

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 614 354**

51 Int. Cl.:

H04W 72/12 (2009.01)

H04L 5/00 (2006.01)

H04L 1/16 (2006.01)

H04L 1/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.09.2013 PCT/SE2013/051116**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.04.2014 WO14051508**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.09.2013 E 13779408 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.11.2016 EP 2901793**

54 Título: **Métodos y sistemas para asignación de recursos de HARQ en el PUCCH con TDD para el canal de control de enlace descendente físico mejorado (EPDCCH)**

30 Prioridad:
27.09.2012 WO PCT/CN2012/082198

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
30.05.2017

73 Titular/es:
**TELEFONAKTIEBOLAGET LM ERICSSON (PUBL)
(100.0%)
164 83 Stockholm, SE**

72 Inventor/es:
**SONG, XINGHUA;
LI, SHAOHUA;
ERIKSSON, ERIK;
LU, QIANXI y
LARSSON, DANIEL**

74 Agente/Representante:
DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 614 354 T3

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

DESCRIPCIÓN

Métodos y sistemas para asignación de recursos de HARQ en el PUCCH con TDD para el canal de control de enlace descendente físico mejorado (EPDCCH)

Sector técnico

- 5 La presente invención se refiere en general a las redes de comunicación inalámbricas y, en concreto, se refiere a la asignación de recursos de canal de control de enlace ascendente dentro de dichas redes.

Antecedentes

10 El Proyecto de asociación de 3ª generación (3GPP – 3rd Generation Partnership Project, en inglés) ha desarrollado memorias para una tecnología de comunicaciones inalámbrica de cuarta generación conocida como “Evolución a largo plazo”, o “LTE” (Long Term Evolution, en inglés). LTE utiliza Multiplexación por división ortogonal de la frecuencia (OFDM - Orthogonal Frequency Division Multiplexing, en inglés) en el enlace descendente, y OFDM de DFT ampliado en el enlace ascendente, donde DFT denota “Transformada de Fourier discontinua” (Discrete Fourier Transform, en inglés). Los recursos físicos de LTE básicos pueden por ello considerarse como un mallado de tiempo – frecuencia, tal como se ilustra en la figura 1, en el que cada elemento de recurso corresponde a una subportadora durante un intervalo de símbolo de OFDM en un puerto de antena concreto. Un puerto de antena se define de tal manera que el canal sobre el cual se transporta un símbolo en el puerto de antena se puede obtener a partir del canal sobre el que se transporta otro símbolo en el mismo puerto de antena. Existe una malla de recursos por cada puerto de antena.

20 En el dominio del tiempo, las transmisiones de enlace descendente de LTE están organizadas en tramas de radio de diez milisegundos. Cada trama de radio incluye diez subtramas del mismo tamaño de un milisegundo. La figura 2 ilustra esta disposición – se ve a partir del diagrama que cada subtrama está dividida en dos intervalos, teniendo cada intervalo una duración de 0,5 milisegundos.

25 La asignación de recursos en LTE se describe en términos de “bloques de recursos físicos”, o PRB (Physical Resource Blocks, en inglés). Tal como se muestra en la figura 3, un PRB corresponde a un intervalo en el dominio del tiempo y doce subportadoras contiguas de 15 kHz en el dominio de la frecuencia. El ancho de banda, N_{AB} , del sistema global determina el número de PRB en cada intervalo, y cada PRB abarca seis o siete símbolos de OFDM, dependiendo de la longitud del prefijo cíclico (CP – Cyclic Prefix, en inglés) utilizado. Dos PRB consecutivos en el tiempo representan un par de PRB. La planificación de usuario por parte de la estación base de LTE, denominada “eNodoB” o eNB”, se realiza generalmente utilizando el par de PRB como la menor unidad de asignación de recursos.

35 Las transmisiones en LTE se planifican dinámicamente basándose en transmitir asignaciones de enlace descendente y concesiones de enlace ascendente a terminales móviles objetivo (denominados “equipo de usuario”, o “UE” (User Equipment, en inglés), en terminología del 3GPP). de acuerdo con la Versión 8 de los estándares del 3GPP, que fue la primera versión en incluir especificaciones para el LTE, las asignaciones de enlace descendente y las concesiones de enlace ascendente se transmiten en una región de control definida utilizando los canales de control de enlace descendente físicos (PDCCH – Physical Downlink Control Channels, en inglés) objetivo para los UE especificados. El espacio de búsqueda para la recepción en el PDCCH, que define los recursos de cualquier subtrama dada que podría incluir información de control para los UE, es conocido para los UE. Los UE, de este modo, descodifican a ciegas dichas porciones de la señal recibida para encontrar PDCCH dirigidos a los mismos.

40 De manera más general, los PDCCH se utilizan para transportar asignaciones de planificación específicas para el UE para el enlace descendente y las concesiones de enlace ascendente, tal como se ha observado, y se utilizan además para respuestas en el canal de acceso aleatorio físico (PRACH – Physical Random Access Channel, en inglés), órdenes de control de la potencia en el enlace ascendente, y asignaciones de planificación comunes para mensajes de señalización que incluyen, entre otras cosas, información del sistema y localización.

45 La figura 4 ilustra que una subtrama de enlace descendente “normal” incluye una región de control al inicio de la subtrama, seguida por una región de datos. El tamaño de la región de control en el que los PDCCH se transmiten puede variar en tamaño de uno a cuatro símbolos de OFDM, dependiendo de la configuración implicada. Un indicador de formato de control físico (PCFICH – Physical Control Format Indicator, en inglés) se utiliza para indicar la longitud de la región de control y se transmite dentro de la región de control en ubicaciones conocidas por los UE. Un UE conoce de este modo el tamaño de la región de control en una subtrama de enlace descendente dada descodificando el PCFICH transmitido en dicha subtrama y, por lo tanto, conoce en qué símbolo de OFDM se inicia la transmisión de datos.

55 Los PDCCH están formados por elementos del canal de control (CCE – Control Channel Elements, en inglés), en el que cada CCE consiste en nueve grupos de elementos de recurso (REG – Resource Element Groups, en inglés). Cada REG consiste a su vez en cuatro elementos de recurso (RE – Resource Element, en inglés). LTE define cuatro formatos en el PDCCH 0 – 3, que utilizan niveles de agregación de 1, 2, 4 y 8 CCE, respectivamente. Dado el formato de modulación utilizado por la transmisión en el PDCCH, se pueden transmitir dos bits en cada RE individual

agregado dentro de un PDCCH; con 1 CCE = 9 REG = 36 RE y 2 bits / símbolo, se pueden transmitir 72 bits a través de un PDCCH de formato 0, 144 bits a través de un PDCCH de formato 1, etc. Como se ha observado, los PDCCH se transmiten en la región de control definida – los primeros 1 – 4 símbolos de cualquier subtrama dada de enlace descendente y se extienden substancialmente sobre la totalidad del ancho de banda del sistema. De este modo, el tamaño de la región de control en la subtrama de enlace descendente dada y el ancho de banda total del sistema definen el número total de CCE disponibles para transmisión en el PDCCH.

