejemplo #4 se puede personalizar para TDD. Por ejemplo, el valor de N_c (que se expone con mayor detalle a continuación) se puede ajustar para concentrar la ocupación del grupo CCE más de lo que se puede lograr en LTE Rel-10. En algunos ejemplos, la solución #4 incluye también un remapeo basado en bloque para soportar donde hay múltiples subtramas de enlace descendente que requieren Ack/Nack en una subtrama de enlace ascendente.

Con lo anterior en mente, y con referencia a las figuras precedentes y descripciones asociadas, el proceso de ejemplo 1700 de la FIG. 17 empieza la ejecución en el bloque 1705 en que el asignador de recurso UE UCC 125 del UE 105 obtiene (por ejemplo, a través de la señalización frontal del eNB 110 y/o de cualquier otra manera) cualesquier parámetros de asignación de canal de control de enlace ascendente que se van a usar para realizar la asignación de recurso PUCCH. Los parámetros de asignación de canal de control de enlace ascendente pueden incluir parámetros para usar en evaluar una función de permutación (descrita con mayor detalle a continuación) para usarse para remapear grupos CCE. En algunos ejemplos, la función de permutación puede ser conocida en el UE 105 (por ejemplo, a través de la especificación en un estándar de comunicación adecuado), en tanto que, en otros ejemplos, la permutación puede estar provista al UE 105 (por ejemplo, a través de la señalización del eNB 110). En el bloque 1715, el asignador de recurso UE UCC 125 determina un identificador DMRS con base en la información DMRS asociada con una transmisión ePDCCH para ser recibida por el UE 105. En el bloque 1720, el UE 105 recibe una transmisión ePDCCH para la que uno o más recursos PUCCH se van a asignar. En el bloque 1725, el asignador de recurso UE UCC 125 determina una posición (por ejemplo, un índice eCCE) de la transmisión ePDCCH recibida.

Como se describe con mayor detalle a continuación, en el bloque 1730, el asignador de recurso UE UCC 125 procesa la posición determinada de la transmisión ePDCCH recibida para determinar un índice escalado y un primer índice de grupo CCE. En el bloque 1735, el asignador de recurso UE UCC 125 procesa el primer índice de grupo CCE con la función de permutación para determinar un segundo índice de grupo CCE. En el bloque 1740, el asignador de recurso UE UCC 125 procesa el índice escalado, el segundo índice de grupo CCE y el identificador DMRS con una función de mapeo, según se describe con mayor detalle a continuación, para determinar un recurso PUCCH asignado. En el bloque 1745, el UE 105 transmite en el recurso PUCCH asignado.

De la misma manera, el proceso de ejemplo 1800 de la FIG. 18 empieza la ejecución en el bloque 1805 en que el asignador de recurso eNB UCC 130 del eNB 110 provee (por ejemplo, a través de señalización y/o cualquier otra manera adecuada) al UE 105 cualesquier parámetros de asignación de canal de control de enlace ascendente que se vayan a usar para realizar la asignación de recurso PUCCH. Los parámetros de asignación de canal de control de enlace ascendente pueden incluir parámetros para uso por el UE 105 cuando se evalúa la función de permutación que se va a usar para remapear los grupos CCE cuando se realiza la asignación de recurso PUCCH con el remapeo del recurso PUCCH. En el bloque 1810, el eNB 110 transmite un ePDCCH para el que uno o más recursos se van a asignar. En algunos ejemplos, el eNB 110 determina una posición (por ejemplo, un índice eCCE) en que se transmitirá el ePDCCH. El eNB 110 transmite después el ePDCCH en la posición determinada.

Una operación de ejemplo 1900 de los procesos de ejemplo 1700 y 1800 que implementan la solución de ejemplo # 4 en que la posición de un ePDCCH es mapeada a un recurso PUCCH usando remapeo se ilustra en la FIG. 19. Diferente de alguna manera de la asignación de recurso implícita/explicita híbrida (por ejemplo, solución # 1) y asignación de recurso implícita extendida (por ejemplo, solución # 2), un índice de recurso escalado (también referido en este documento como un índice escalado) se calcula en su lugar de un índice de recurso normalizado en la solución #4. En algunos ejemplos, el índice de recurso escalado se calcula como $\lfloor k/L_0 \rfloor$, usando el índice del primer cCCE de un ePDCCH de UE (k') y el número de grupos CCE (L_0). En algunos ejemplos, el número de grupo CCE es equivalente a un grupo de asignación de recurso PUCCH descrito con mayor detalle a continuación, y se indica en la FIG. 19 como $\bar{n}_{PUCCH} = \text{mod}(k, L_0)$. En la solución #4, el número de grupo CCE (o grupo de asignación de recursos PUCCH) se calcula del índice de recurso, y después se remapea a un índice diferente de acuerdo con la probabilidad de ocurrencia de los grupos CCE. El grupo de recurso PUCCH remapeado se puede expresar como $\text{map}(\bar{n}_{PUCCH})$. En la operación de ejemplo que se ilustra 1900 de la FIG. 19, una función de remapeo de ejemplo se expresa como $\text{map}(i) = \{0, 2, 1, 3\}$, donde $\text{map}(i)$ indica el elemento i en la lista, empezando con el elemento 0. En el ejemplo ilustrado, el índice de recurso escalado se combina después con el índice de grupo remapeado y la capa MU-MIMO del ePDCCH (k') usando un factor de escala de grupo, que se puede

expresar como $\left\lfloor \frac{k}{L_0} \right\rfloor + (\text{map}(\bar{n}_{PUCCH}) + k')G$. El factor de escala de grupo, G , se asume que es $G = 2$ en el ejemplo de la FIG. 19. El resultado combinado se combina además con un desplazamiento de recurso PUCCH, $N_{ePUCCH}^{(1)}(u, n_{tipo})$, para producir el recurso PUCCH asignado, donde u es el índice del UE. El recurso PUCCH asignado para UE u se indica como $n_{PUCCH,UEu}^{(1)}$ en el ejemplo de la FIG. 19.

Se proveen ahora mayores detalles en relación con la solución de ejemplo #4, que corresponde a la asignación de recurso PUCCH utilizando el remapeo de recurso PUCCH. Según se describió anteriormente, algunos recursos PUCCH se ocupan más frecuentemente que otros cuando la posición de un ePDCCH (por ejemplo, el índice eCCE más bajo usado para construir el ePDCCH) es usado para determinar el recurso PUCCH. Este comportamiento se puede usar para reducir la cantidad de recursos PUCCH requeridos en un sistema LTE, tal como el sistema 100. Por ejemplo, si el mapeo de PUCCH se cambia de forma que el mapeo de los grupos eCCE más frecuentemente ocupados mapean a índices de recurso PUCCH pequeños, los PUCCH PRBs que corresponden a índices de recurso PUCCH superiores serán ocupados de forma infrecuente. Por lo tanto, se puede usar una cantidad menor del recurso PUCCH total. Por ejemplo, usando las probabilidades de ocupación asociadas con la operación de ejemplo 1900 de la FIG. 19, los grupos eCCE se pueden ordenar en orden decreciente de probabilidad como $\bar{n}_{eCCE} = 0, \bar{n}_{eCCE} = 2, \bar{n}_{eCCE} = 1$ y $\bar{n}_{eCCE} = 3$. En algún ejemplo, la función de mapeo y la permutación usada en el procedimiento de remapeo PUCCH se puede describir más generalmente usando la Ecuación 16:

$$n_{PUCCH,i}^{(p=p_j)} = \left\lfloor \frac{k}{L_0} \right\rfloor + (\text{map}(\bar{n}_{PUCCH}) + \delta_{i,j} + k') \cdot G + N_{ePUCCH}^{(1)}(u, n_{tipo})$$

Ecuación 16

La Ecuación 16 incluye los parámetros siguientes:

$n_{PUCCH,i}^{(1,p=p_j)}$ es el i .er recurso PUCCH en que el UE puede transmitir en el puerto de antena p_j , según se describió en la Ecuación 10;

k es un entero que identifica la ubicación de un ePDCCH que contiene una concesión de enlace descendente al UE, o que identifica la ubicación de una transmisión PDSCH que contiene datos para el UE;

k' es un entero que identifica un puerto de antena y/o una capa MU-MIMO de un ePDCCH que contiene una concesión de enlace descendente al UE. Si k' no es necesario (tal como cuando MU-MIMO no se usa en ePDCCH), se puede omitir, o establecerse equivalentemente a 0. (Es de hacerse notar que k' se usa en la solución de ejemplo #4 para reemplazar la variable m usada en las soluciones de ejemplo #1 y #2 con el fin de que sea consistente con el uso de LTE para TDD que es referenciada en esta solución);

L_0 es un número de grupos de recurso PUCCH. Un valor de ejemplo puede ser $L_0 = 4$. En algunos ejemplos, L_0 se puede seleccionar que sea un múltiplo, o igual a los niveles de agregación de los cPDCCHs. Por ejemplo, si $L_0 = 4$, es un múltiplo de los niveles de agregación 1, 2, e igual al nivel de agregación 4. Otro valor adecuado puede ser $L_0 = 8$, ya que entonces todos los niveles de agregación LTE Rel-10 son submúltiplos o iguales a L_0 ;

$\bar{n}_{PUCCH} \equiv \text{mod}(k, L_0)$ es un índice de un grupo de asignación de recurso PUCCH. En algunos ejemplos, los grupos de asignación de recurso PUCCH pueden ser grupos eCCE, en cuyo caso $\bar{n}_{PUCCH} \equiv \bar{n}_{eCCE} \equiv \text{mod}(n_{eCCE}, L_0)$;

$map()$ es una función de remapeo que permuta los índices de grupo de acuerdo con la probabilidad de ocupación. Por ejemplo, los elementos de $map()$ se pueden ordenar de forma que los elementos indexados superiores tienen menor probabilidad de ocupación. La función $map(i)$ indica al elemento i en la lista, empezando con el elemento 0. Además, $map()$ es un mapeo uno a uno en donde cada i corresponde a un solo y único $map(i)$. Por ejemplo, si $L_0 = 4$, una selección de ejemplo para la función de mapeo puede ser $map(i) = \{0, 2, 1, 3\}$. En este ejemplo, $map(1) = 2$. Los valores que se muestran son ejemplares, y se pueden usar otros;

G es un entero usado para permitir que los grupos de recurso PUCCH se mapeen separados en los recursos PUCCH. Un

valor de ejemplo puede ser $G = \left\lfloor \frac{N_{eCCE}}{L_0} \right\rfloor$, donde N_{eCCE} es un número de eCCEs en una subtrama;

$N_{ePUCCH}^{(1)}(u, n_{tipo})$, u , $\delta_{i,j}$ y n_{tipo} se pueden definir y usarse como en asignación de recurso implícita extendida, incluida como en la Ecuación 8 y la Ecuación 10.

En algunos ejemplos, el identificador de ubicación, k , se puede definir de manera global, en donde cuando se usa un valor de k por cualquier UE, se refiere al mismo recurso físico en ePDCCH o PDSCH. Un enfoque para definir globalmente k es tener $k = 0$ que corresponde al inicio de los recursos en que cualquiera de ePDCCH o PDSCH se pueden programar, y los valores en aumento de k continúan hasta el fin de los recursos ePDCCH o PDSCH. La anteriormente mencionada Ecuación 16 es adecuada para uso con tal k definida globalmente.

Si un índice de un ePDCCH o PDSCH es UE específicamente definido de forma que un valor de k usado por cualquier UE puede no referirse al mismo recurso físico ePDCCH o PDSCH, se puede usar un ejemplo divulgado alternativo en donde k se desvía para alinear los grupos de recurso de forma que se mantiene una buena concentración de grupo de recurso. Por ejemplo, esto se puede lograr usando la siguiente Ecuación 17:

$$n_{PUCCH,i}^{(p=p_j)} = \left\lfloor \frac{k + N_k(u, n_{tipo})}{L_0} \right\rfloor + (map(\bar{n}'_{PUCCH}) + \delta_{i,j} + k') \cdot G + N_{ePUCCH}^{(1)}(u, n_{tipo})$$

Ecuación 17

En la Ecuación 17, las variables según se definen por la Ecuación 16 son las mismas, y la Ecuación 17 también incluye los parámetros siguientes:

$\bar{n}'_{PUCCH} \equiv \text{mod}(k + N_k(u, n_{tipo}), L_0)$ es un índice de un grupo de asignación de recurso PUCCH desviado. Es una extensión de $\bar{n}_{PUCCH}$ que alinea un UE específicamente definido k con recursos físicos ePDCCH o PDSCH;

$N_k(u, n_{tipo})$ es un desplazamiento de recurso de entero que se desvía entre los grupos de asignación de recurso y puede estar en el rango de $0 \leq N_k(u, n_{tipo}) < L_0$. Es de hacerse notar que debido a que $N_{ePUCCH}^{(1)}(u, n_{tipo})$ puede ser específico a UE, se puede ajustar para alinear un UE definido específicamente k con los recursos físicos ePDCCH o

PDSCH en más que L_0 . En consecuencia, valores más grandes de $N_k(u, n_{tipo})$ pueden no ser necesarios. Una manera

de determinar $N_k(u, n_{tipo})$ es establecer $\bar{n}'_{PUCCH}$ para corresponder con el grupo de recurso ePDCCH o PDCCH más probable. $N_k(u, n_{tipo})$ se usa para un UE con índice u programado en un tipo de transmisión ePDCCH indexado

por n_{tipo} . En algunos ejemplos, $N_k(u, n_{tipo})$ puede ser común a todos los UEs en una célula. En tales ejemplos, un solo valor de $N_k(u, n_{tipo})$ es usado para todos los UEs, esto es, $N_k(u, n_{tipo}) = N_k(0, n_{tipo})$ para todos los índices UE

índices u . Si $N_k(u, n_{tipo}) = N_k(0, n_{tipo})$ puede ser diferente para cada UE, se puede señalar a UEs con, por ejemplo,

señalización RRC específica de UE. También, en algún ejemplo, $N_k(u, n_{tipo})$ puede no ser una función de n_{tipo} , que es equivalente a $N_k(u, n_{tipo}) = N_k(u, 0)$.

En algunos ejemplos de remapeo de recurso PUCCH, un recurso PUCCH se determina usando la posición de recurso y la configuración DMRS del ePDCCH transmitido al UE. En tales ejemplos, $k = n_{eCCE}$, donde n_{eCCE} es la localización

del ePDCCH en los recursos ePDCCH. Por ejemplo, n_{eCCE} puede ser un índice de uno de los eCCEs (tal como el primer o el último eCCE) del ePDCCH transmitido al UE.

Algunos ejemplos de la solución #4 pueden soportar asignación de recurso mejorada para PDCCH de LTE Rel-10, en cuyo caso, $k = n_{eCCE}$, donde n_{eCCE} es la ubicación del PDCCH en recursos PDCCH, y puede ser el primer CCE del PDCCH. Debido a que no se usan MU-MIMO o DM-RS para la recepción de PDCCH, en este caso, k' no se usa, y se establece equivalentemente a $k' = 0$ en la Ecuación 16.

En algunos ejemplos, $k' = n_{DMRS}$. La variable n_{DMRS} puede ser un índice de una configuración DMRS usada en una decodificación exitosa de un ePDCCH ubicada en n_{eCCE} . Por ejemplo, la configuración DMRS puede ser una combinación de índice de codificación y de puerto de antena. Es posible que las combinaciones de índice de codificación o de puerto de antena puedan estar fijas en futuras especificaciones o señaladas con señalización RRC, y que cualquiera o ambos del índice de codificación o de puerto de antena esté fijo a un solo valor para un UE.

En algunos ejemplos, puede ser deseable indexar los valores de k' con el fin de aumentar la probabilidad de uso. Si los valores más frecuentes de k' son pequeños, entonces se usan los recursos PUCCH bajos, de esa manera se permite asignar menos recursos PUCCH. Esta indexación puede requerir cuidado extra cuando un puerto de antena se puede asociar con un eCCE. Debido a que los grupos eCCE pueden tener diferentes probabilidades de ocupación, entonces los puertos de antena correspondientes pueden tener diferentes probabilidades de ocupación. Si un ePDCCH se recibe frecuentemente con un puerto de antena unido a un grupo ePDCCH ligeramente ocupado, se puede mapear frecuentemente a recursos PUCCH superiores. Por lo tanto, puede ser deseable permitir que cada UE use un mapeo diferente de k' al puerto de antena y/o la capa MIMO ePDCCH, de forma que cada uno de los valores de UE de k' se puede indexar con el fin de aumentar la probabilidad de uso para ese UE.