La figura 4 ilustra asimismo la presencia de símbolos de referencia específicos para una celda (CRS – Cell-specific Reference Symbol, en inglés) dentro de la subtrama de enlace descendente. Las ubicaciones y valores de los CRS son conocidos por los UE, que utilizan los CRS recibidos para estimación del canal de radio. Las estimaciones de canal se utilizan a su vez en la desmodulación de datos por parte de los UE. Los CRS se utilizan también para mediciones de movilidad realizadas por los UE.

Dado que los CRS son comunes para todos los UE en una celda, la transmisión de CRS no puede ser aceptada fácilmente para adaptarse a las necesidades de un UE concreto. Por lo tanto, LTE soporta también símbolos de referencia específicos para un UE, previstos generalmente solo para ayudar a la estimación de canal con vistas a la desmodulación. Estos RS específicos para un UE se denominan símbolos de referencia de desmodulación (DMRS – Demodulation Reference Symbols, en inglés). Los DMRS para un UE concreto están situados en la región de datos de la subtrama de enlace descendente, como parte de las transmisiones en el canal compartido de enlace descendente físico (PDSCH – Physical Downlink Shared CHannel, en inglés).

La versión 11 de los estándares del 3GPP introdujeron el PDCCH mejorado (ePDCCH – Enhanced PDCCH, en inglés) como canal adicional y más flexible para transmitir mensajes de control a los UE. Un ePDCCH utiliza recursos en la región de datos asociada con las transmisiones en el PDSCH, en lugar de los elementos de recurso dentro de la región de control definida al inicio de la subtrama. Véase “Universal Mobile Telecommunications System (UMTS); Technical Specifications and Technical Reports for a UTRAN-based 3GPP system”, 3GPP TS 21.101, v.11.0.0.

La figura 5 proporciona una ilustración básica de pares de PRB asignados desde la región de datos de una subtrama de enlace descendente, para su utilización en la transmisión en los ePDCCH dados. Los pares de PRB restantes en la porción de datos de la subtrama se pueden utilizar para transmisiones en el PDSCH; por ello, las transmisiones en el ePDCCH, están multiplexadas en frecuencia con transmisiones en el PDCCH. Esa disposición difiere de las transmisiones en el PDCCH, que están multiplexadas en el tiempo con respecto a las transmisiones en el PDSCH, es decir, las transmisiones en el PDCCH ocurren solo en la porción de control de la subtrama de enlace descendente, que ocurre en un tiempo anterior a la porción de datos en la que se realizan las transmisiones en el PDSCH.

La asignación de recursos para transmisiones en el PDSCH puede ser de acuerdo con varios tipos de asignación de recursos, dependiendo del formato de la información de control del enlace descendente (DCI – Downlink Control Information, en inglés). Algunos tipos de asignación de recursos tienen una granularidad de planificación mínima de un grupo de bloques de recursos (RBG – Resource Block Group, en inglés). Un RBG es un conjunto de bloques de recursos contiguos (en frecuencia). Cuando se planifica el UE de acuerdo con estos tipos de asignación de recursos, al UE se le asignan recursos en términos de RBG, en lugar de según los bloques de recursos (RB – Resource Block, en inglés) o los pares de RB.

Cuando un UE se planifica en el enlace descendente desde un ePDCCH, el UE asumirá que los pares de PRB que contienen la asignación de enlace descendente están excluidos de la asignación de recursos, es decir, aplica la concordancia de tasa. Por ejemplo, si un UE está planificado para recibir un PDSCH en un cierto RBG que consiste en tres pares de PRB contiguos, y si uno de estos pares de PRB contiene la asignación de enlace descendente, entonces el UE asumirá que el PDSCH se transmite solo en los dos pares de PRB restantes de este RBG. En particular, la versión 11 no soporta multiplexación en el PDSCH y transmisión en el ePDCCH dentro del mismo par de PRB.

Los mensajes de ePDCCH están formados por elementos del canal de control mejorado (eCCE – Enhanced CCE, en inglés), que son análogos a los CCE utilizados en el PDCCH. Con vistas al mapeo de los mensajes de ePDCCH a los pares de PRB, cada par de PRB está dividido en dieciséis grupos de elementos de recurso mejorados (eREG – Enhanced REG, en inglés). Cada eCCE está formado por cuatro u ocho de estos eREG, para prefijo cíclico normal y extendido, respectivamente. En consecuencia, un ePDCCH es mapeado a un múltiplo de cuatro u ocho eREG, dependiendo del nivel de agregación. Los eREG que pertenecen a un ePDCCH concreto residen en un solo par de PRB (como es típico para transmisión localizada) o un múltiplo de pares de PRB (como es típico para transmisión distribuida).

Un ejemplo de la división posible de un par de PRB en varios eREG se ilustra en la figura 6, que ilustra una subtrama no restringida. Cada bloque o cuadro de la figura es un elemento de recurso (RE) individual y el número de cuadros corresponde a los eREG en los que está agrupado el RE. Por ejemplo, los cuadros que tienen el fondo de puntos pertenecen todos al mismo eREG indexado en 0.

Un UE puede estar configurado de tal manera que múltiples conjuntos de pares de PRB están disponibles para su utilización como recursos de ePDCCH. Cada conjunto de recursos de ePDCCH consiste en $N = 2, 4$ u 8 pares de PRB. Además, se soportan dos modos de transmisión en el ePDCCH, es decir, transmisión localizada y distribuida en el ePDCCH. Cada conjunto de recursos de ePDCCH está configurado de manera independiente como de tipo localizado o distribuido. En transmisión distribuida, un ePDCCH se mapea a elementos de recurso en un conjunto de ePDCCH de manera distribuida, es decir, utilizando múltiples pares de PRB que están separados en frecuencia unos de otros. De esta manera, se puede conseguir la diversidad en frecuencia para el mensaje en el ePDCCH. Por lo que respecta a la versión 11, el ePDCCH puede ser mapeado a elementos de recurso en hasta D pares de PRB, donde $D = 2, 4$ u 8 (en el 3GPP se considera asimismo el valor de $D = 16$). La figura 7A ilustra un ejemplo de transmisión distribuida, en el que se ilustra $D = 4$. Tal como se ve en el ejemplo, el ePDCCH está dividido en cuatro partes, que están mapeadas a diferentes pares de PRB. Estas cuatro partes pueden corresponder a varios eCCE, por ejemplo.

En una transmisión localizada, por otro lado, un ePDCCH es mapeado solo a un par de PRB, si el espacio lo permite. Mapear a un solo par de PRB es siempre posible para niveles de agregación uno y dos, y es posible asimismo para nivel de agregación cuatro para el caso de una subtrama normal, "no restringida" y una longitud de CP normal. Aquí, una subtrama "no restringida" o normal es la que tiene una región en el PDSCH que no está abreviada. Las subtramas restringidas incluyen subtramas "especiales" en LTE de TDD que incluyen porciones de enlace ascendente y de enlace descendente, y subtramas que son entregadas para otro propósito, tal como transmisiones de red de frecuencia única de multidifusión – difusión (MBSFN – Multicast-Broadcast Single Frequency Network, en inglés). El número de eCCE que caben en un par de PRB viene dado por la Tabla 1, a continuación. De este modo, por ejemplo, en una subtrama normal con una longitud de CP normal, la transmisión localizada utilizando los niveles de agregación 1, 2 o 4 utiliza solo un único par de PRB, mientras que la transmisión localizada que utiliza un nivel de agregación de 8 necesita la utilización de dos pares de PRB.