La FIG. 20 ilustra cómo el remapeo puede concentrar los recursos PUCCH usados. En la FIG. 20, la curva 'Rel-8' 2005 representa la probabilidad de que un recurso PUCCH esté ocupado usando mecanismos PUCCH LTE Rel-8, al mismo tiempo que la curva 2010 'Remapeado' representa los resultados cuando los recursos PUCCH son reordenados de acuerdo con la solución #4 divulgada este documento. En el ejemplo ilustrado de la FIG. 20, los recursos PUCCH Rel-8 muy ocupados se distribuyen de manera uniforme a través del recurso PUCCH disponible. Después de remapear (por ejemplo, que corresponde a la curva 2010), se puede observar que los recursos PUCCH muy ocupados se concentran en los primeros 10 recursos, los siguientes 10 recursos están significativamente ocupados y los últimos 20 se ocupan con poca frecuencia.

En algunos ejemplos, la asignación de recurso PUCCH de acuerdo con la solución #4 se puede modificar además para la operación TDD para concentrar eCCEs en un número menor de grupos eCCE. El mapeo de recurso PUCCH implícito se determina en LTE Rel-10 usando la Ecuación 18 y la Ecuación 19 que aparece más abajo, donde las ecuaciones y sus variables se define en 3GPP TS 36.213, V10.1.0.

$$n_{PUCCH}^{(1, \tilde{p}_1)} = (M - m - 1) \cdot N_c + m \cdot N_{c+1} + n_{CCE} + N_{PUCCH}^{(1)}$$

Ecuación 18

$$N_c = \max \left\{ 0, \left\lfloor \left[N_{RB}^{DL} \cdot (N_{sc}^{RB} \cdot c - 4) \right] / 36 \right\rfloor \right\}$$

Ecuación 19

Cuando múltiples subtramas TDD DL deben ser Ack/Nack, los valores de N_c , tienden a no ser múltiplos de un nivel de agregación, y por tanto están dispersos entre los grupos eCCE más que para FDD. Es de hacerse notar que la Ecuación 18 usa la variable m según se define en 3GPP TS 36.213, V10.1.0, en vez de en las otras soluciones de ejemplo divulgadas este documento.

Un enfoque de ejemplo para mejorar la concentración de grupo eCCE sobre la concentración de grupo CCE en LTE Rel-8 es forzar a N_c para que sea un múltiplo de L_0 . Esto se puede lograr al modificar la definición de N_c de la Ecuación 19 para que sea:

$$N_c = \max \left\{ 0, L_0 \cdot \left\lceil \left\lfloor \left[N_{RB}^{DL} \cdot (N_{sc}^{RB} \cdot c - 4) \right] / 36 \right\rfloor / L_0 \right\rceil \right\}$$

Ecuación 20

En la Ecuación 20, $\lceil x \rceil$ es el entero más pequeño mayor o igual que el número real x .

Una ocupación del recurso PUCCH de ejemplo para la configuración 1 LTE TDD se muestra en la FIG. 21 con y sin el N_c modificado. Como se puede observar de la figura, la versión modificada (por ejemplo, que corresponde a la curva de ejemplo 2110) produce un PDF 'más puntiagudo', y tiene una mejor concentración de grupo CCE, que LTE Rel-8 (por ejemplo, que corresponde a la curva de ejemplo 2105).

La cantidad de recursos PUCCH requeridos para TDD puede variar con el número de subtramas de enlace descendente que son Ack/Nack en una subtrama de enlace ascendente. En consecuencia, puede no ser deseable reordenar los recursos PUCCH de acuerdo con el número máximo de recursos PUCCH que se puedan requerir en una subtrama. En su lugar, en algunos ejemplos, se puede usar un enfoque para reordenar con base en bloque. Tal procedimiento de remapeo PUCCH personalizado para TDD se puede describir usando la siguiente ecuación:

$$n_{PUCCH,i}^{(l,p=p_j)} = \left\lfloor \frac{\tilde{n}_{PUCCH}}{L_0} \right\rfloor + (map(\tilde{n}_{PUCCH}) + \delta_{i,j} + k') \cdot G + N_{eCCE}^{\max} \cdot \left\lfloor \frac{\tilde{n}_{PUCCH}}{N_{eCCE}^{\max}} \right\rfloor + N_{ePUCCH}^{(l)}(u, n_{tipo})$$

Ecuación 21

En la Ecuación 21, las variables según se definen por la Ecuación 16 son las mismas, y la Ecuación 21:

$\tilde{n}_{PUCCH} \equiv \text{mod}(\tilde{n}_{PUCCH}, L_0)$ es un índice de un grupo de asignación de recurso PUCCH implícitamente derivado de un índice de recurso, tal como un índice eCCE;

$\tilde{n}_{PUCCH}$ es un valor de asignación de recurso PUCCH intermedio. Esto puede representar el recurso PUCCH que está asignado por Rel-10 LTE, pero sin la desviación de recurso PUCCH tal como $N_{PUCCH}^{(l)}$. En algunos ejemplos, $\tilde{n}_{PUCCH} = (M - m - 1) N_c + m \cdot N_{c+1} + n_{CCE}$;

$N_{eCCE}^{\max}$ es un número máximo de eCCEs en cualquier subtrama.

$$\left\lfloor \frac{N_{eCCE}^{\max}}{L_0} \right\rfloor$$

En algunos ejemplos, un valor deseable de G puede ser $G = \left\lfloor \frac{N_{eCCE}^{\max}}{L_0} \right\rfloor$.

Una ocupación de recurso PUCCH de ejemplo para la configuración 1 LTE TDD se muestra en la FIG. 22 con el remapeo modificado (por ejemplo, que corresponde a la curva de ejemplo 2210) y sin el remapeo modificado (por ejemplo, que corresponde a la curva de ejemplo 2205). El remapeo con base en bloqueo produce dos regiones donde la ocupación del recurso PUCCH está muy concentrada, en vez de aquella en la FIG. 20. Esto corresponde a la necesidad de Ack/Nack hasta a dos subtramas DL en la configuración 1. Aunque hay dos regiones de baja ocupación (por ejemplo, los recursos PUCCH 22-44 y 66-88), la cantidad total de ocupación baja aún es aproximadamente la misma: alrededor de la mitad de los recursos PUCCH. Los recursos PUCCH 66-88 pueden no programarse, y potencialmente usarse para PUSCH con bastante facilidad, ya que pueden bordear la región PUSCH. Los recursos PUCCH 22-44 se pueden usar potencialmente por aproximadamente 1 PRB de PUSCH (dado que 18 recursos PUCCH son mapeados típicamente a un PRB), a pesar de que esto pueda ser menos benéfico a medida que está rodeado por PUCCH PRBs. Por lo tanto, usando la solución de ejemplo #4, puede ser posible mejorar la eficiencia de recurso PUCCH en aproximadamente 25%, y hasta posiblemente obtener una eficiencia de 50%.

Un quinto ejemplo de proceso UE 2300 que se puede ejecutar para implementar el asignador de recurso de ejemplo UE UCC 125 de la FIG. 1 se ilustra en la FIG. 23. Un quinto proceso eNB de ejemplo 2400 correspondiente que se puede ejecutar para implementar el asignador de recurso eNB UCC de ejemplo 130 de la FIG. 1 se ilustra en la FIG. 24. Los quintos procesos de ejemplo 1700 y 1800 implementan una quinta solución de ejemplo (también referida en este documento, como solución de ejemplo #4) divulgada en este documento para realizar asignación de recurso PUCCH para un ePDCCH. La solución de ejemplo #5 corresponde a la asignación de recurso PUCCH usando una indicación de desplazamiento PUCCH dinámica, que puede señalarse al UE 105 en DCI.

En la solución de ejemplo #5, un UE (por ejemplo, el UE 105) programado a través de ePDCCH puede usar una indicación de desplazamiento PUCCH dinámica provista en DCI para determinar recursos PUCCH para TDD cuando, por ejemplo, el número de eCCEs en un conjunto de ePDCCH varía por subtrama y/o entre conjuntos de ePDCCH, y/o el número de eCCEs monitoreado es cero y en su lugar se monitorea PDCCH.

En LTE Rel-11, un UE se puede configurar para monitorear múltiples regiones de recurso ePDCCH (también referido como conjuntos ePDCCH) que están configurados (por ejemplo, semi-estáticamente) para ese UE. Cuando un UE recibe un ePDCCH en un conjunto de ePDCCH, el UE determina un índice eCCE de la posición del ePDCCH en el conjunto

ePDCCH. La posición del ePDCCH se define por el primer eCCE que ocupa el ePDCCH. El índice eCCE es un entero no negativo, donde un índice de 0 para un conjunto ePDCCH corresponde al primer cCCE en el conjunto ePDCCH.

Un UE Rel-11 FDD puede determinar los recursos PUCCH del índice eCCE derivado del conjunto ePDCCH en que recibe el ePDCCH de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$n_{PUCCH}^{(1)} = \Delta_{ARO} + f(n_{eCCE}, p) + N_{PUCCH, j}^{(1)}$$

Ecuación 22

La Ecuación 22 incluye los parámetros siguientes:

$\Delta_{ARO} = \{-2, -1, 0, 0\}$ y es un desplazamiento de recurso Ack/Nack (ARO [por sus siglas en inglés]) PUCCH dinámico indicado para el UE, por ejemplo, en el DCI portado por el ePDCCH;

$N_{PUCCH, j}^{(1)}$ es un desplazamiento de recurso PUCCH asociado con el conjunto ePDCCH con el índice 'j';

y $f(n_{eCCE}, p)$ se determina para ePDCCH localizado y distribuido, respectivamente, usando la siguiente ecuación:

$$f(n_{eCCE}, p) = \begin{cases} \text{Localizado:} & \left\lfloor \frac{n_{eCCE, j}}{N} \right\rfloor \cdot N + k_p \\ \text{Distribuido:} & n_{eCCE, j} \end{cases}$$

Ecuación 23

La Ecuación 23 incluye los parámetros siguientes:

$n_{eCCE, j}$ es el índice del primer eCCE de una transmisión ePDCCH en el conjunto ePDCCH con el índice j;

N es el número de cCCEs por PRB;

k_p está determinado del puerto DMRS usado para desmodular ePDCCH.

En algunos ejemplos, $k_p = \{0, 1, 2, 3\}$ si $N=4$, and $k_p = \{0, 1\}$ si $N=2$.

Además, se acordó que en LTE Rel-11 para TDD, el recurso PUCCH dependerá también de la siguiente cantidad:

$$\sum_{i=0}^{m-1} N_{eCCE, i, j}$$

Ecuación 24

La Ecuación 24 incluye los parámetros siguientes:

$N_{eCCE, i, j}$ es igual al número de eCCEs en la subtrama i en el conjunto ePDCCH j configurado para el UE; y

$m = (0 \dots M-1)$ es el índice relativo de la subtrama DL del PDSCH programado por ePDCCH.

El número de eCCEs en la subtrama i en el conjunto ePDCCH j se puede determinar usando cualquier técnica adecuada conocida o futura. En algunos ejemplos, el número de eCCEs en un conjunto ePDCCH es identificado equivalentemente como $N_{eCCE, m, i}$ para un conjunto ePDCCH con índice de conjunto ePDCCH m en la subtrama i , y se puede calcular usando información de formato ePDCCH según se provee en 3GPP TS 36.211 sección 6.8A.1. Especificaciones Técnicas (TS) 3GPP 36.211, Versión 11.1.0 (20 de diciembre de 2012) que se incorpora en este documento en su totalidad.

El valor del parámetro k_p se puede determinar usando cualquier técnica adecuada conocida o futura. En algunos ejemplos, este parámetro puede estar equivalentemente definido como n' según se usa en la sección 6.8A.5 de 3GPP TS 36.211, Versión 11.1.0.

El acuerdo reflejado en la Ecuación 24 no especifica completamente cómo debe calcularse el recurso PUCCH para TDD UEs recibiendo ePDCCH. Si la Ecuación 22 se usa como la base para la asignación de recurso, no se ha decidido anteriormente cómo se usa la Ecuación 24 en ese contexto. Por lo tanto, la solución de ejemplo #5 provee técnicas

ejemplo para calcular recursos PUCCH para TDD UEs recibiendo ePDCCH y usando un desplazamiento de recurso PUCCH señalado dinámicamente a través de DCI.

En ese ejemplo de solución #5, la Ecuación 25 y la Ecuación 26 son usadas para realizar asignación de recurso PUCCH para TDD UEs recibiendo ePDCCH y usando un desplazamiento de recurso PUCCH señalado dinámicamente a través de DCI. La Ecuación 25 se puede usar por un UE (por ejemplo, el UE 105) y un eNB (por ejemplo, el eNB 110) para calcular respectivamente una suma de desplazamientos dados por:

$$n_{PUCCH,l}^{(1)} = \Delta_{ARO}(n - k_i) + f(n_{eCCE,m,j}, n') + N_{PUCCH,j}^{(1)} + N_T(n, j_0)$$

Ecuación 25

La Ecuación 25 incluye los parámetros siguientes:

$n_{PUCCH,l}^{(1)}$ es el índice del i -er recurso PUCCH que se va a asignar al UE (por ejemplo, el UE 105) en la subtrama n . Esto corresponde a un DL concedido en la subtrama $n - k_i$. En algunos ejemplos, si un ePDCCH o PDCCH no es recibido en la subtrama $n - k_i$, y el UE (por ejemplo, el UE 105) no determina (por ejemplo, de la señalización de capa superior) que un PDSCH se programa para este en la subtrama $n - k_i$, el correspondiente $n_{PUCCH,l}^{(1)}$ no está definido;

$\Delta_{ARO}(n - k_i)$ es un desplazamiento de recurso Ack/Nack (ARO) PUCCH indicado en la concesión de enlace descendente en la subtrama $n - k_i$. Un conjunto de ejemplo de valores de desplazamiento para usar es $\Delta_{ARO} = \{-2, -1, 0, 2\}$;

$f(n_{eCCE,m,j}, n')$ es un componente implícito de la indicación de recurso PUCCH. Este se puede calcular usando $n_{eCCE,m,j}$ y/o n' anteriormente expuestos. Por ejemplo, $f(n_{eCCE,m,j}, n')$ se puede calcular usando la Ecuación 23;

$n_{eCCE,m,j}$ es el índice del primer eCCE de un ePDCCH recibido por el UE en el conjunto ePDCCH con el índice j en la subtrama que corresponde al índice relativo m ;

$N_{PUCCH,j}^{(1)}$ es el desplazamiento de recurso PUCCH asociado con un ePDCCH recibido por el UE, donde el ePDCCH está en un conjunto ePDCCH que tiene índice j ;

$N_T(n, j_0)$ es un desplazamiento de subtrama que desplaza el recurso PUCCH correspondiente a diferentes subtramas DL.

La Ecuación 26 está dada por:

$$N_T(n, j_0) = \sum_{i=0}^{m-1} g(N_{eCCE,n-k_i,j_0})$$

Ecuación 26

La Ecuación 26 incluye los parámetros siguientes:

n es el índice de subtrama en que el recurso PUCCH se va a computar (por ejemplo, asignado);

$m = (0 \dots M-1)$ es el índice relativo de la subtrama DL del PDSCH programado por el ePDCCH en la subtrama n ;

j_0 es un índice del conjunto ePDCCH usado para computar un número de eCCEs, $N_{eCCE,n-k_i,j_0}$, definido a continuación. Las técnicas de ejemplo para determinar j_0 se describen a continuación. Cabe hacer notar que, en algunos ejemplos, j_0 puede ser diferente de j ;

$N_{eCCE,n-k_i,j_0}$ es igual al número de eCCEs en un conjunto ePDCCH con índice j_0 en una subtrama con índice $n - k_i$ en que se concede un enlace descendente para el UE que se puede detectar. En algunos ejemplos, $N_{eCCE,n-k_i,j_0}$ se calcula por el UE de acuerdo con parámetros provistos por la señalización RRC;

k_i es un entero constante que es un elemento de $\{k_0, k_1, \dots, k_{M-1}\}$;

M es el número de elementos en un índice K del conjunto de asociación de enlace descendente.

Por ejemplo, las variables m , M , n , K y $\{k_0, k_1, \dots, k_{M-1}\}$ se pueden determinar como que son para procedimiento de retroalimentación LTE TDD HARQ-ACK, tal como se describe en la sección 10.1.3 del 3GPP TS 36.213, V10.1.0.

En la Ecuación 26, $g(\cdot)$ es una función que produce un valor de desplazamiento de recurso PUCCH para la subtrama n , según se describe en este documento. En algunos ejemplos, un valor para $g(\cdot)$ se puede calcular para cada subtrama que el UE monitorea ePDCCH o PDCCH, independientemente de si el UE está programado en esa subtrama.

La Ecuación 25 y la Ecuación 26 dependen de determinar el conjunto ePDCCH j_0 . Una manera ejemplo para determinar este subconjunto sería usar el conjunto ePDCCH en que el UE recibe un ePDCCH, en otras palabras, el conjunto $j=j_0$ en la Ecuación 25 y la Ecuación 26. Sin embargo, si el UE pierde el ePDCCH, puede no ser conocido cual índice de conjunto

ePDCCH j_0 usar para determinar $N_{eCCE,n-k_i,j_0}$. Además, para TDD, $N_{eCCE,n-k_i,j_0}$ puede ser diferente en subtramas normales y en subtramas especiales, y así determinar el conjunto ePDCCH que se va a usar puede ser

insuficiente para determinar $N_{eCCE,n-k_i,j_0}$ en todas las subtramas. Problemas similares no existen en LTE Rel-10, dado que, según se describe en la sección 10.1.3 del 3GPP TS 36.213, la asignación de recurso PUCCH implícito Rel-10 TDD se calcula usando el índice PDCCH CCE, en el índice de subtrama relativa m , y en un desplazamiento de recurso

PUCCH $N_{PUCCH}^{(1)}$ que no varía como una función de la subtrama. Dados estos problemas, de aquí en adelante se exponen otros ejemplos que no determinan el conjunto ePDCCH j_0 como el conjunto en que se recibe ePDCCH.

Debido a que $N_{eCCE,n-k_i,j_0}$ puede variar con el índice de subtrama n y entre los subconjuntos ePDCCH con diferentes índices j , se divulgan las técnicas de ejemplo para la solución #5 que producen una función $g(\cdot)$ para mapear $N_{eCCE,n-k_i,j_0}$ a un solo valor para diferentes valores de n y j . Existen múltiples alternativas de ejemplo para determinar el índice j_0 y para cómo $g(\cdot)$ debe comportarse como una función de la subtrama n , como se describe a continuación.

Los siguientes son dos de tales técnicas ejemplo para determinar el índice de conjunto j_0 para la solución de ejemplo #5. Las técnicas difieren en si los números de eCCEs en los conjuntos ePDCCH se usan para determinar el conjunto o si tales números no se usan.

Técnica de ejemplo 1 para la Solución #5: j_0 fijo. En esta primera técnica de ejemplo, j_0 no depende del número de eCCEs

$$N_T(n) = \sum_{i=0}^{m-1} N_{eCCE,n-k_i,j_0}$$

en los conjuntos ePDCCH, así se puede usar un valor predeterminado para j_0 y entonces

En algunos ejemplos, este valor predeterminado puede ser un solo índice fijo en una especificación de capa física, tal como $j_0=0$, que puede corresponder al primer conjunto ePDCCH configurado cuando se envía un mensaje al UE con la información de la configuración del conjunto ePDCCH. Cuando el mensaje es un mensaje RFC, tal como se define en 3GPP TS 36.331 V11.2.0 (diciembre de 2012), que se incorpora en este documento por referencia en su totalidad, j_0 puede corresponder a un *epdcch-SetIdentity* en un elemento de información *EPDCCH-SetConfig*, y el valor predeterminado de $j_0=0$ puede corresponder a un *epdcch-SetIdentity*=0. En otros ejemplos, el valor predeterminado puede ser el valor mínimo de *epdcch-SetIdentity* de los conjuntos ePDCCH configurados para el UE. En tales ejemplos, cada *epdcch-SetIdentity* puede estar contenido en un *EPDCCH-SetConfig* que configura el conjunto ePDCCH correspondiente, y los conjuntos configurados para el UE se pueden agregar o modificar usando un *EPDCCH-SetConfigAddModList*. Incluso en otros ejemplos, el valor predeterminado puede ser el valor mínimo de un índice de conjunto ePDCCH para el que se ha configurado un ePDCCH. Por ejemplo, cuando los conjuntos ePDCCH se indexan usando un índice q , como en 3GPP TS 36.213, V11.1.0 (20 de diciembre de 2012), se incorpora en este documento por referencia en su totalidad, sección 10.1, y se han configurado dos conjuntos ePDCCH que se indexan por $q=0$ y $q=1$, el valor predeterminado puede ser $j_0=\min(\{0,1\})=0$. Sin embargo, si solo un conjunto ePDCCH se define con índice $q=0$ o $q=1$, el valor predeterminado puede ser $j_0=\min(\{0\})=0$ o $j_0=\min(\{1\})=1$, respectivamente.

Técnica de ejemplo 2 para la Solución #5: j_0 se deriva del tamaño de conjunto ePDCCH. En esta segunda técnica de ejemplo, el índice de conjunto ePDCCH j_0 se puede determinar como el índice j correspondiente al conjunto ePDCCH con

el $N_{eCCE,n-k_i,j}$ más grande que puede tener lugar en la subtrama $n-k_i$. Por ejemplo, la ecuación

$$j_0 = \arg \max_j (N_{eCCE,n-k_i,j}) \quad N_T(n, j_0) = \sum_{i=0}^{m-1} \max_{j_0} (N_{eCCE,n-k_i,j_0})$$

se puede usar para este fin, y así Los valores de

$N_{eCCE,n-k_i,j}$ usados para computar el $N_{eCCE,n-k_i,j}$ más grande se pueden determinar, por ejemplo, usando el número de grupos de elementos de recurso mejorado (EREGs [por sus siglas en inglés]) en un eCCE en la subtrama, tal como se define en 3GPP TS 36.211, V11.1.0, sección 6.8A.1.

Comparando las dos técnicas de ejemplo precedentes para determinar el índice de conjunto ePDCCH j_0 , el valor predeterminado puede tener el beneficio de simplificar el cálculo $N_{eCCE,n-k_i,j}$ en el UE 105 y el eNB 110. Cuando el valor predeterminado se determina como un primer conjunto ePDCCH configurado, un segundo beneficio puede permitir que se usen mayores o menores recursos PUCCH. Debido a que la cantidad de recurso usado por un UE es más grande si $N_T(n, j_0)$ es más grande, y usando un conjunto con el valor más grande o pequeño de $N_{eCCE,n-k_i,j}$ hará a $N_T(n, j_0)$ más grande o pequeño, respectivamente, se pueden usar más o menos recursos PUCCH dependiendo de si el primer conjunto ePDCCH configurado es el uno con el valor más grande o pequeño de $N_{eCCE,n-k_i,j}$. Por otro lado, un beneficio de usar un valor dependiendo del número de eCCES en los conjuntos ePDCCH, tal como el $N_{eCCE,n-k_i,j}$ más grande, puede ser permitir que la cantidad de recurso PUCCH asignado para rastrear mejor la necesidad de acuerdo con el programa de soporte de control de enlace descendente en ePDCCH. Además, usando el $N_{eCCE,n-k_i,j}$ más grande en vez de un valor más pequeño puede ayudar a limitar qué tan frecuente se asocia el mismo recurso PUCCH con diferentes ePDCCHs, de esa manera se permite una programación más eficiente de ePDCCH.

Técnica de ejemplo 3 para la Solución #5: usando la constante $g(\cdot)$. En una tercera técnica de ejemplo para la solución #5, la función $g(\cdot)$ es constante sobre todas las subtramas. En este ejemplo, el UE puede determinar un valor máximo de $N_{eCCE,n-k_i,j}$ para el conjunto ePDCCH j para cualquier subtrama i de acuerdo con su conjunto(s) ePDCCH

configurado, y usar el valor máximo de $N_{eCCE,n-k_i,j}$ para calcular $N_T(n, j_0) = \sum_{i=0}^{m-1} g(N_{eCCE,n-k_i,j_0})$, que se puede expresar con $N_T(n, j_0) = m \cdot N_{eCCE,j_0}^{\max}$; donde $g(N_{eCCE,i,j}) = N_{eCCE,j}^{\max} = \max_i(N_{eCCE,i,j})$ y donde j_0 es un índice de un conjunto ePDCCH configurado para el UE. El UE puede determinar $N_{eCCE,i,j}$ usando el número de EREGs en un eCCE en una subtrama i , tal como se define en 3GPP TS 36.211, V11.1.0, sección 6.8A.1. En algunos ejemplos, un valor fijo se puede usar para j_0 tal como se describe en la técnica de ejemplo 1 anterior. En otros ejemplos, el índice del conjunto j_0 puede corresponder a un conjunto ePDCCH configurado para el UE con el $N_{eCCE,j}^{\max}$ más grande y así, en tal ejemplo, $N_T(n, j_0) = N_T(n) = m \cdot \max_j(N_{eCCE,j}^{\max})$.

Si un UE (por ejemplo, el UE 105) monitorea un PDCCH en una subtrama $n-k_i$ (y, por lo tanto, puede no monitorear ePDCCH), la Ecuación 25 y la Ecuación 26 pueden ser usadas aún para computar $n_{PUCCH,i}^{(1)}$ para otras subtramas donde el UE monitorea a ePDCCH, excepto que $N_T(n, j_0)$ se puede calcular de forma diferente cuando el UE solo recibe ePDCCH. En tal ejemplo, si el UE no recibe ePDCCH en la subtrama $n-k_i$, el número de eCCES que el UE recibe es 0, y así $g(N_{eCCE,n-k_i,j_0})$ se establece como $g(N_{eCCE,n-k_i,j_0}) = 0$ cuando se calcula $N_T(n, j_0)$. En otro ejemplo para calcular $N_T(n, j_0)$ que corresponde a cuando PDCCH es monitoreado PDCCH en la subtrama $n-k_i$, el índice j_0 se puede determinar (de modo parecido a cuando solo recibe ePDCCH) como el índice j correspondiente al conjunto ePDCCH con $j_0 = \arg \max_j(N_{eCCE,n-k_i,j})$ el $N_{eCCE,n-k_i,j}$ más grande que puede tener lugar en la subtrama $n-k_i$, y las ecuaciones

$N_T(n, j_0) = N_T(n) = \sum_{i=0}^{m-1} \max_{j_0}(N_{eCCE,n-k_i,j_0})$ y se pueden usar. En un ejemplo alternativo que corresponde a cuando PDCCH es monitoreado en la subtrama $n-k_i$, el UE puede determinar un valor máximo de $N_{eCCE,n-k_i,j_0}$, por ejemplo, usando $N_T(n, j_0) = m \cdot N_{eCCE,j_0}^{\max}$ con $N_{eCCE,j_0}^{\max} = \max_i(N_{eCCE,n-k_i,j_0})$. En tal ejemplo, un valor predeterminado para j_0 se puede usar, y así $N_T(n, j_0) = m \cdot \max_i(N_{eCCE,i,j_0})$. Este valor predeterminado puede ser un solo índice fijo en una especificación futura de capa física. Tal como $j_0=0$, que puede corresponder al primer conjunto ePDCCH configurado cuando se envía al UE un mensaje con la información de configuración del conjunto ePDCCH.

Si un UE monitorea PDCCH en la subtrama $n-k_i$, PDCCH puede no portar un indicador de un desplazamiento de recurso Ack/Nack (ARO) PUCCH dinámico. Además, puede no haber puerto DMRS usado para recibir PDCCH, y así puede estar implicado un tratamiento diferente con respecto a la variable n' . Sin embargo, en tales ejemplos, las técnicas de asignación de recurso LTE Rel-10 PUCCH pueden ser aún adecuadas. Por lo tanto, en algunos ejemplos, cuando un UE monitorea PDCCH en la subtrama $n-k_i$, el UE determina el recurso PUCCH correspondiente para esa subtrama como se define en LTE Rel-10 en la sección 10.1.3 de TS 36.213, V10.1.0 para TDD, y como se provee por la Ecuación 18 y la Ecuación 19

anteriormente mencionadas. En tales ejemplos, $n_{PUCCH,l}^{(1)}$ se puede determinar de forma diferente de acuerdo con l . Además, para que l corresponda a la subtrama $n-k_i$, en que se monitorea a ePDCCH, en tales ejemplos la Ecuación 25 y

el cálculo modificado de $N_T(n, j_0)$ expuesto en el párrafo precedente se puede usar para (1) computar $n_{PUCCH,l}^{(1)}$. Para que l corresponda a la subtrama $n-k_i$, en que se monitorea a PDCCH, los métodos LTE Rel-10 son usados para computar $n_{PUCCH,l}^{(1)}$.

En algunos ejemplos, puede ser deseable que el UE (por ejemplo, el UE 105) transmita PUCCH solo en recursos asociados con el ePDCCH incluso este monitorea a PDCCH. En tales ejemplos, la Ecuación 25 se puede modificar para determinar $n_{PUCCH,l}^{(1)}$ para que l corresponda a una subtrama $n-k_i$, en que el UE monitorea al PDCCH, como se muestra en la siguiente ecuación:

$$n_{PUCCH,l}^{(1)} = f(n_{CCE,m}) + N_{PUCCH,j_0}^{(1)} + N_T(n, j_0)$$

Ecuación 27

La Ecuación 27 incluye los parámetros siguientes:

$n_{PUCCH,l}^{(1)}$ es el índice de recurso PUCCH l º. En algunos ejemplos, si un ePDCCH o PDCCH no se recibe en la subtrama $n-k_i$, y el UE no determina (por ejemplo, de la señalización de capa superior) esto es un PDSCH se programa para esto en la subtrama $n-k_i$, el $n_{PUCCH,l}^{(1)}$ que corresponde no está definido;

$f(n_{CCE,m})$ es un componente implícito de la indicación de recurso PUCCH. Se puede calcular usando $n_{eCCE,m}$. Una forma de ejemplo para computar $f(n_{CCE})$ es $f(n_{CCE,m}) = n_{CCE,m}$;

$n_{eCCE,m}$ es el índice del primer CCH de un PDCCH recibido por el UE en la subtrama que corresponde al índice relativo m ;

$N_{PUCCH,j_0}^{(1)}$ es el desplazamiento de recurso PUCCH asociado con un conjunto ePDCCH que tiene el índice ' j_0 '. En algunos ejemplos, este índice en conjunto se puede predeterminar como un solo índice fijo en una especificación de capa física, tal como $j_0=0$, que puede corresponder al primer conjunto ePDCCH configurado cuando se envía al UE un mensaje con la información de configuración del conjunto ePDCCH. En otros ejemplos, j_0 se puede determinar como el j que corresponde al conjunto ePDCCH con el $N_{eCCE,n-k_i,j}$ más grande que puede tener lugar en la subtrama $n-k_i$, y se usa

$$j_0 = \arg \max_j (N_{eCCE,n-k_i,j})$$

la ecuación j . Incluso en otros ejemplos, un $N_{eCCE,n-k_i,j}$ más grande que puede tener lugar en cualquier conjunto ePDCCH configurado para el UE en cualquier subtrama i es usado, que puede ser descrito

como $N_{PUCCH,j_0}^{(1)} = N_{eCCE}^{\max} = \max_{i,j} (N_{eCCE,i,j})$;

$N_T(n, j_0)$ se puede calcular como se describió anteriormente para cuando un UE monitorea PDCCH en la subtrama $n-k_i$.