Tabla 1 – Número de eCCE por par de PRB en transmisión localizada

Prefijo cíclico normal			Prefijo cíclico extendido	
Subtrama normal	Subtrama especial, configuración 3, 4, 8	Subtrama especial, configuración 1, 2, 6, 7, 9	Subtrama normal	Subtrama especial, configuración 1, 2, 3, 5, 6
4		2		

En caso de que el nivel de agregación del ePDCCH sea demasiado grande, se utiliza también un segundo par de PRB, y así sucesivamente, utilizando más pares de PRB, hasta que todos los eCCE que pertenecen al ePDCCH han sido mapeados. La figura 7B ilustra un ejemplo de transmisión localizada. En este ejemplo, las mismas cuatro partes del ePDCCH son mapeadas a un solo par de PRB.

Tal como se ha descrito anteriormente, ciertos recursos están disponibles para enviar mensajes de PDCCH y de ePDCCH al UE. No obstante, un UE dado no es objetivo para recibir mensajes del canal de control en cada subtrama. Además, el UE no conoce de antemano de manera precisa dónde estará situado un mensaje del canal de control entre los recursos disponibles para los mensajes del canal de control. De este modo, el UE debe buscar un mensaje de control que puede no existir, en cada una de las diferentes ubicaciones para el mensaje. El concepto de un "espacio de búsqueda" se utiliza para definir un rango de posibles ubicaciones para mensajes de control, para mantener la cantidad necesaria de búsqueda en un nivel razonable.

Para el PDCCH, la versión 8 de las especificaciones del 3GPP para LTE define un espacio de búsqueda $S_k^{(L)}$ para cada uno de los niveles de agregación posibles $L \in \{1, 2, 4, 8\}$. Este espacio de búsqueda está definido mediante un conjunto contiguo de CCE dado mediante lo siguiente:

$$(Z_k^{(L)} + i) \bmod N_{CCE,k} \tag{1}$$

donde $N_{CCE,k}$ es el número total de CCE en la región de control de la subtrama k , $Z_k^{(L)}$ define el inicio del espacio de búsqueda. i es un valor de índice que varía de acuerdo con $i = 0, 1, \dots, M^{(L)} \cdot L^{-1}$, donde $M^{(L)}$ es un número predeterminado de PDCCH para monitorizar en el espacio de búsqueda dado, que depende del nivel de agregación. La tabla 2, que se reproduce a partir de la Tabla 9.1.1-1 del TS 36.213 del 3GPP, "Physical Layer Procedures (Release 8)", proporciona los valores de $M^{(L)}$ para cada uno de los posibles niveles de agregación L . Cada CCE contiene 36 símbolos de modulación de QPSK.

Tabla 2: $M^{(L)}$ frente a nivel de agregación L para PDCCH

Tipo	Espacio de búsqueda $S_k^{(L)}$		Número de PDCCH candidatos $M^{(L)}$
	Nivel de agregación L	Tamaño [en los CCE]	
Específico para el UE	1	6	6
	2	12	6
	4	8	2
	8	16	2
Común	4	16	4
	8	16	2

5 Es preciso observar que, con esta definición, los espacios de búsqueda para diferentes niveles de agregación se pueden solapar unos con otros, independientemente del ancho de banda del sistema. De manera más específica, el espacio de búsqueda específico para el UE y el espacio de búsqueda común se podrían solapar, y los espacios de búsqueda para diferentes niveles de agregación se podrían solapar. A continuación, se muestra un ejemplo, en la tabla 3, en la que existen nueve CCE en total y con mucha frecuencia se superponen entre candidatos a PDCCH.

Tabla 3:

$N_{CCE,k} = 9$, $Z_k^{(L)} = \{1, 6, 4, 0\}$ para $L = \{1, 2, 4, 8\}$, respectivamente.		
Buscar espacio $S_k^{(L)}$		PDCCH candidatos en términos de índice de CCE
Tipo	Nivel de agregación L	
Específico para un UE	1	{1}, {2}, {3}, {4}, {5}, {6}
	2	{6, 7}, {8, 0}, {1, 2}, {3, 4}, {5,6}, {7,8}
	4	{4, 5, 6, 7}, {8, 0, 1, 2}
	8	{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7}, {8, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6}
Común	4	{0, 1, 2, 3}, {4, 5, 6, 7}, {8, 0, 1, 2}, {3, 4, 5, 6}
	8	{0,1, 2, 3, 4, 5, 6, 7}, {8, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6}

10 Tal como es también el caso para el PDCCH, el ePDCCH se transmite sobre recursos de radio compartidos por múltiples UE. El CCE mejorado (eCCE) se introduce como el equivalente del CCE para el PDCCH. Como un CCE, un eCCE tiene también un número fijo de elementos de recurso. No obstante, el número de elementos de recurso realmente disponibles para mapeo en el ePDCCH es generalmente menor que el número fijo, porque muchos elementos de recurso están ocupados por otras señales tales como las señales de referencia específicas para una celda (CRS – Cell-Specific Reference Signals, en inglés) y la señal de referencia de información del estado del canal (CSI-RS – Channel State Information - Reference Signal, en inglés). Se aplica concordancia de tasa de la cadena de códigos siempre que un elemento de recurso perteneciente a un eCCE contiene otras señales que colisionan tales como la CRS, la CSI-RS, una región de control heredada o, en caso de Duplexación por división del tiempo (TDD – Time Division Duplexing, en inglés), el periodo de seguridad (GP – Guard Period, en inglés) y el intervalo de tiempo de control de enlace ascendente (UpPTS - Uplink Pilot Time Slot, en inglés).

15 Considerése el ejemplo de la figura 8, en el que el elemento 40 ilustra el mapeo del PDCCH. El PDCCH siempre evita la CRS, de tal manera que un CCE siempre contiene $T_{disp} = 36$ elementos de recurso disponibles. Un elemento 42, por otro lado, se muestra cómo un eCCE que contiene 36 elementos de recurso nominalmente, pero el número de elementos de recurso disponibles se reduce en el caso de que existan señales que colisionan. Por ello, $T_{disp} \leq 36$ elementos de recurso para el ePDCCH. Dado que las señales de colisión dependen de la subtrama, el valor de T_{disp} para a ser también dependiente de la subtrama, e incluso podría ser diferente para diferentes eCCE, si las colisiones impactan en los eCCE de manera no uniforme. Se observa que cuando el número de eCCE por par de PRB es dos (véase la tabla 1), el número nominal de elementos de recurso por eCCE no es 36, sino que por el contrario es 72 (para longitud de CP normal) o 64 (para longitud de CP extendida).

5 Por lo que respecta a la Versión 11 de los estándares del 3GPP para LTE, el ePDCCH soporta solo el espacio de búsqueda específico para el UE, mientras que el espacio de búsqueda común sigue estando monitorizado en el PDCCH en la misma subtrama. En versiones futuras, el espacio de búsqueda común puede ser introducido también para transmisión en el ePDCCH. Los estándares de la Versión 11 especifican que el UE monitoriza los niveles de agregación de eCCE 1, 2, 4, 8, 16 y 32, con restricciones mostradas en la tabla 4 que se muestra a continuación, en la que n_{ePDCCH} es el número de elementos de recurso disponibles para transmisión en el ePDCCH en un par de PRB. En la tabla 4, transmisión distribuida y localizada se refiere al mapeo en el ePDCCH a los elementos de recurso.

Tabla 4: Niveles de agregación para ePDCCH

Formato del ePDCCH	Niveles de agregación			
	Subtramas normales y subtramas especiales, configuración 3, 4, 8, con $n_{ePDCCH} < 104$ y que utilizan prefijo cíclico normal		Resto de los casos	
	Transmisión localizada	Transmisión distribuida	Transmisión localizada	Transmisión distribuida
0	2	2	1	1
1	4	4	2	2
2	8	8	4	4
3	16	16	8	8
4	-	32	-	16

10 En la transmisión distribuida, un ePDCCH puede ser mapeado a elementos de recurso en hasta D pares de PRB, donde $D = 2, 4$ u 8 (considerándose asimismo en 3GPP el valor de $D = 16$). De esta manera, la diversidad de frecuencia se puede conseguir para el mensaje de ePDCCH. Véase la figura 7A para un ejemplo esquemático en el que una subtrama de enlace descendente muestra cuatro partes pertenecientes a un ePDCCH que es mapeado a múltiples de las regiones de control mejorado conocidas como pares de PRB, para conseguir transmisión distribuida y diversidad de frecuencia o precodificación de subbanda.

15 Por lo que respecta a septiembre de 2012, el 3GPP no ha alcanzado un acuerdo en cómo se deben agrupar cuatro u ocho eREG respectivamente en los eCCE. Es también una pregunta abierta cómo se mapean los símbolos codificados y modulados de un mensaje en el ePDCCH a los elementos de recurso dentro de los recursos reservados por sus eREG asociados. Además, el número de descodificaciones a ciegas por nivel de agregación para el ePDCCH no se ha decidido aún en las tareas de estandarización del 3GPP. Asimismo, no se ha decidido todavía cómo se genera el espacio de búsqueda para mapeos localizados y distribuidos, aunque está claro que el solapamiento entre candidatos del ePDCCH de diferentes niveles de agregación ocurrirá también para el ePDCCH, como es el caso para el PDCCH.

20 La operación de duplexación por división del tiempo (TDD) en los sistemas LTE presenta retos adicionales con respecto al mapeo del PDCCH y el ePDCCH al PUCCH. Estos retos para la determinación de recursos de HARQ-ACK de PUCCH están provocados por la asimetría entre el enlace ascendente y el enlace descendente. Cuando existen una o varias subtramas de enlace descendente distintas de las subtrama de enlace ascendente, el mapeo de uno a uno utilizado en la duplexación por división de la frecuencia (FDD – Frequency Division Duplex, en inglés) no se puede reutilizar, dado que los recursos de PUCCH seleccionados de acuerdo con este planteamiento colisionarán entre sí a través de las diferentes subtramas de enlace descendente. Por otro lado, se debe considerar la utilización de recursos de HARQ-ACK globales, dado que los recursos para la transmisión en el PUSCH se reducirán si se reservan excesivos recursos de enlace ascendente para la transmisión de HARQ-ACK en el PUCCH. Los recursos de PUCCH de TDD para transmisión de HARQ-ACK en respuesta al PDCCH heredado han sido especificados en el documento de estandarización técnica 3GPP 36.213, “Physical Layer Procedures”, v10.6.0.

25 La figura 9 da a conocer una ilustración de la asignación de recursos de PUCCH para PDCCH, en modo TDD. El ejemplo ilustrado es para cuatro subtramas de enlace descendente (SF0, SF1, SF2 y SF3) y una subtrama de enlace ascendente (SF4). En ella, la determinación de recursos para multiplexación de HARQ-ACK y agrupamiento de HARQ-ACK son similares y pueden ser obtenidas a partir de la especificación TS 36.213 c10.6.0, “Physical Layer Procedures”. Se puede ver que los recursos de HARQ-ACK de PUCCH estarán apilados en primer lugar para el menor índice de eCCE de la DCI que estará entre los CCE del primer tercio de la región de control, a través de

múltiples subtramas (de SF 0 a SF 3) (marcado con sombreado diagonal). Estos recursos de HARQ-ACK de PUCCH están seguidos por varias DCI pertenecientes a los CCE del segundo tercio de la región de control (sombreado). Finalmente se encuentran los CCE del último tercio (marcados con sombreado cruzado) La filosofía de diseño es que cuando la carga del sistema es baja, la región de control se podría reducir automáticamente mediante la señalización dinámica del PCFICH, por ello los recursos de HARQ-ACK de PUCCH se podrían comprimir a una región continua.

La determinación de los recursos de PUCCH de TDD para el ePDCCH no se ha resuelto aún en el 3GPP RAN1, es decir, no se ha dado a conocer una solución concreta. Sin embargo, un diseño separado diferente de FDD es necesario, lo mismo que para el PDCCH. Debido a las diferencias fundamentales en las estructuras de los recursos, el diseño actual para el PDCCH no puede ser reutilizado para el ePDCCH. Por ejemplo, el PDCCH es una región de control común (el primero de cuatro símbolos de OFDM) para todos los UE, mientras que el ePDCCH es multiplexado en frecuencia con el PDSCH de una manera específica para un UE. De manera correspondiente, las técnicas para la asignación de recursos de HARQ de PUCCH de TDD para el canal de control de enlace descendente físico (ePDCCH) en los sistemas de comunicación por radio son necesarias.

El documento de la última técnica anterior, 3GPP TSG RAN WG1 Meeting #70R1-123227, da a conocer la asignación de los índices de recursos de PUCCH para un solo conjunto de subtramas de enlace descendente, donde los índices se refieren a la misma subtrama de enlace ascendente.

Compendio

De acuerdo con varias realizaciones de las técnicas dadas a conocer en esta memoria, se dan a conocer soluciones para determinación de recursos de PUCCH para transmisión de HARQ-ACK en respuesta a un PDSCH planificado en el ePDCCH o a una versión de SPS indicada en el ePDCCH en un sistema de LTE del 3GPP de comunicación por radio de TDD por medio de las reivindicaciones independientes.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es un diagrama que ilustra recursos físicos tal como se define en LTE.

La figura 2 es un diagrama de la estructura tiempo - dominio en LTE.

La figura 3 es un diagrama de un par de PRB dentro de una malla de tiempo – frecuencia de LTE.

La figura 4 es un diagrama de mapeo dentro de una subtrama de enlace descendente de LTE para PDCCH, CRS, etc.

La figura 5 es un diagrama del ePDCCH, tal como se define en la región de PDSCH de una subtrama de enlace descendente.

La figura 6 es un diagrama de mapeo de RE / EREG dentro de un par de PRB que utiliza CP normal.

Las figuras 7A y 7B ilustran ejemplos de conjuntos distribuidos y localizados de PRB, respectivamente, tal como se utilizan para el ePDCCH.

La figura 8 ilustra una diferencia entre un elemento del canal de control (CCE) y un CCE mejorado (eCCE) con respecto al mapeo alrededor de símbolos de referencia específicos para una celda (CRS).

La figura 9 ilustra la asignación de recursos de PUCCH para el PDCCH, en el modo TDD. La figura 10 es un diagrama de bloques de una realización de ejemplo de un nodo de la red y un dispositivo inalámbrico que están configurados de acuerdo con las enseñanzas de esta memoria.