Con lo anterior en mente, y con referencia a las figuras precedentes y descripciones asociadas, el proceso de ejemplo 2300 de la FIG. 23 empieza la ejecución en el bloque 2305 en que el asignador de recurso UE UCC 125 del UE 105 obtiene (por ejemplo, a través de la señalización de del eNB 110 y/o de cualquier otra manera) cualesquier parámetros de asignación de canal de control de enlace ascendente que se van a usar para realizar la asignación de recurso PUCCH. En el bloque 2305, el asignador de recurso UE UCC 125 obtiene (por ejemplo, a través de señalizar del eNB 110 y/o cualquier otra manera) información que especifica uno o más conjuntos ePDCCH configurados para el UE 105, como se describió anteriormente. En el bloque 2315, el UE 105 recibe una transmisión ePDCCH, para la que uno o más recursos PUCCH se van a asignar, en uno de los conjuntos ePDCCH (por ejemplo, j), como se describió anteriormente. La transmisión ePDCCH recibida por el UE 105 en el bloque 2315 indica un desplazamiento de recurso Ack/Nack (ARO) PUCCH dinámico, según se describió anteriormente. En el bloque 2320, el asignador de recurso UE UCC 125 determina una posición (por ejemplo, un índice eCCE, $n_{eCCE,j}$) de la transmisión ePDCCH recibida en el conjunto ePDCCH (por ejemplo, j), como se describió anteriormente.

Como se describió con mayor detalle anteriormente, en el bloque 2325, el asignador de recurso UE UCC 125 determina un número de elementos de canal de control (por ejemplo, $N_{eCCE,n-k_i,j_0}$) en un segundo de los conjuntos ePDCCH (por ejemplo, j_0). Como se señaló anteriormente, el conjunto ePDCCH usado en el bloque 2325 puede ser el mismo, o diferente, del conjunto ePDCCH en que el ePDCCH se recibió en el bloque 2315. En el bloque 2330, el asignador de recurso UE UCC 125 determina un desplazamiento de subtrama (por ejemplo, $N_T(n, j_0)$) con base en el número de elementos de canal de control (por ejemplo, $N_{eCCE,n-k_i,j_0}$), como se describió anteriormente (por ejemplo, usando la Ecuación 26). En el bloque 2335, el asignador de recurso UE UCC 125 procesa la posición determinada en el bloque 2320, el desplazamiento de recurso Ack/Nack (ARO) PUCCH indicado en el bloque 2315 y el desplazamiento de subtrama determinado en el bloque 2330, como se describió anteriormente (por ejemplo, usando la Ecuación 25), para determinar un recurso PUCCH asignado. En el bloque 2340, el UE 105 transmite en el recurso PUCCH asignado.

De la misma manera, el proceso de ejemplo 2400 de la FIG. 24 empieza la ejecución en el bloque 2405 en que el asignador de recurso eNB UCC 130 del eNB 110 provee (por ejemplo, a través de señalización y/o cualquier otra manera adecuada) al UE 105 cualesquier parámetros de asignación de canal de control de enlace ascendente que se van a usar para realizar la asignación de recurso PUCCH. En el bloque 2405, el asignador de recurso eNB UCC 130 también provee (por ejemplo, a través de señalización y/o cualquier otra manera adecuada) la información especificando el uno o más conjuntos ePDCCH configurados para el UE 105. En el bloque 2410, el eNB transmite un ePDCCH portando una indicación del desplazamiento de recurso Ack/Nack (ARO) PUCCH dinámico que se va a usar por el UE 105 cuando se realiza la asignación de recurso PUCCH de acuerdo con la solución de ejemplo #5. Por ejemplo, el eNB 1515 determina la posición (por ejemplo, un índice eCCE) en que transmitirá el ePDCCH. El eNB 110 transmite después el ePDCCH en la posición determinada y porta la indicación del ARO.

La FIG. 25 es un diagrama de bloque de un sistema de procesamiento 2500 capaz de ejecutar los procesos de las FIGS. 5, 6, 9, 10, 14, 15, 17, 18, 23 y/o 24 para implementar el sistema de comunicación móvil 100, el dispositivo UE 105, el eNB 110, el asignador de recurso UE UCC 125 y/o el asignador de recurso eNB UCC 130 de la FIG. 1. El sistema de procesamiento 2500 puede ser, por ejemplo, un dispositivo móvil (por ejemplo, un teléfono inteligente, un teléfono celular, etc.), un asistente digital personal (PDA), un servidor, un ordenador personal, una aplicación de internet, un reproductor de DVD, un reproductor de CD, un grabador de vídeo digital, un reproductor de Blu-ray, una consola de juegos, un grabador de vídeo personal, un convertidor de señal de TV, una cámara digital, o cualquier otro tipo de dispositivo de ordenador.

El sistema 2500 del ejemplo instantáneo incluye un procesador 2512. Por ejemplo, el procesador 2512 se puede implementar por uno o más microprocesadores y/o controladores de cualquier familia o fabricante deseado.

El procesador 2512 incluye una memoria local 2513 (por ejemplo, una caché) y está en comunicación con una memoria principal que incluye una memoria volátil 2514 y una memoria no volátil 2516 a través de un enlace 2518. El enlace 2518 se puede implementar por un bus, una o más conexiones punto a punto, etc., o una combinación de estas. La memoria volátil 2514 se puede implementar por Memoria Aleatoria Estática (SRAM [por sus siglas en inglés]), Memoria Dinámica de Acceso Aleatorio Síncrona (SDRAM [por sus siglas en inglés]), Memoria Dinámica de Acceso Aleatorio (DRAM [por sus siglas en inglés]), Memoria Dinámica de Acceso Aleatorio RAMBUS (RDRAM [por sus siglas en inglés]) y/o cualquier tipo de dispositivo de memoria de acceso aleatorio. La memoria no volátil 2516 se puede implementar por memoria flash y/o cualquier otro tipo de dispositivo de memoria deseado. El acceso a la memoria principal 2514, 2516 es controlada por un controlador de memoria.

El sistema de procesamiento 2500 incluye también un circuito de interfaz 2520. El circuito de interfaz 2520 se puede implementar por cualquier tipo de estándar de interfaz, tal como interfaz de Ethernet, un bus universal en serie (USB), y/o una interfaz expés PCI.

Uno o más dispositivos de entrada 2522 están conectados al circuito de interfaz 2520. El dispositivo(s) de entrada 2522 permite a un usuario ingresar datos y comandos al procesador 2512. El dispositivo(s) de entrada se puede implementar, por ejemplo, mediante un teclado, un ratón, una pantalla táctil, un panel táctil, un ratón de bola, una barra de seguimiento (tal como un isopunto), un sistema de reconocimiento de voz y/o cualquier otra interfaz.

Uno o más dispositivos de salida 2524 están conectados también al circuito de interfaz 2520. Los dispositivos de salida 2524 se pueden implementar, por ejemplo, mediante dispositivos de visualización (por ejemplo, una pantalla de cristal líquido, una pantalla de tubo de rayos catódicos (CRT [por sus siglas en inglés])), una impresora y/o altavoces. De este modo, el circuito de interfaz 2520 puede incluir una tarjeta controlador de gráficos.

El circuito de interfaz 2520 puede incluir también un dispositivo de comunicación, tal como un módem o una tarjeta de interfaz de red, para facilitar el intercambio de datos con ordenadores externos a través de una red 2526 (por ejemplo, una conexión Ethernet, una línea de suscripción digital (DSL [por sus siglas en inglés]), una línea telefónica, cable coaxial, un sistema de teléfono celular, etc.).

El sistema de procesamiento 2500 puede incluir también uno o más dispositivos de almacenamiento masivo 2528 para almacenar instrucciones y datos legibles por máquina. Ejemplos de tales dispositivos de almacenamiento masivo 2528 incluyen unidades de disco blando, discos duros, unidades de disco compacto y unidades de disco versátil digital (DVD).

5 Las instrucciones codificadas 2532 que corresponden a las instrucciones de las FIGS. 5, 6, 9, 10, 14, 15, 17, 15, 23 y/o 24 se pueden almacenar en el dispositivo de almacenamiento masivo 2525, en la memoria volátil 2514, en la memoria no volátil 2516, en la memoria local 2513 y/o en un medio de almacenamiento desmontable, tal como un CD o DVD 2536.

10 Como una alternativa para implementar los métodos y/o aparatos descritos en este documento en un sistema tal como el sistema de procesamiento de la FIG. 25, los métodos y/o los aparatos descritos en este documento se pueden insertar en una estructura tal como un procesador y/o un ASIC (circuito integrado específico de aplicación).

También, como se usa en este documento, el término “nodo” se refiere ampliamente a cualquier punto de conexión, tal como un punto de redistribución o un punto final de comunicación, de un ambiente de comunicación, tal como una red. En consecuencia, tales nodos se pueden referir a un dispositivo electrónico activo capaz de enviar, recibir o reenviar información sobre un canal de comunicación. Ejemplos de tales nodos incluyen equipos de terminación de circuitos de datos (DCE [por sus siglas en inglés]), tales como un módem, un concentrador, puente o conmutador y equipo de terminal de datos (DTE [por sus siglas en inglés]), tal como un microteléfono, una impresora o un ordenador anfitrión (por ejemplo, un encaminador, una estación de trabajo o un servidor). Ejemplos de nodos de red de área local (LAN [por sus siglas en inglés]) o de red de área amplia (WAN [por sus siglas en inglés]) incluyen ordenadores, conmutadores de paquetes, módems de cable, módems de línea de abonado digital (DSL [por sus siglas en inglés]), puntos de acceso de LAN inalámbrica (WLAN [por sus siglas en inglés]), etc. Ejemplos de nodos de Internet o Intranet se encuentran los ordenadores centrales identificados por una dirección de Protocolo de Internet (IP), los puentes, los puntos de acceso WLAN, etc. Asimismo, ejemplos de nodos en la comunicación celular incluyen estaciones base, relés, controladores de estaciones base, controladores de redes de radio, registros de localización de hogares, nodos de soporte GPRS de puerta de enlace (GGSN [por sus siglas en inglés]), nodos de soporte GPRS de servicio (SGSN [por sus siglas en inglés]), puertas de enlace de servicio (S-GW [por sus siglas en inglés]), puertas de enlace de red de paquetes de datos (PDN-GW [por sus siglas en inglés]), etc.

30 Otros ejemplos de nodos incluyen nodos cliente, nodos servidor, nodos pares y nodos de acceso. Como se usa en este documento, un nodo cliente se puede referir a dispositivos inalámbricos tales como teléfonos móviles, teléfonos inteligentes, asistentes digitales personales (PDAs), dispositivos de mano, ordenadores portátiles, ordenadores tableta y dispositivos similares u otro equipo de usuario (UE) que tenga capacidades de telecomunicaciones. Asimismo, tales nodos cliente pueden referirse a dispositivo móvil, inalámbrico o, por el contrario, a dispositivos que tienen capacidades similares que no son generalmente transportables, tales como ordenadores de escritorio, convertidores de señal de TV, sensores, etc. Un nodo servidor, como se usa en este documento, se puede referir a un dispositivo de procesamiento de información (por ejemplo, un ordenador anfitrión), o series de dispositivos de procesamiento de información, que realizan solicitudes de procesamiento de información enviada por otros nodos. Como se usa en este documento, un nodo par puede servir a veces como un nodo cliente, y en otras ocasiones, un nodo servidor. Una red entre pares o red de superposición, un nodo que encamina activamente datos para otros dispositivos en la red, así como se puede referir a sí misma como un supernodo. Un nodo de acceso, como se usa en este documento, se puede referir a un nodo que provee un acceso de nodo cliente a un ambiente de comunicación. Ejemplos de nodos de acceso incluyen, pero no se limita a, estaciones base de red celular tales como Nodo Bs evolucionado (eNBs [por sus siglas en inglés]), puntos de acceso de banda ancha inalámbrica (por ejemplo, WiFi, WiMAX, etc.), etc., que proveen la célula y/o área de cobertura WLAN correspondiente, etc.

La invención se define únicamente por las reivindicaciones que se anexan 1-10.

REIVINDICACIONES

1. Un método en un equipo de usuario, UE [por sus siglas en inglés], (105) para transmitir en un primer recurso asignado, canal de control de enlace ascendente físico, PUCCH [por sus siglas en inglés], el método comprende:
5 recibir, en el UE, un canal de control de enlace descendente portando un indicador de recurso PUCCH, en donde el canal de control de enlace descendente está asociado con un puerto de antena de señal de referencia de desmodulación, DMRS [por sus siglas en inglés];
10 mapear el indicador de recurso PUCCH a un primer desplazamiento;
determinar un segundo desplazamiento con base en una posición del canal de control de enlace descendente recibido normalizado por un primer valor;
15 determinar un índice del puerto de antena DMRS asociado con el canal de control de enlace descendente;
determinar un tercer desplazamiento con base en el índice determinado del puerto de antena DMRS;
20 mapear una combinación lineal del primer, segundo y tercer desplazamientos a un índice identificando el primer recurso PUCCH asignado; y
transmitir un PUCCH en el primer recurso PUCCH asignado.
2. El método de la reivindicación 1, en donde el UE recibe una pluralidad de canales compartidos de enlace descendente físico, PDSCHs [por sus siglas en inglés], los respectivos unos de los PDSCHs son recibidos en subtramas diferentes respectivas, y en donde el mapeo de la combinación lineal comprende agregar un primer desplazamiento correspondiente a una primera subtrama en que un primer uno de los PDSCHs fue recibido.
3. El método de la reivindicación 1, además comprende:
30 determinar un segundo recurso PUCCH asignado, el segundo recurso PUCCH asignado tiene un valor igual al primer recurso PUCCH asignado más una constante; y
transmitir el PUCCH en uno del primer o del segundo recurso PUCCH asignado usando un primer puerto de antena.
35
4. El método de la reivindicación 1, además comprende:
determinar un segundo recurso PUCCH asignado, el segundo recurso PUCCH asignado tiene un valor igual al primer recurso PUCCH asignado más una constante; y
40 transmitir el PUCCH en el primer recurso PUCCH asignado usando un primer puerto de antena y en el segundo recurso PUCCH asignado usando un segundo puerto de antena, el PUCCH se transmite simultáneamente en los primeros y segundos puertos de antena.
- 45 5. El método de la reivindicación 1, en donde el canal de control de enlace descendente está en un formato de información de control de enlace descendente, DCI [por sus siglas en inglés].
6. El método de la reivindicación 1, en donde el primer valor es un número de elementos de canal de control mejorado, eCCEs [por sus siglas en inglés].
50
7. El método de la reivindicación 6, en donde determinar el segundo desplazamiento comprende determinar el entero más grande que es más pequeño o igual que la posición del canal de control de enlace descendente normalizado por el primer valor.
- 55 8. Un método según se define en la reivindicación 1, en donde el primer valor es una longitud de canal de control de enlace descendente físico mejorado, ePDCCH [por sus siglas en inglés].
9. Un equipo de usuario, UE, (2500) que comprende:
60 una memoria (2514) que tiene instrucciones legibles por máquina almacenadas en esta; y
un procesador (2512) para ejecutar las instrucciones para realizar el método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8.
10. Un medio de almacenamiento legible por máquina que comprende instrucciones legibles por máquina que, cuando se ejecutan por un procesador (2512) de un equipo de usuario, UE, (2500) dan lugar a que el UE realice al menos el método de las reivindicaciones 1 a 8.
65