La figura 11 es un diagrama de bloques de detalles de ejemplo para el nodo de red y el dispositivo inalámbrico de la figura 10.

La figura 12 representa un ejemplo de configuración de recursos de ePDCCH que tiene tres conjuntos de ePDCCH con 4 PRB por conjunto.

La figura 13 ilustra un ejemplo de una estructura de recursos de HARQ-ACK de PUCCH de acuerdo con una realización.

La figura 14 ilustra un ejemplo de una estructura de recursos de HARQ-ACK de PUCCH de acuerdo con otra realización.

La figura 15 ilustra un ejemplo de una estructura de recursos de HARQ-ACK de PUCCH de acuerdo con otra realización.

La figura 16 ilustra un ejemplo de una estructura de recursos de HARQ-ACK de PUCCH de acuerdo con otra realización.

La figura 17 ilustra un ejemplo de una estructura de recursos de HARQ-ACK de PUCCH de acuerdo con otra realización.

La figura 18 es un diagrama de flujo lógico de una realización de un método de procesamiento en un dispositivo inalámbrico.

- 5 La figura 19 es un diagrama de flujo lógico de una realización de un método de procesamiento en un nodo de red.

Descripción detallada

10 La figura 10 ilustra un nodo de red 10 y un dispositivo inalámbrico 12. El dispositivo inalámbrico 12 está configurado para llevar a cabo un procesamiento en el lado del terminal (es decir, el lado del UE) para la asignación de PUCCH y las enseñanzas relacionadas con la solicitud de repetición automática híbrida (HARQ – Hybrid Automatic – Repeat reQuest, en inglés) de esta memoria. En concreto, el dispositivo inalámbrico 12 está configurado para determinar, mediante la utilización de una o más de varias técnicas detalladas a continuación, un canal de control de enlace ascendente físico (PUCCH) para la retroalimentación de solicitud de repetición automática híbrida (HARQ) en respuesta a una transmisión en el PDSCH planificada en el ePDCCH o una liberación de SPS indicada en el ePDCCH, en sistemas TDD. De manera correspondiente, el nodo de red 10 está configurado para llevar a cabo un procesamiento complementario en el lado de la red para determinar los recursos de PUCCH utilizados por un dispositivo inalámbrico 12 para la retroalimentación de HARQ.

15 El nodo de red 10 incluye uno o más circuitos de procesamiento 14 y una memoria / depósito 16 asociada. La memoria / depósito 16 asociada puede ser uno o varios tipos de medio legible por ordenador, tal como una mezcla de configuración de memoria de trabajo, volátil y no volátil y una memoria o depósito de programa. El nodo de red 10 incluye además una o varias interfaces de comunicación 18. La interfaz o interfaces de comunicación 18 depende o dependen de la naturaleza del nodo de red 10. En una estación base o en otro ejemplo de nodo de radio, la interfaz o interfaces de comunicación 18 incluye un transmisor receptor de radio -por ejemplo, grupos de circuitería de transmisión por radio, recepción y procesamiento con cualquier número de dispositivos inalámbricos 12 en cualquiera de una o varias celdas de una red de comunicación inalámbrica. Además, el nodo de red 10 puede soportar una operación de agregación de portadora (CA – Carrier Aggregation, en inglés), una operación de duplexación por división de tiempo (TDD), una operación de múltiple entrada – múltiple salida (MIMO – Multiple Input Multiple Output, en inglés), etc. Adicionalmente, la interfaz o interfaces de comunicación 18 incluye o incluyen interfaces inter estación base y/o retorno y otras interfaces de comunicación de CN. En un ejemplo basado en LTE en el que el nodo de red 10 comprende un eNodoB, la interfaz o interfaces de comunicación 18 incluye o incluyen una interfaz “X2” para comunicaciones inter eNodoB.

20 De manera correspondiente, el dispositivo inalámbrico 12 puede ser un radioteléfono – teléfono inteligente, teléfono de calidad, tableta, etc. o puede ser un adaptador de red, tarjeta, módem u otro de dichos dispositivos de interfaz, o puede ser un ordenador portátil de regazo u otro de dichos dispositivos con capacidades de comunicación inalámbrica integradas. Por supuesto, estos ejemplos son no limitativos y el dispositivo inalámbrico 12 se debe entender en general como un transmisor receptor de comunicaciones configurado para operación en la red de acuerdo con las enseñanzas de esta memoria. Además, resultará evidente que las referencias de esta memoria a “equipo de usuario” o “UE” se deben comprender para referirse de manera más general a un dispositivo inalámbrico tal como el representado en la figura 10.

25 El dispositivo inalámbrico 12 incluye un circuito transmisor receptor 20, que incluye un receptor 22 y un transmisor 24, en el que existen circuitos de radio celulares, por ejemplo. El dispositivo inalámbrico 12 ilustrado incluye además uno o varios circuitos de procesamiento 26, que incluyen o están asociados con uno o varios dispositivos o circuitos de memoria / depósito 28. La memoria / depósito 28 incluye, por ejemplo, uno o varios tipos de medio legible por ordenador. Los medios de ejemplo incluyen una configuración de mezcla de memoria de trabajo, volátil y no volátil y una memoria de programa u otro depósito -por ejemplo, una memoria de acceso aleatorio (RAM – Random Access Memory, en inglés), una memoria de solo lectura (ROM – Read Only Memory, en inglés), una memoria de solo lectura programable borrrable eléctricamente (EEPROM – Electrically-Eraseable Programmable Read-Only Memory, en inglés), memoria rápida (Flash Memory) y otros.

30 Resultará evidente para los expertos en la materia que el transmisor 24 y/o el receptor 22 pueden comprender, cada uno, una mezcla de circuitos analógicos y digitales. Por ejemplo, el receptor 22 en una o varias realizaciones comprende un circuito de extremo frontal receptor, que no se muestra explícitamente en la figura 10. Dicha circuitería genera una o varias secuencias de muestras de señal digital correspondientes a los circuitos de procesamiento de señal o señales recibidas por la antena y de receptor, circuitería de procesamiento digital de banda base y la memoria temporal operan en las muestras digitales. Operaciones de ejemplo incluyen linealización u otra compensación de canal, posiblemente con supresión de interferencias, y desmodulación de símbolos y descodificación, para recuperar la información transmitida.

35 Resultará evidente para los expertos en la materia que la figura 10 ilustra disposiciones de circuitos físicos de alto nivel y que el nodo de red 10 y el dispositivo inalámbrico 12 generalmente incluirán circuitos de procesamiento digital y una memoria asociada u otro medio legible por ordenador, para almacenar datos de configuración, datos de

operación o trabajo y para almacenar instrucciones de programa informático. En al menos algunas de las realizaciones contempladas en esta memoria, la funcionalidad del lado de red y del lado del dispositivo se realiza al menos en parte mediante la configuración programática de la circuitería de procesamiento digital, basada en la ejecución mediante esa circuitería de instrucciones del programa informático almacenado. Los circuitos funcionales realizados de esta manera, se deben entender como “máquinas” especialmente adaptadas para el propósito o los propósitos descritos en esta memoria. El circuito de procesamiento 14 del nodo de red 10 y el circuito de procesamiento 26 del dispositivo inalámbrico 12 pueden estar, al menos en parte, configurados de esta manera.