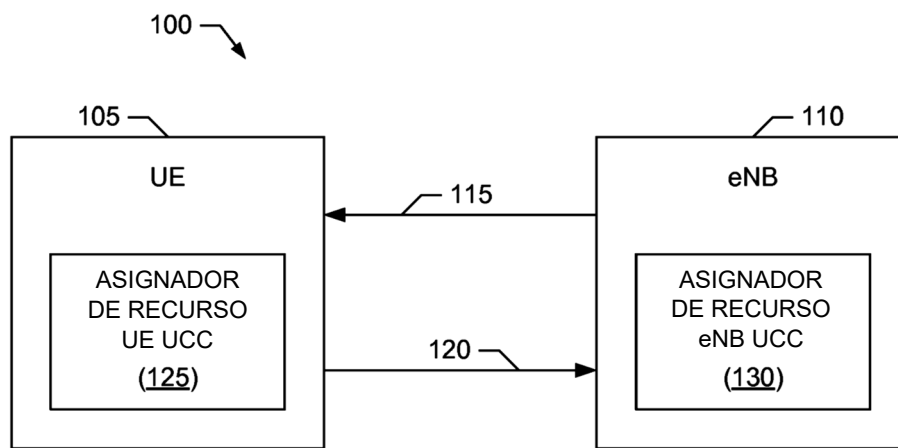


FIG. 1

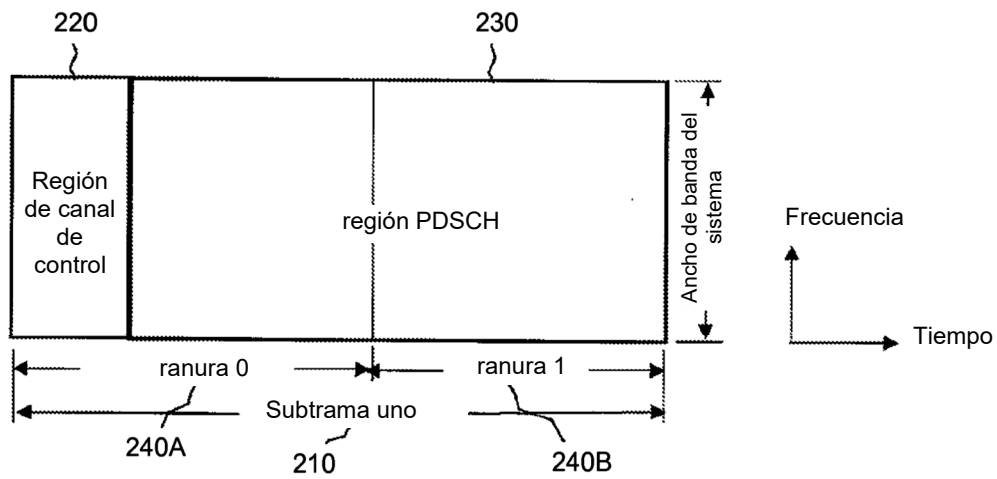


FIG. 2

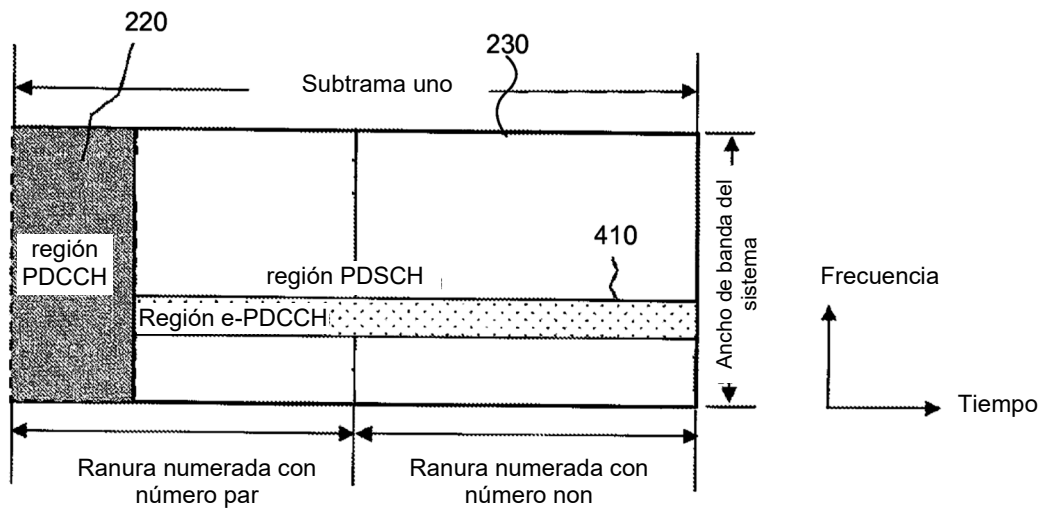


FIG. 4

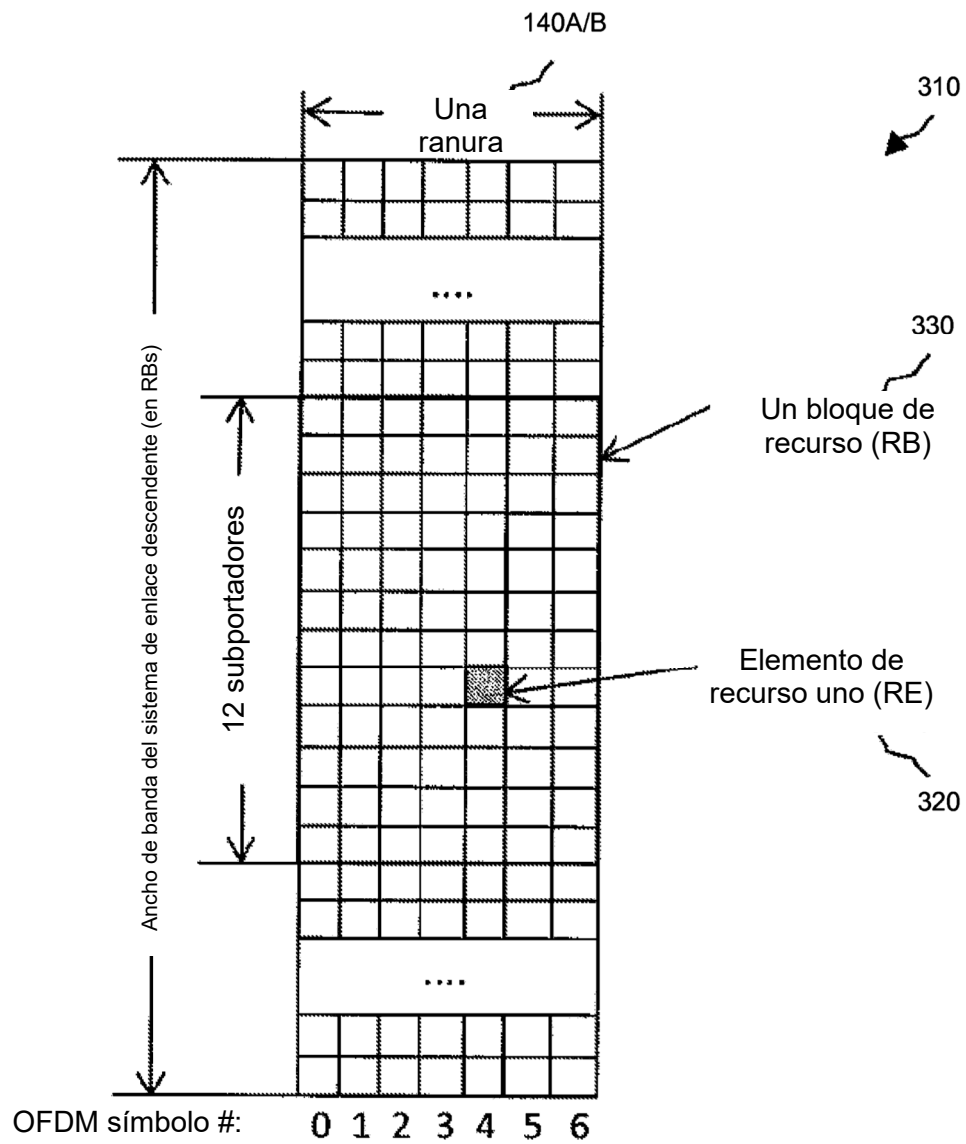


FIG. 3

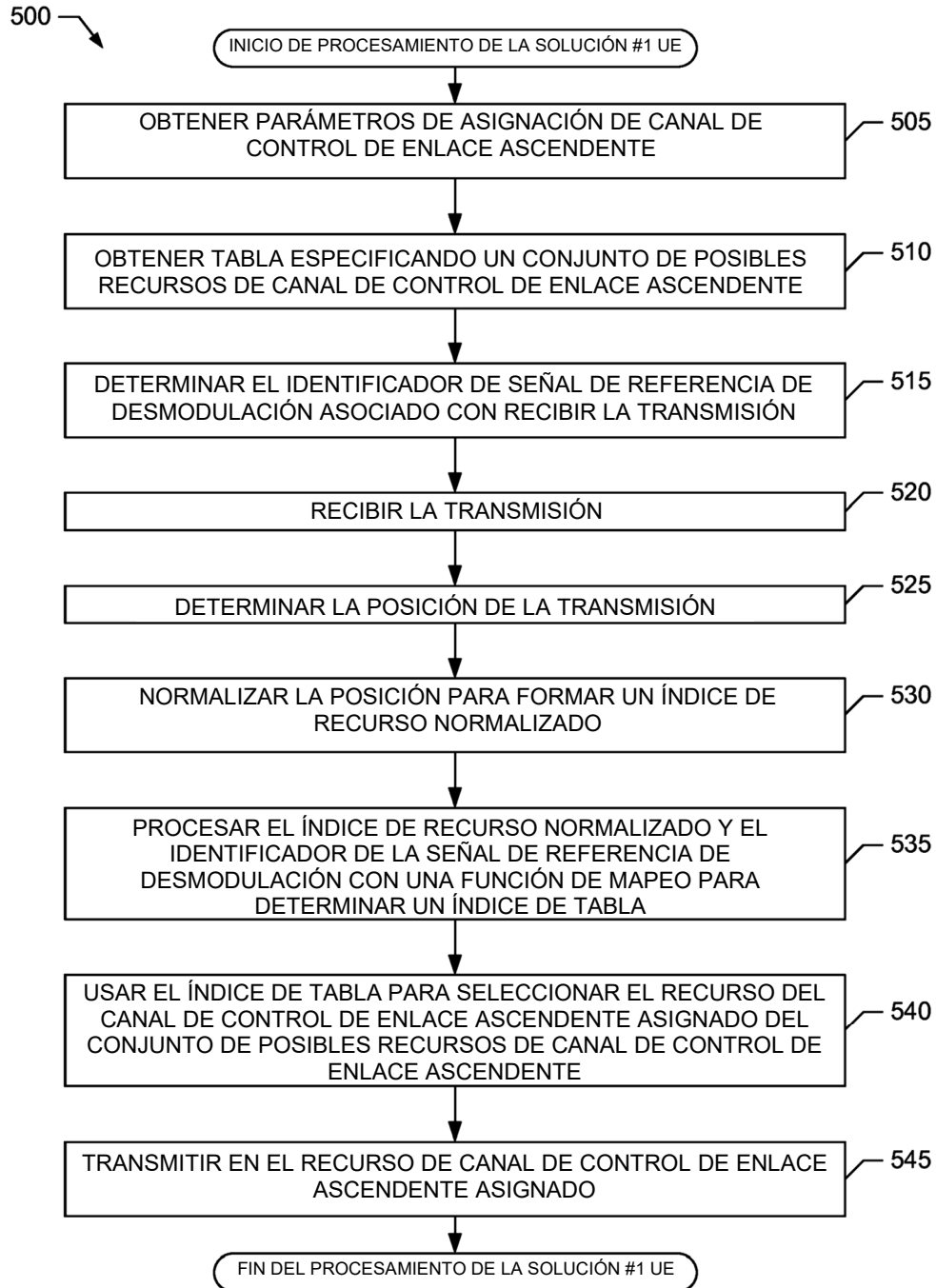


FIG. 5

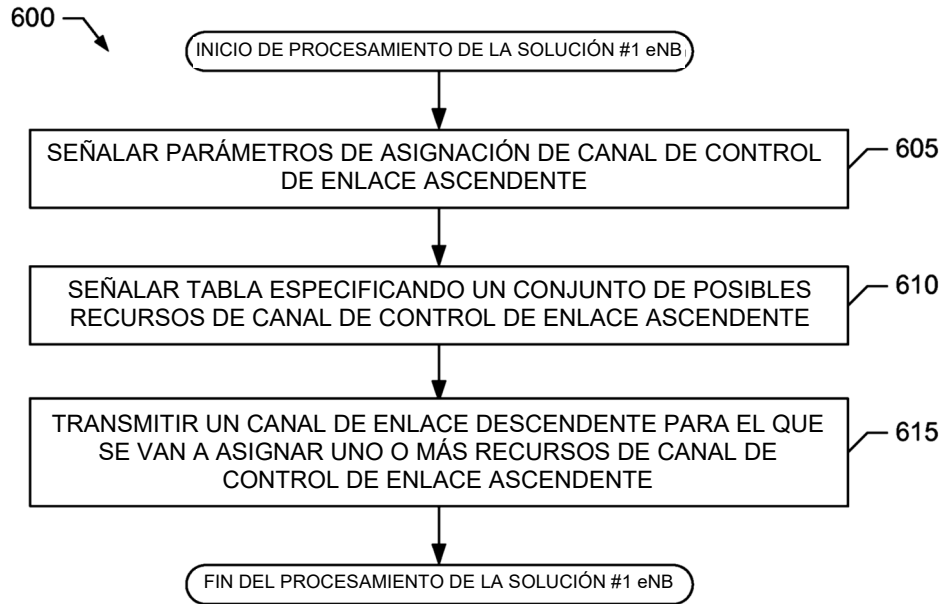


FIG. 6

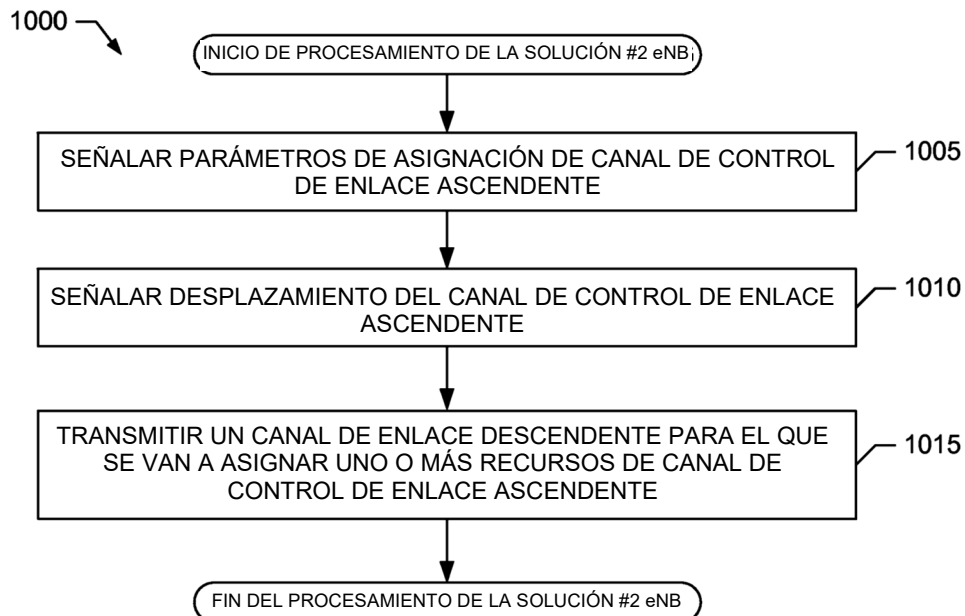


FIG. 10

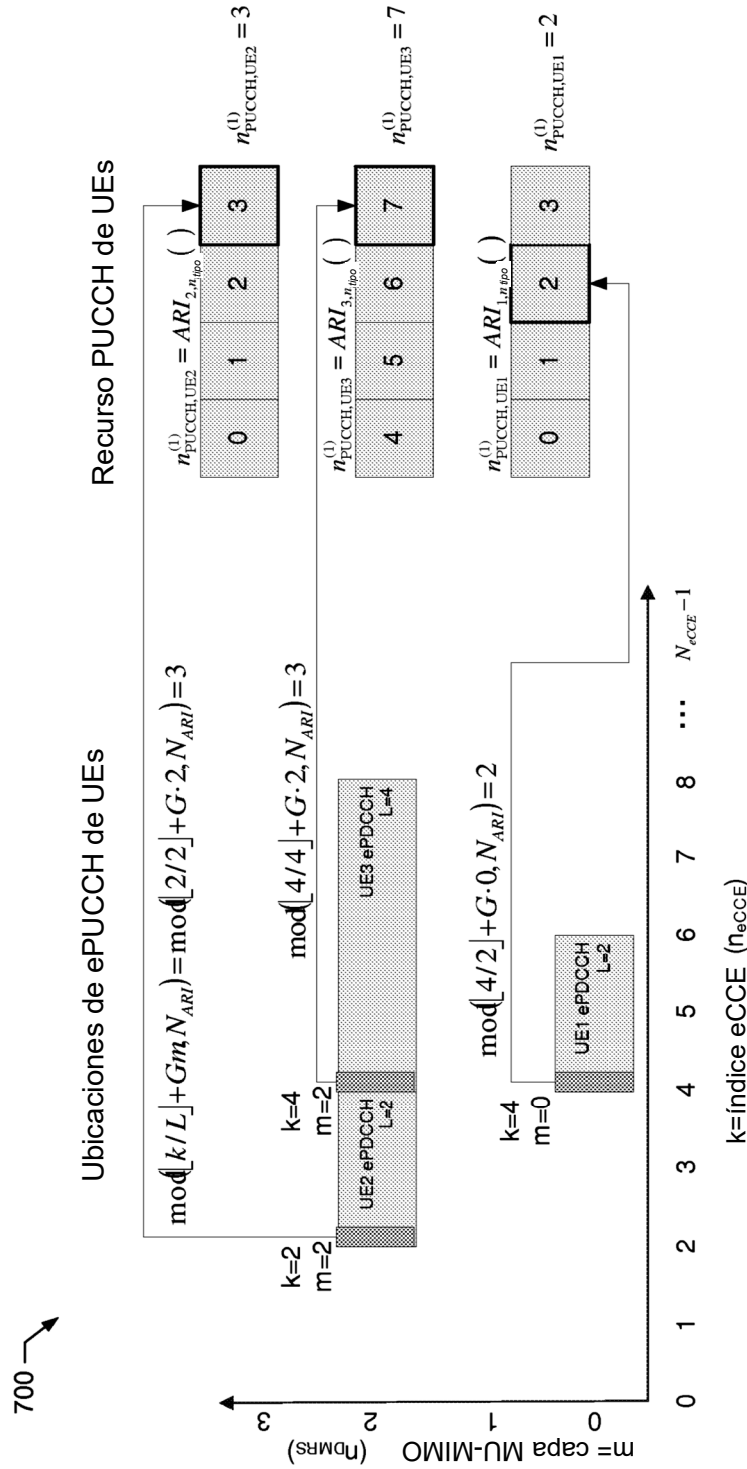


FIG. 7

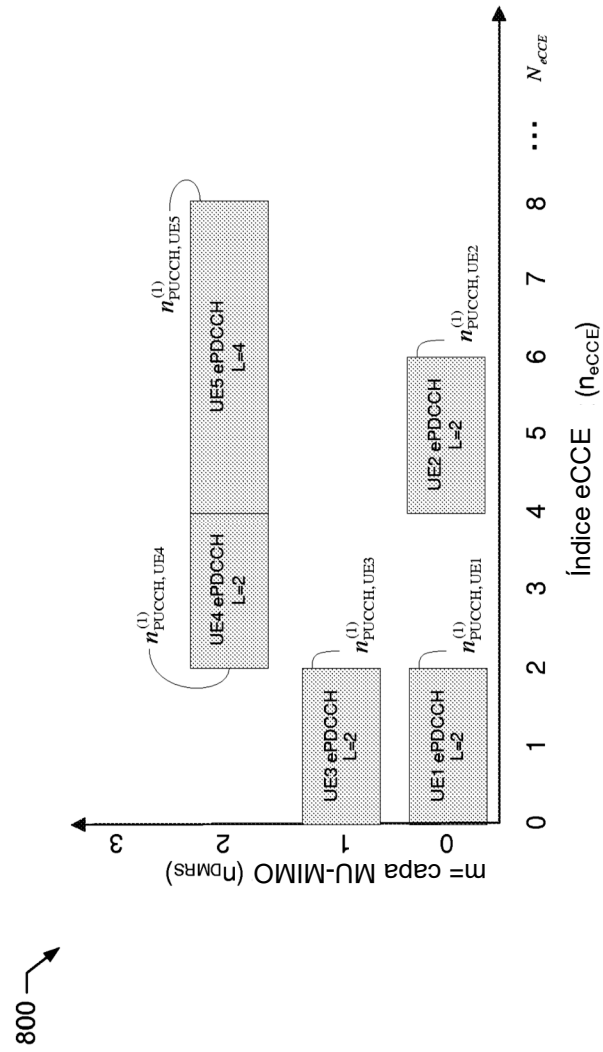


FIG. 8

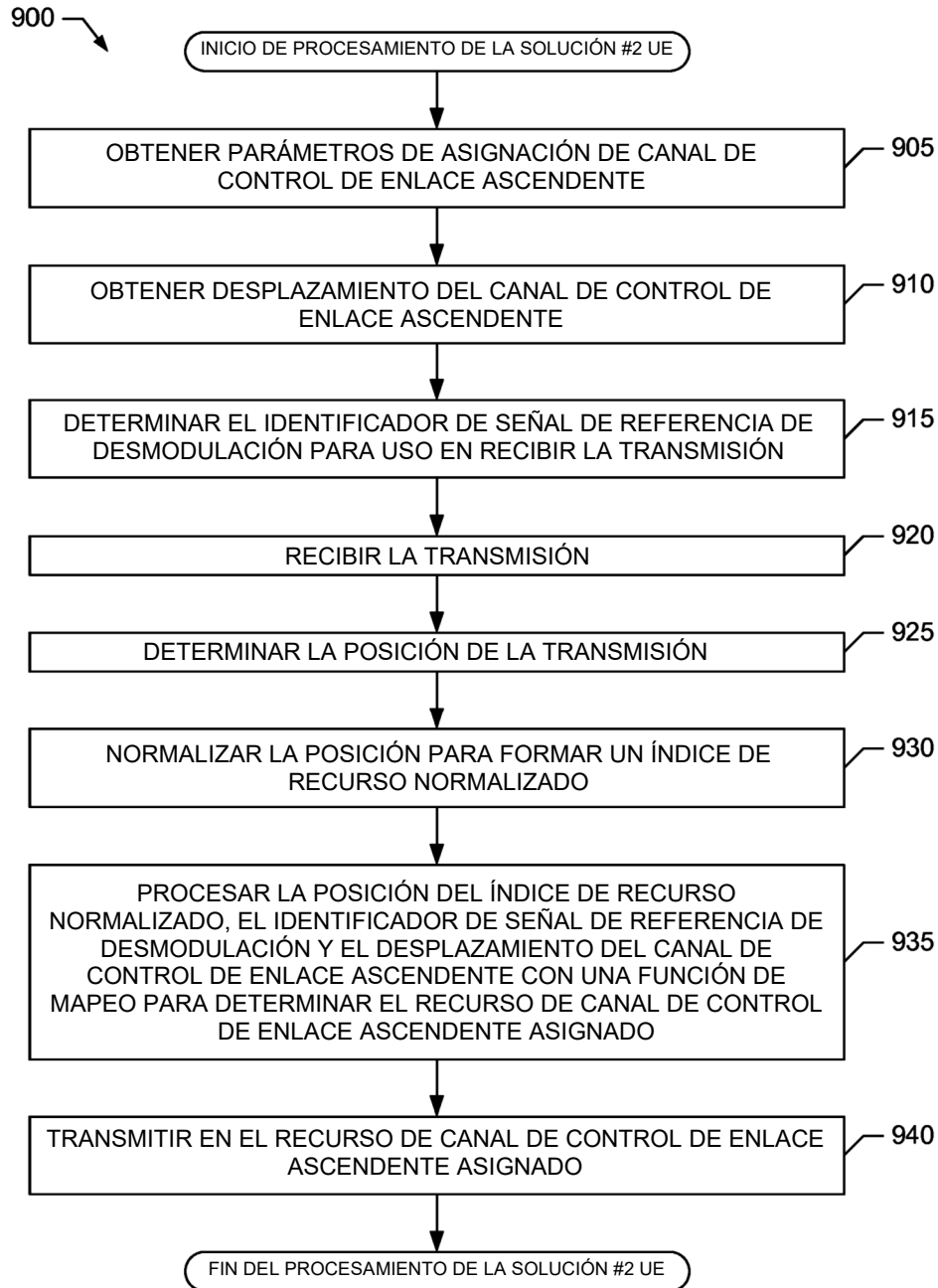


FIG. 9

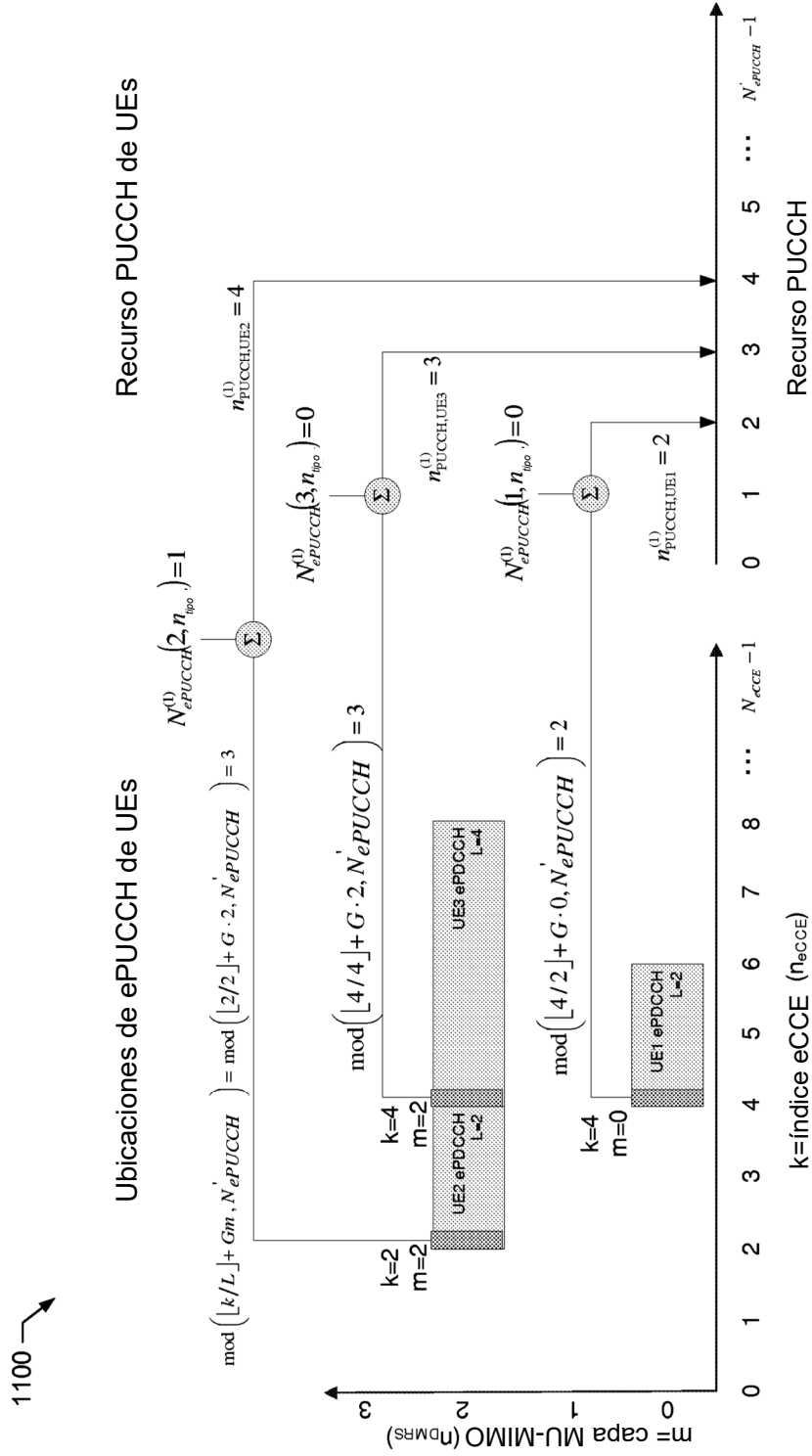


FIG. 11

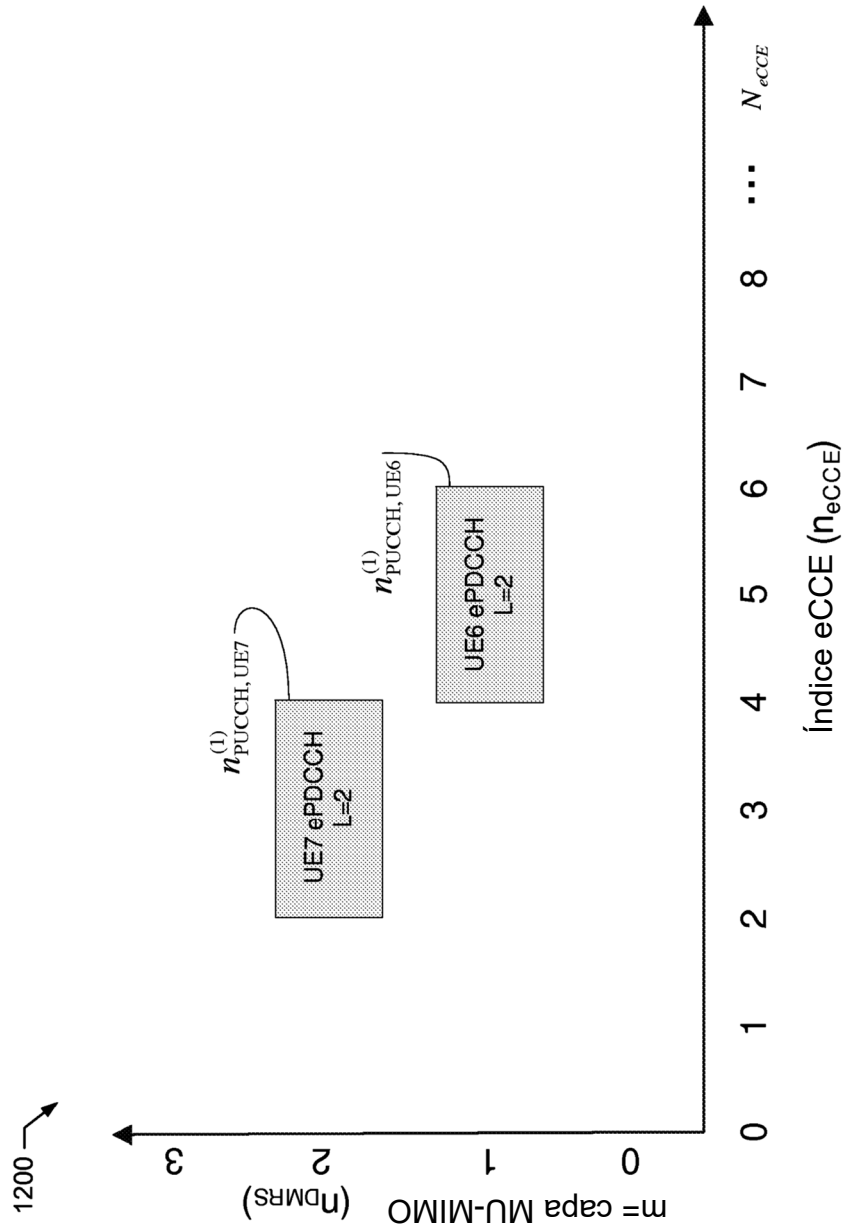


FIG. 12

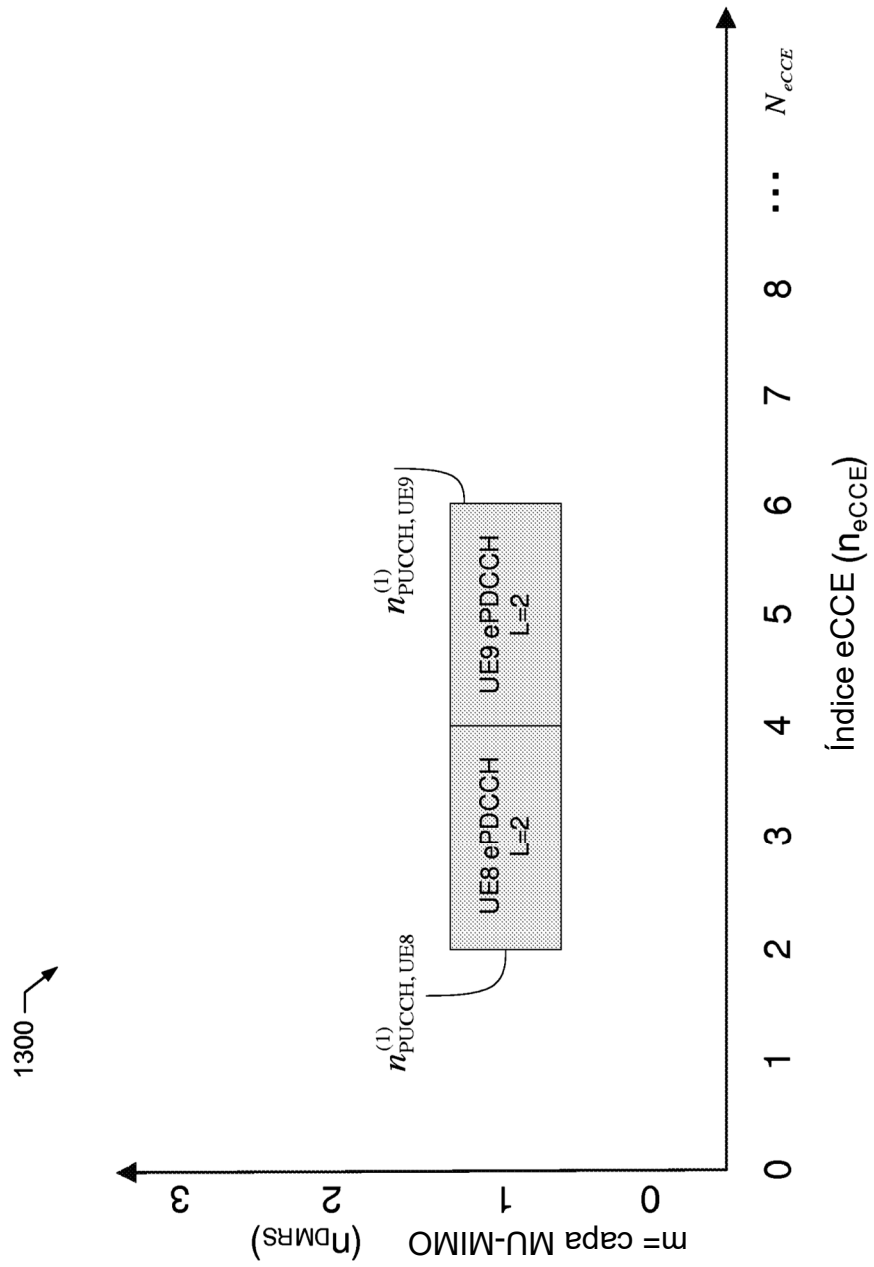