La figura 11 proporciona detalles de ejemplo tanto del nodo de red 10 como del dispositivo inalámbrico 12 en el que el nodo de red 10 es un eNodoB configurado para operación en una red LTE, o es otro tipo de estación base o nodo de radio. En consecuencia, el nodo de red 10 de dichas realizaciones incluye circuitería de interfaz de RF 30, que representa o está incluida en la interfaz o las interfaces de comunicación 18 introducida o introducidas en la figura 10. Además, el circuito de procesamiento 14, que puede comprender uno o varios microprocesadores, DSP, u otra circuitería de procesamiento digital, incluye un circuito de control 32 que está configurado de acuerdo con las enseñanzas de esta memoria. El circuito de control 32 se puede denominar asimismo circuito de procesamiento, unidad de procesamiento o unidad de control. En al menos una realización, el circuito de control 32 está especialmente adaptado de acuerdo con las enseñanzas del lado de la red de esta memoria, sobre la base de su ejecución de instrucciones del programa informático almacenado de un programa informático 34 almacenado en la memoria / depósito 16.

El nodo de red 10 puede comprender un bastidor o armario de circuitos de procesamiento que utiliza una disposición de tarjetas / panel trasero y puede incluir un anfitrión de circuitos / funciones de procesamiento adicionales no mostradas en el diagrama simplificado. De manera más general, el circuito de procesamiento 14 puede comprender cualquiera de uno o varios circuitos de ordenador que controlan al menos el procesamiento relativo a la comunicación -por ejemplo, transmitir y recibir operaciones a través de la circuitería de interfaz de RF 30. De este modo, el circuito de procesamiento 14 puede incluir un número de otros circuitos funcionales no mostrados, tales como circuitos de planificación del usuario para controlar las transmisiones de enlace ascendente y/o de enlace descendente entre una pluralidad de dispositivos inalámbricos 12 que están soportados por el nodo de red 10, y pueden incluir uno o varios circuitos de determinación de condiciones, tal como para determinar la carga de la red, por ejemplo, para una o varias de las celdas servidas y/o una o más de las celdas vecinas.

De una manera similar, el dispositivo inalámbrico 12 puede estar configurado para operar de acuerdo con cualquier uno o varios estándares de comunicación inalámbrica, tal como los estándares WCDMA y/o LTE. De manera más general, el dispositivo inalámbrico 12 puede soportar más de una tecnología de acceso por radio (RAT – Radio Access Technology, en inglés), tal como la que se puede utilizar en despliegues heterogéneos de la red que implican macroceldas y estaciones base y microceldas y estaciones base en las que las macro y micro estaciones base pueden o no utilizar la misma o las mismas RAT. La circuitería de transmisor receptor 20 puede por lo tanto comprender una o varias radios celulares, y se muestra superponiendo el circuito de procesamiento 26 para indicar que el receptor 22 y/o el transmisor 24 se pueden implementar en una mezcla de circuitos analógicos y digitales, que incluyen circuitos de procesamiento de banda base que comprenden o están incluidos de otro modo en el circuito de procesamiento 26. En uno de dichos ejemplos el circuito de procesamiento 26 implementa una o varias cadenas de procesamiento de la señal recibida que proporciona, por ejemplo, linealización de la señal recibida y/o compensación de interferencias, detección de símbolos y descodificación correspondiente (Viterbi, detección conjunta, etc.), para la recuperación de la información transmitida.

Un circuito de control 36 está implementado en o como parte del circuito de procesamiento 26 del dispositivo inalámbrico y la memoria / depósito 28 en algunas realizaciones almacena uno o varios programas informáticos 38 y/o datos de configuración. El circuito de control 36 lleva a cabo el procesamiento el lado del dispositivo relativo a la expansión del conjunto de PRB, tal como se enseña en esta memoria. En al menos una realización, el circuito de control 36 está implementado basándose en la ejecución de instrucciones de programa informático por el circuito de procesamiento 26, donde las instrucciones de programa están almacenadas como programa informático 38 en el depósito / memoria 28, por ejemplo.

Resultará evidente que las referencias en la presente descripción a “una realización” significan que una, funcionalidad, estructura o característica concreta descrita junto con una realización se incluyen en al menos una realización o aspecto de las técnicas de la invención dadas a conocer ahora. De este modo, la aparición de las frases “en una realización” en varios lugares de la memoria no necesariamente se refieren todas a la misma realización. Además, las funcionalidades, estructuras o características concretas se pueden combinar de cualquier manera adecuada en una o varias realizaciones.

De acuerdo con varias realizaciones de las técnicas dadas a conocer ahora, se prevén soluciones para la determinación de recursos de PUCCH para la transmisión de HARQ-ACK en respuesta al PDSCH planificado en el ePDCCH o a una versión de SPS indicada en el ePDCCH en un sistema de comunicación por radio TDD. A continuación, se describen diferentes categorías de realizaciones, que tienen diferentes combinaciones de probabilidad de bloqueo del PUCCH, eficiencia de utilización de recursos del PUCCH, complejidad del planificador del eNB y complejidad de implementación. Por conveniencia, dichas realizaciones se describen bajo los títulos de “Realización 1”, “Realización 2”, etc. No obstante, resultará evidente para los expertos en la materia que cada una

de estas categorías diferentes puede incluir diferentes variaciones, que estas realizaciones no son necesariamente exclusivas entre sí, y que es posible utilizar varios aspectos de estas realizaciones de manera simultánea.

Las realizaciones que se describen a continuación pueden estar contenidas (ser utilizadas junto con) diferentes esquemas de asignación de recursos de HARQ-ACK de PUCCH de FDD. Para proporcionar un contexto para las realizaciones descritas, a continuación, se describe la propuesta para la asignación de recursos de HARQ-ACK de PUCCH de FDD descrita en una publicación del 3GPP de número R1-123870 y titulada "PUCCH resource allocation for ePDCCH" para ePDCCH distribuido. (R1-123870 está disponible en http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/wg1_r11/TSGR1_70/Docs/.) No obstante, resultará evidente para los expertos en la materia que las realizaciones dadas a conocer en esta memoria no están limitadas a la utilización con este esquema de asignación de recursos de FDD y que, en realidad, estos esquemas de asignación de recursos de TDD se pueden utilizar con otros esquemas de asignación de recursos de FDD.