FIG. 13

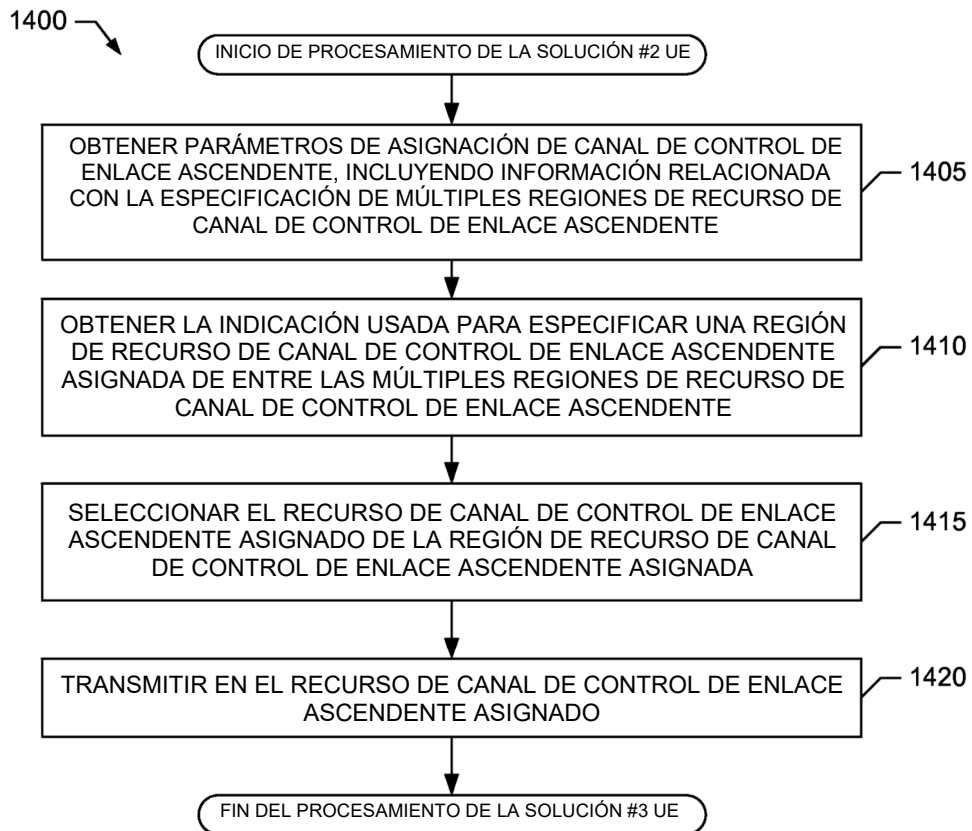


FIG. 14

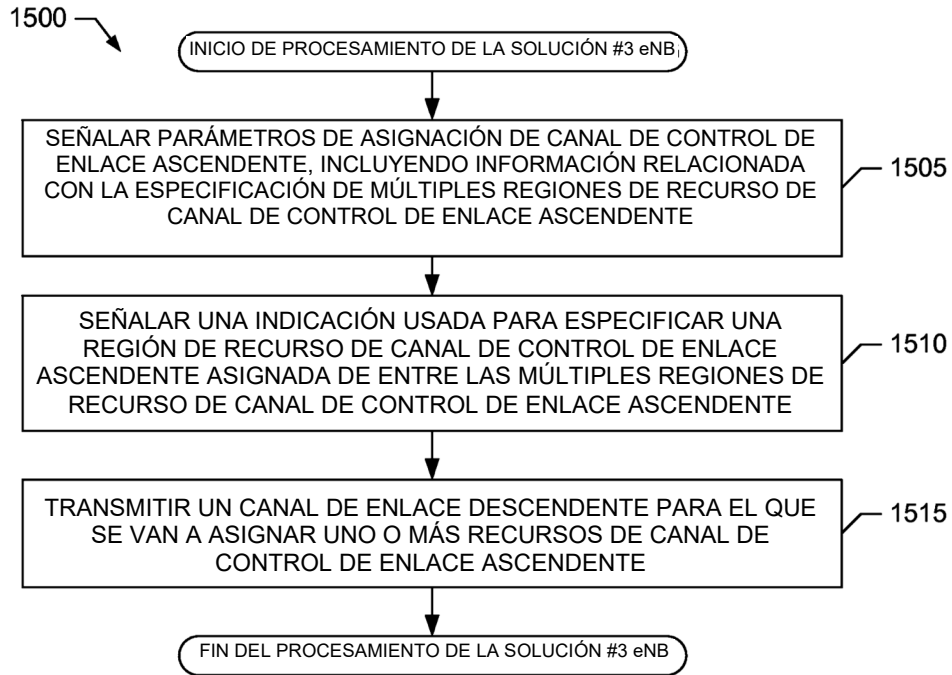


FIG. 15

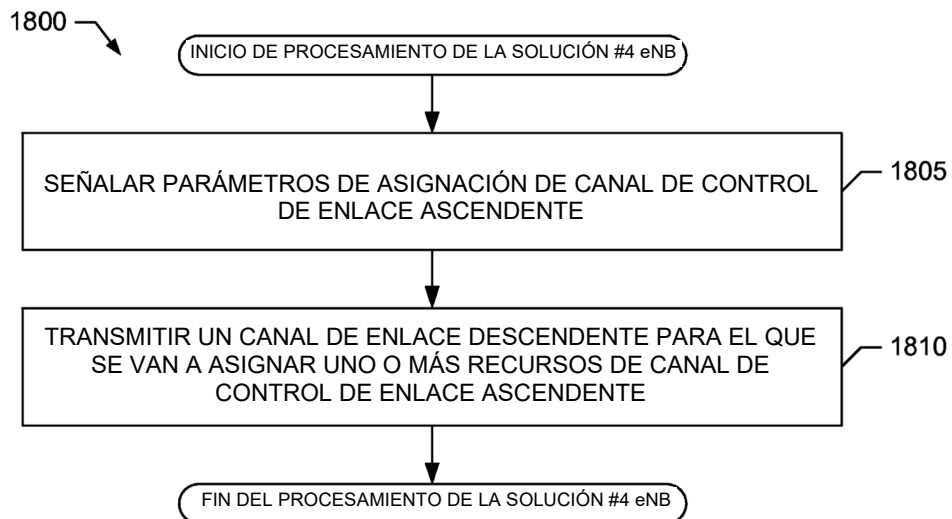


FIG. 18

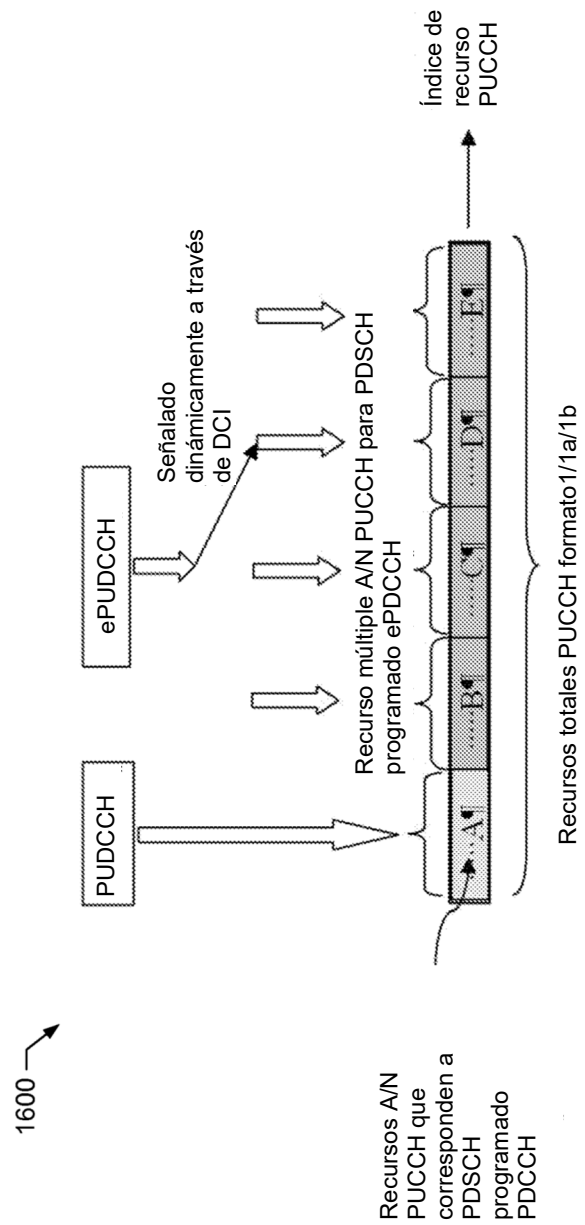


FIG. 16

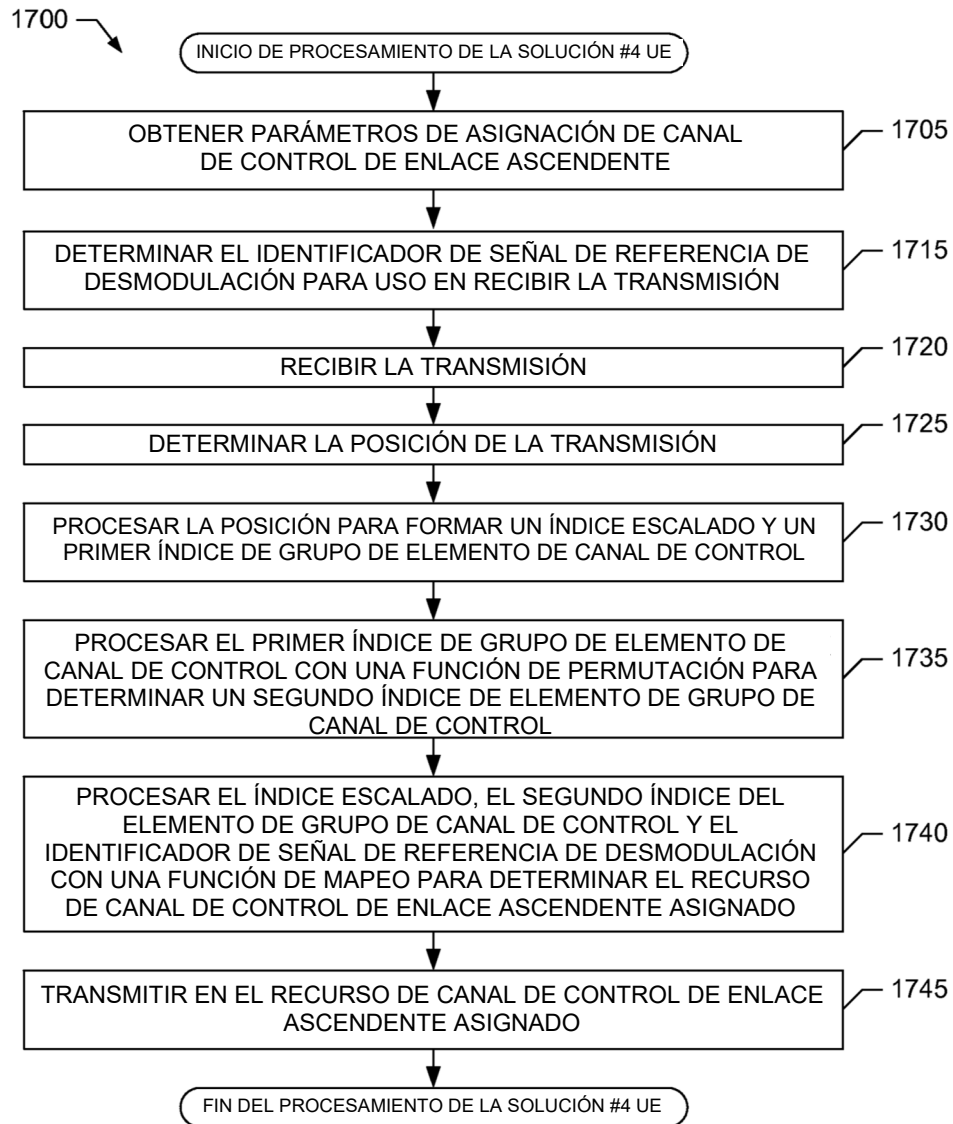


FIG. 17

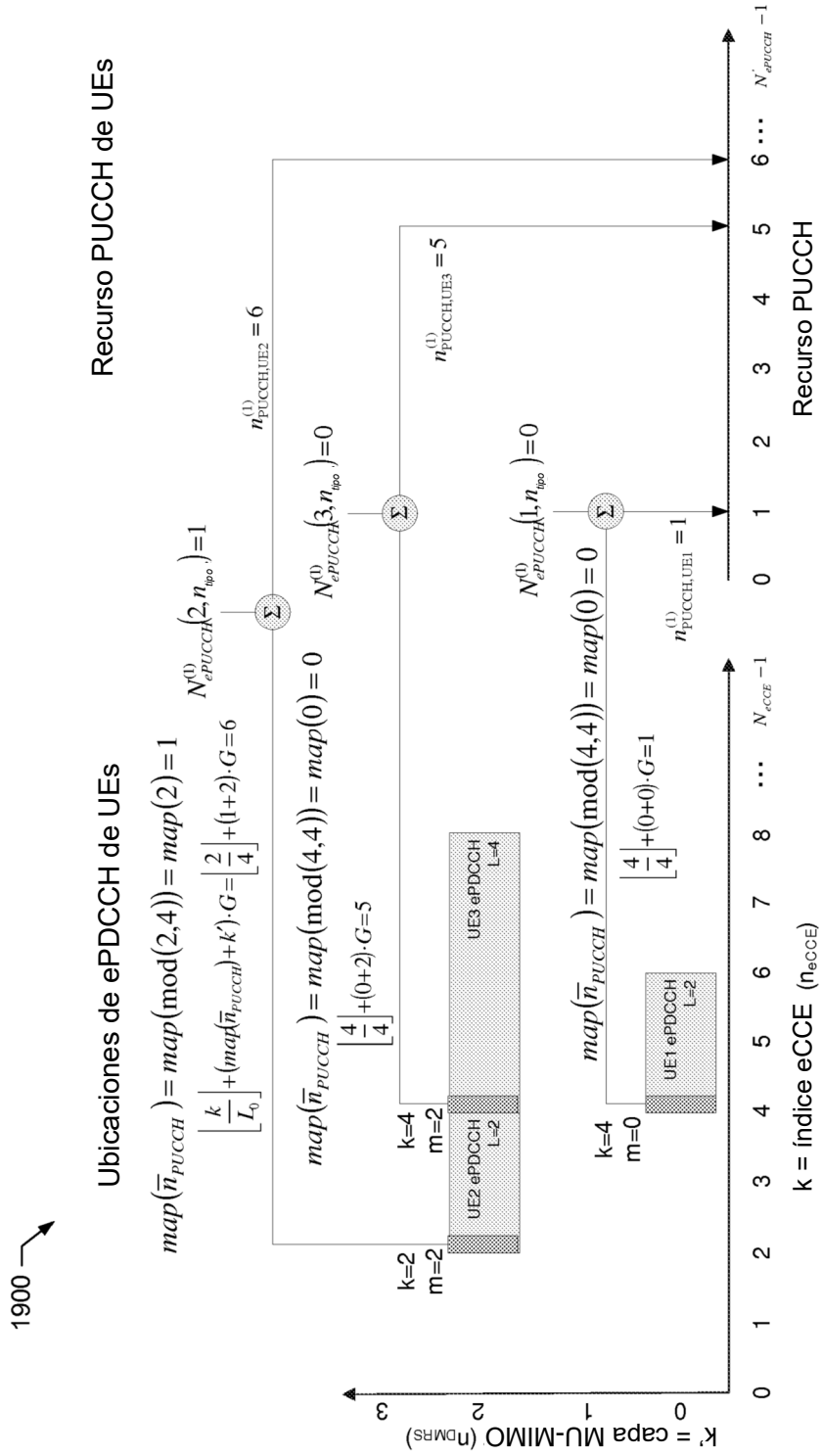