No obstante, para ponerlo en contexto, el recurso de PUCCH en modo FDD se determina mediante

$$n_{PUCCH}^{(1)} = n_{eCCE} + N_{UE-PUCCH}^{(q)} \text{ donde } n_{eCCE} \text{ es el menor índice de eCCE de la DCI detectada en el ePDCCH y } N_{UE-PUCCH}^{(q)} \text{ es un desfase específico para el UE, señalado al UE mediante señalización de control de recursos de radio (RRC). El 3GPP ha acordado que un UE puede estar configurado con Q conjuntos de N pares de PRB respectivamente, para ser utilizados para el ePDCCH. Cada conjunto puede tener uno de varios tamaños diferentes, por ejemplo, 2, 4, 8 pares de PRB. A continuación, se supone a efectos de ilustración que el UE está configurado con tres conjuntos en el ePDCCH, y con cuatro PRB por conjunto, según se muestra en la figura 12. Cada conjunto de PRB está configurado con una posición de inicio del recurso de HARQ-ACK del PUCCH } N_{UE-PUCCH}^{(q)}, \text{ siendo } q = 1, \dots, Q, \text{ y los pares de PRB de cada conjunto están distribuidos a través de la banda de dominio, tal como se muestra en la figura 12, en la que los bloques marcados diagonalmente, sombreados y con sombreado cruzado se utilizan para representar elementos de los conjuntos 1, 2 y 3, respectivamente. Tal como se ha mencionado anteriormente, las soluciones propuestas descritas con detalle a continuación se podrían ampliar fácilmente a cualquier configuración de recurso en el ePDCCH, y el ejemplo de la figura 12 (que se utiliza como referencia básica para describir las realizaciones siguientes) puede variar, por ejemplo, para incluir más o menos conjuntos en el ePDCCH y/o más o menos PRB por conjunto.}$$

Realización 1

De acuerdo con esta realización y con variantes de la misma, la transmisión en el PDSCH indicada mediante la detección del ePDCCH correspondiente o un ePDCCH que indica la liberación de una SPS de enlace descendente dentro de la subtrama $n-k_i$, donde k_i pertenece a un conjunto de M elementos $k_i \in \{k_1, k_2, \dots, k_{M-1}\}$ tal como se define en la tabla 10.1.3.1-1 del 3GPP TS 36.213, v10.6.0, el UE determinará el recurso de PUCCH $n_{PUCCH,i}^{(1)}$ de tal manera que los recursos de PUCCH asignados para una subtrama k dada siguen la siguiente regla:

$$n_{PUCCH,i}^{(1)} = i \cdot N_q^{eCCE} + n_{eCCE,i} + N_{UE-PUCCH}^{(q)}, \quad (2)$$

donde $n_{eCCE,i}$, que es el menor índice de eCCE de la DCI detectada en el ePDCCH, pertenece al conjunto q de ePDCCH de la subtrama $n-k_i$, $0 \leq i \leq M-1$ de la subtrama. M es el número de elementos del conjunto definido en la tabla 10.1.3.1-1, y N_q^{eCCE} es el número de eCCE en el conjunto q del ePDCCH. Se debe observar que aunque estas realizaciones y las siguientes se refieren al UE que determina los recursos de HARQ del PUCCH, los expertos en la materia comprenderán que tanto el UE como su estación base de servicio (por ejemplo, un eNB u otro nodo de la red conectado al mismo) necesitarán determinar los recursos de HARQ del PUCCH relevantes para la conexión entre el UE y su estación base de servicio, de tal manera que, por ejemplo, ambos nodos conozcan qué recurso está utilizando el UE / BS para poder descodificar correctamente un ACK / NAK. De acuerdo con esto, aunque otras realizaciones descritas a continuación pueden no restablecer esto de manera explícita, se debe entender que cada realización puede ser implementada tanto en el UE como en el lado de la red, por ejemplo, la estación base.

De acuerdo con la ecuación (2), el recurso de HARQ-ACK del PUCCH será apilado a través de las subtramas para cada conjunto de ePDCCH de manera independiente, tal como se muestra en la figura 13. De este modo, para cada conjunto de ePDCCH, el recurso de ACK / NAK de PUCCH es apilado a través de las subtramas de manera secuencial, es decir, los mensajes de DCI que pertenecen a la subtrama 0 primero, seguidos por las DCI que pertenecen a la subtrama 1... etc. En ellos, cada una de las columnas están asociadas con un conjunto de ePDCCH diferente (amarillo (Y), azul (B) y rojo (R)) tal como se indica. Una ventaja de esta alternativa es la sencillez, y la utilización de recursos será efectiva a baja carga del sistema si el planificador siempre pudiese asignar una DCI al conjunto 1 del ePDCCH con alta prioridad. No obstante, esta solución aumenta la probabilidad de bloqueo del HARQ-ACK del PUCCH dado que introduce un bloqueo adicional de recursos del PUCCH entre diferentes subtramas. Esto hace asimismo al planificador del eNB más complicado.

Se debe observar que la ecuación (2) supone que existe el mismo número de eCCE por cada subtrama en las primeras i subtramas de las M subtramas de enlace descendente que están asociadas con la subtrama n de enlace ascendente. Este puede no ser siempre el caso, en cuyo caso la ecuación (2) puede no aplicar siempre. No obstante, el apilado secuencial de los recursos de HARQ-ACK de PUCCH, donde los recursos para cada uno de los Q conjuntos de ePDCCH están apilados de manera independiente, tal como se muestra en la figura 13, puede aplicar en casos en los que existe un número diferente de eCCE a través de las subtramas. Las mismas ventajas descritas anteriormente aplican.

En una extensión a la fórmula de la ecuación (2), los recursos del PUCCH están comprimidos entre los diferentes conjuntos q juntos, variando M para la retroalimentación de HARQ-ACK en el enlace ascendente. En una realización, se introduce un esquema de compresión de HARQ-ACK que comprime los recursos del PUCCH de HARQ-ACK basados en M . En otro ejemplo, el esquema de compresión funciona comprimiendo los recursos del PUCCH de HARQ-ACK entre diferentes conjuntos q juntos. Un ejemplo de dicho esquema de compresión se muestra aquí utilizando la ecuación (2) como base, lo que resulta en la ecuación (2a) siguiente. No obstante, es asimismo posible extender las otras realizaciones descritas a continuación de una manera similar.

$$n_{\text{PUCCH},i}^{(1)} = i \cdot N_q^{\text{eCCE}} + n_{\text{eCCE},i} + N_{\text{UE-PUCCH}}^{(q)} - \sum_{q'=0}^{q-1} (M_{\text{max}} - M) \cdot N_{q'}^{\text{eCCE}} \quad (2a)$$

donde las definiciones para la ecuación 2a son las mismas que en la ecuación 2, con la adición de que $N_{-1}^{\text{eCCE}} = 0$ y M_{max} es el M máximo de todas posibles subtramas de retroalimentación de HARQ-ACK para una configuración de UL / DL dada, tal como se presenta de acuerdo con la tabla 10.1.3.1-1 en el documento 3GPP TS 36.213. v10.6.0. Por ejemplo, M_{max} puede ser 3 en el caso de que se utilice la configuración 3 del UL / DL.