FIG. 19

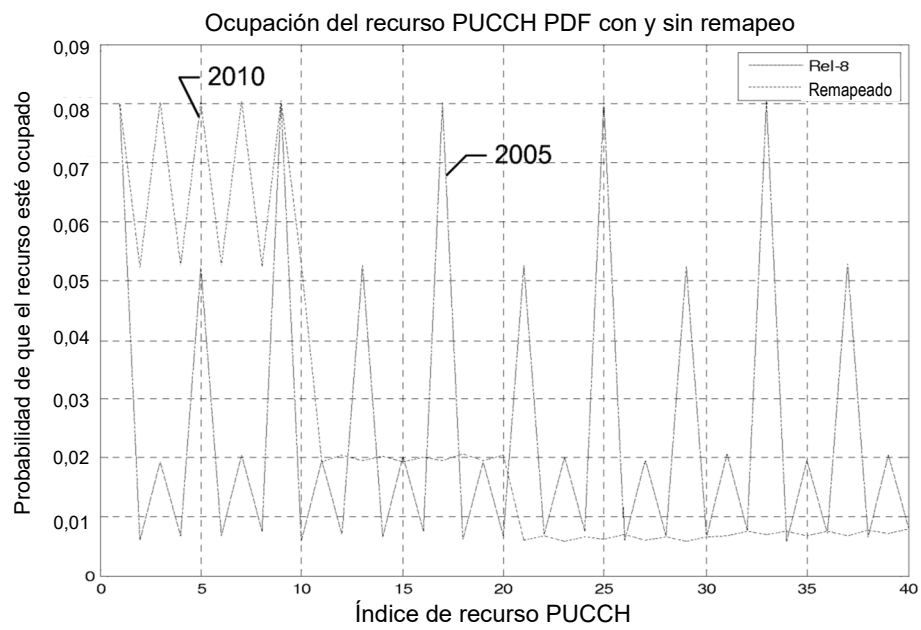


FIG. 20

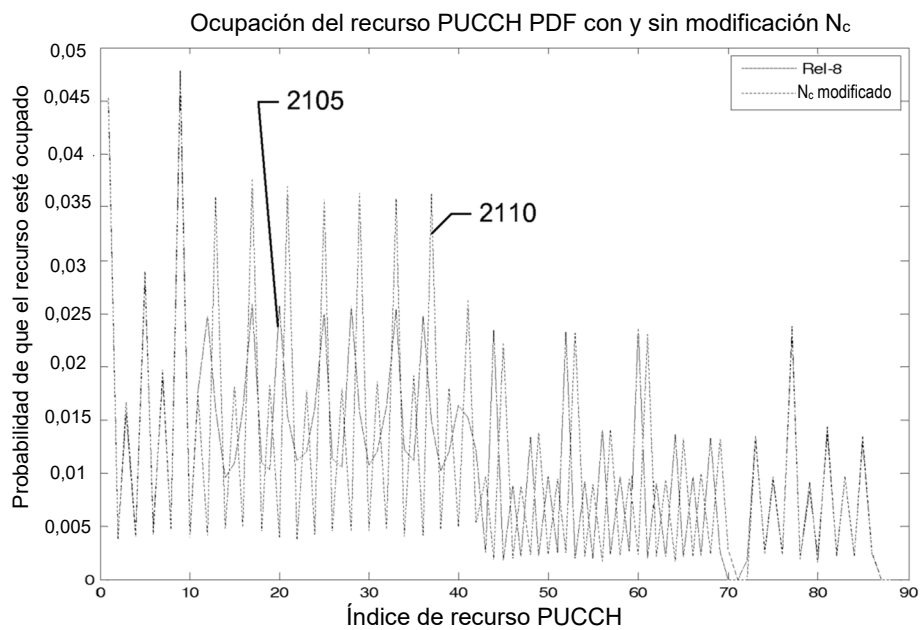


FIG. 21

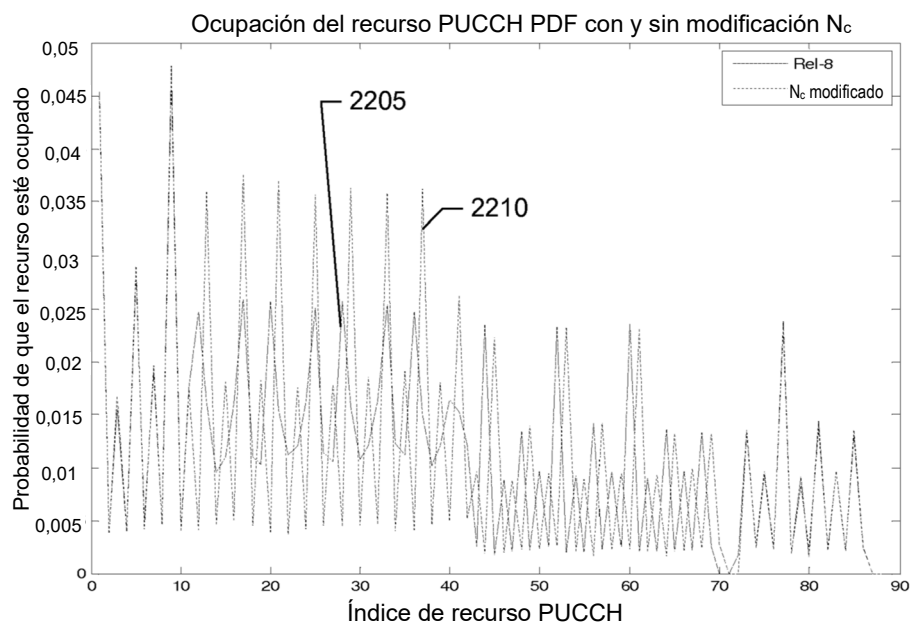


FIG. 22

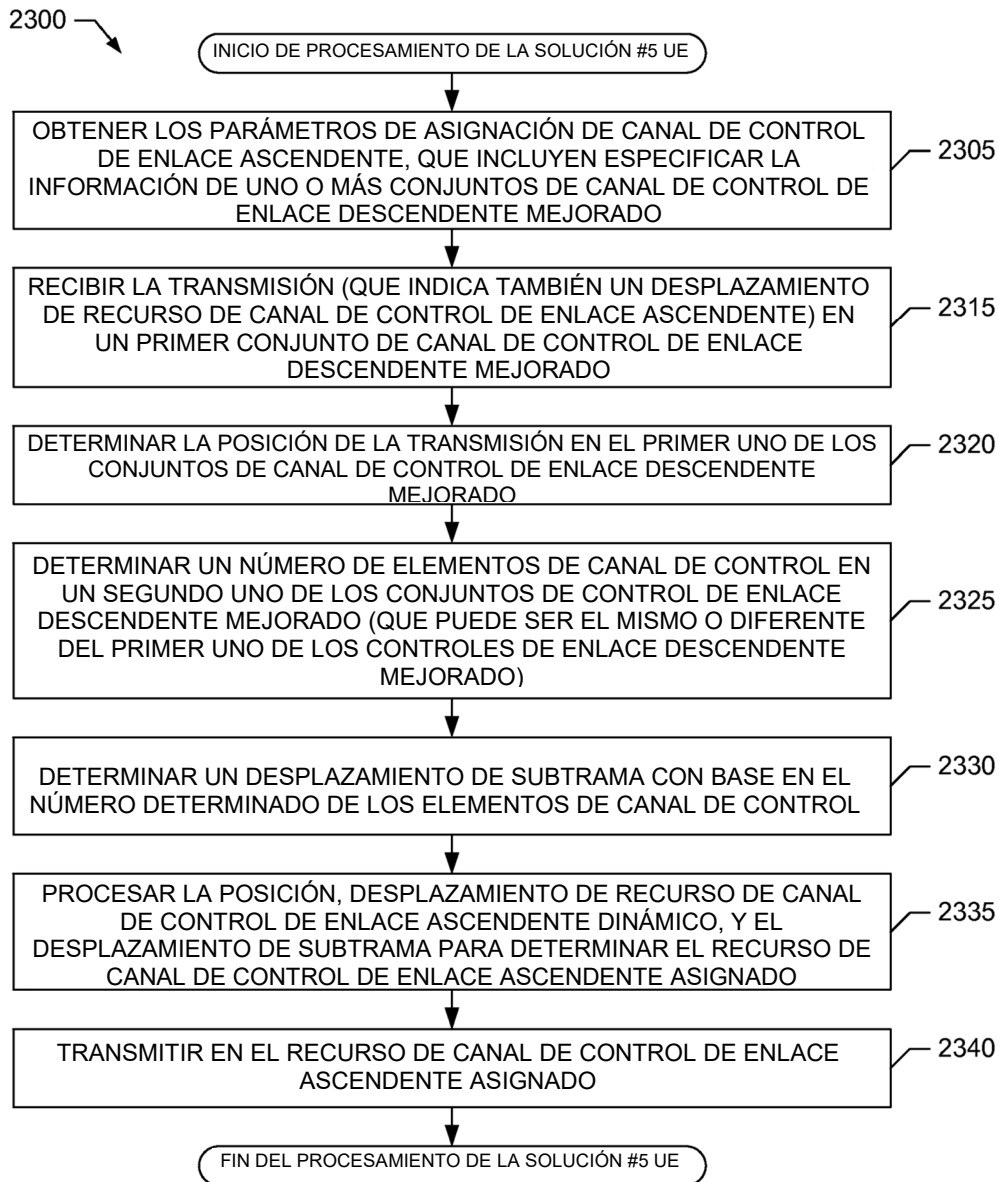


FIG. 23

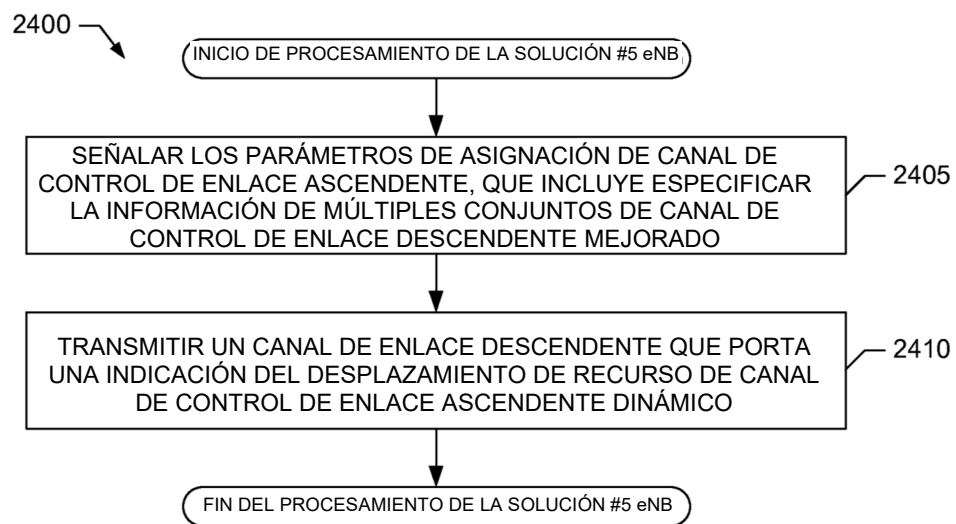


FIG. 24

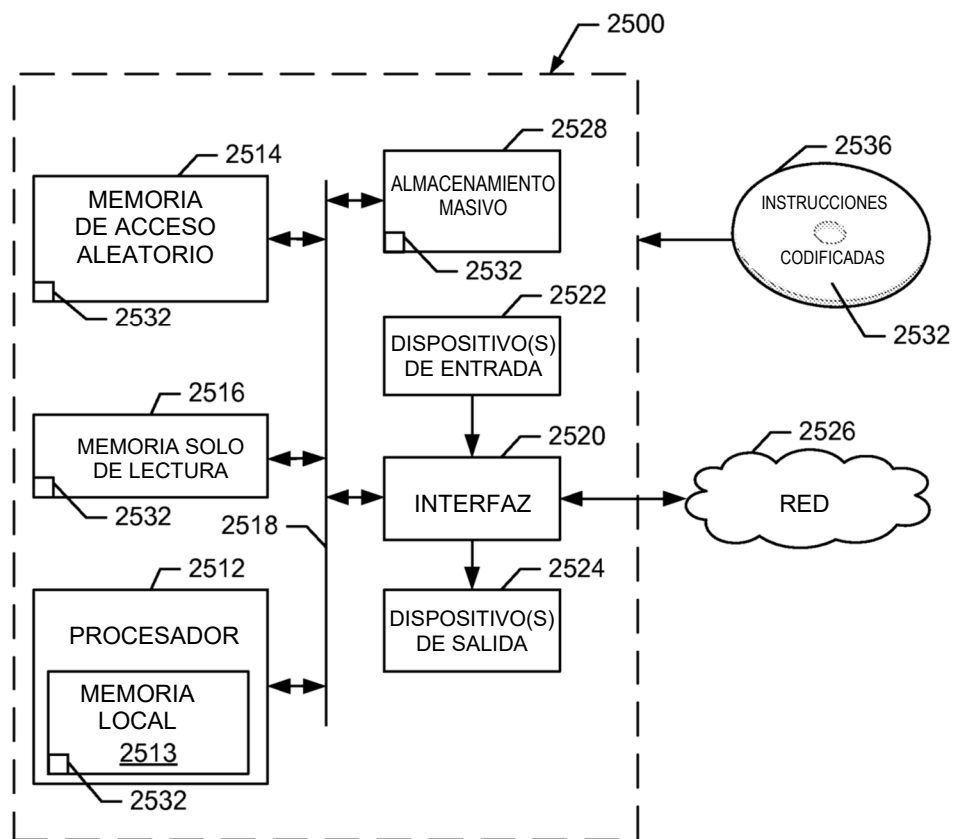


FIG. 25