Realización 2

De acuerdo con esta realización y con variantes de la misma, para la transmisión en el PDSCH indicada mediante la detección del ePDCCH correspondiente o de un ePDCCH indicando la liberación de una SPS de enlace descendente dentro de la subtrama $n-k_i$, donde k_i pertenece a un conjunto de M elementos $k_i \in \{k_1, k_2, \dots, k_{M-1}\}$ tal como se define en la tabla 10.1.3.1-1 en el documento 3GPP TS 36.213. v10.6.0, el UE determinará el recurso del

PUCCH $n_{\text{PUCCH},i,k}^{(1)}$ de acuerdo con esta realización como sigue:

$$n_{\text{PUCCH},i,q}^{(1)} = n_{\text{eCCE},i} + N_{\text{UE-PUCCH}}^{(0)} + i \cdot N_{\text{eCCE}}^{(q)} + \sum_{q'=-1}^{q-1} M \cdot N_{\text{eCCE}}^{(q')} \quad (3)$$

donde $n_{\text{eCCE},i,k}$ pertenece al conjunto q de ePDCCH de la subtrama $n-k_i$ $0 \leq i \leq M-1$; M es el número de elementos en el conjunto definido en la tabla 10.1.3.1-1 en el documento 3GPP TS 36.213. v10.6.0; $N_{\text{UE-PUCCH}}^{(0)}$ es un parámetro de desfase específico para el UE para el conjunto con la menor posición de inicio del recurso de PUCCH

y $N_{\text{eCCE}}^{(q)}$ es la cantidad total de CCE en un conjunto q' por subtrama, siendo $N_{\text{eCCE}}^{(-1)} = 0$. De acuerdo con la ecuación (3) anterior, el recurso de HARQ-ACK de PUCCH será apilado a través de las subtramas uno tras otro por conjunto q tal como se muestra en la figura 14. De este modo, los recursos de ACK / NAK de PUCCH de acuerdo con esta realización están apilados para cada conjunto de ePDCCH, de uno en uno. Empezando desde el conjunto con la menor posición de inicio de ACK / NAK del PUCCH, los recursos de ACK / NAK del PUCCH son apilados a través de las subtramas de manera secuencial, es decir, los mensajes de DCI pertenecientes a la subtrama 0 primero, seguidos por las DCI pertenecientes a la subtrama 1, etc. El conjunto con la segunda posición de inicio más baja de ACK / NAK de PUCCH será apilado empezando al final de la región para el primer conjunto, y a continuación con la tercera posición de inicio de ACK / NAK más baja, etc. En la figura 14, cada uno de los diferentes conjuntos de ePDCCH se indica mediante bloques marcados diagonalmente, sombreados y con mallado cruzado. Una ventaja

con esta realización es que un solo parámetro $N_{\text{UE-PUCCH}}^{(0)}$ puede proporcionar recursos únicos de PUCCH para todos los diferentes conjuntos al mismo tiempo. De este modo, no se producirán colisiones de recursos entre diferentes conjuntos, así como colisiones de recursos entre las subtramas.

Realización 3

En esta tercera realización y en las variantes de la misma, los recursos de PUCCH del correspondiente ePDCCH son apilados primero en una subtrama para todos los conjuntos. Esto es bastante diferente de la realización 2, en la que los recursos de PUCCH son apilados para todas las subtramas del conjunto. De este modo, la transmisión en el PDSCH indicada mediante la detección del ePDCCH correspondiente o de un ePDCCH indicando la liberación de una SPS de enlace descendente dentro de la subtrama $n-k_i$, donde k_i pertenece a un conjunto de M elementos

$k_i \in \{k_1, k_2, \dots, k_{M-1}\}$ tal como se define en la tabla 10.1.3.1-1 en el documento 3GPP TS 36.213. v10.6.0, el UE determinará el recurso del PUCCH $n_{\text{PUCCH},i}^{(1)}$ para esta tercera realización como sigue:

$$n_{\text{PUCCH},i}^{(1)} = i \cdot N_{\text{PUCCH}}^{\text{ePDCCH}} + n_{\text{eCCE},i} + N_{\text{UE-PUCCH}}^{(k)} \quad , \quad (4)$$

donde $n_{\text{eCCE},i}$ pertenece al conjunto q de ePDCCH de la subtrama n- k_i , $0 \leq i \leq M-1$; M es el número de elementos

5 en el conjunto definido en la tabla 10.1.3.1-1 en el documento 3GPP TS 36.213. v10.6.0; y $N_{\text{PUCCH}}^{\text{ePDCCH}}$ es el número total de recursos del PUCCH en todos los conjuntos dentro de una subtrama. De acuerdo con la ecuación (4) anterior, el recurso de HARQ-ACK de PUCCH en las diferentes subtramas no se solapará, tal como se muestra en el ejemplo de la figura 15, de nuevo con bloques marcados diagonalmente indicando subtramas que pertenecen a un primer conjunto, indicando los bloques sombreados subtramas que pertenecen a un segundo conjunto e indicando los bloques con sombreado cruzado subtramas que pertenecen a un tercer conjunto. De este modo, de acuerdo con esta realización, los recursos de ACK / NAK de PUCCH están apilados para cada subtrama secuencialmente. Empezando desde la subtrama 0, los recursos de ACK / NAK del PUCCH están apilados separadamente para cada conjunto. Se debe observar que el tamaño de la región del recurso dentro de una subtrama depende del tamaño de cada conjunto de ePDCCH y de la posición de inicio del PUCCH de cada conjunto. El recurso de ACK / NAK del PUCCH para la subtrama 1 empieza desde el extremo de la región de recurso para la subtrama 0 de la misma

15 manera, y a continuación la subtrama 2 está detrás de la subtrama 1, etc. $N_{\text{PUCCH}}^{\text{ePDCCH}}$ puede, por ejemplo, ser calculado por el UE basándose en todos los conjuntos configurados o señalizados desde el eNodeB. Esta solución tiene también baja complejidad. En comparación con la primera realización, no se producirán colisiones de recursos entre las diferentes subtramas, pero la utilización del recurso es relativamente baja, dado que los recursos están reservados incluso cuando no hay ningún usuario planificado dentro de una subtrama concreta.

Realización 4

De acuerdo con esta cuarta realización y con variantes de la misma, la transmisión en el PDSCH indicada mediante la detección del correspondiente ePDCCH o de un ePDCCH indicando la liberación de una SPS de enlace descendente dentro de la subtrama n- k_i , donde k_i pertenece a un conjunto de M elementos $k_i \in \{k_1, k_2, \dots, k_{M-1}\}$ tal como se define en la tabla 10.1.3.1-1 en el documento 3GPP TS 36.213. v10.6.0, el UE determinará el recurso de PUCCH $n_{\text{PUCCH},i}^{(1)}$ de acuerdo con esta realización tal como sigue:

$$n_{\text{PUCCH},i}^{(1)} = n_{\text{eCCE},i} + N_{\text{UE-PUCCH}}^{(i,q)} \quad , \quad (5)$$

donde $n_{\text{eCCE},i}$ pertenece al conjunto k de ePDCCH n- k_i , $0 \leq i \leq M-1$; M es el número de elementos en el conjunto

30 definido en la tabla 10.1.3.1-1, y $N_{\text{UE-PUCCH}}^{(i,q)}$ es la posición de inicio del recurso de PUCCH específico para el UE para el conjunto q de ePDCCH para el índice i. Esta solución proporciona una completa flexibilidad para configurar las regiones de HARQ-ACK de PUCCH para cada subtrama. Por un lado, esto proporciona al eNB una completa libertad para gestionar los recursos de HARQ-ACK de PUCCH. Esta realización puede proporcionar recursos ortogonales para todos los conjuntos de una celda, incluso si algunos UE están configurados solo con un subconjunto de los mismos. El inconveniente de esta realización es la señalización adicional necesaria.

35 Un ejemplo de la configuración del recurso de PUCCH de acuerdo con esta realización se ilustra en la figura 16, de nuevo con bloques marcados diagonalmente indicando subtramas que pertenecen a un primer conjunto, indicando los bloques sombreados subtramas que pertenecen a un segundo conjunto e indicando los bloques con sombreado cruzado subtramas que pertenecen a un tercer conjunto. A partir de la figura 16 se puede ver que, de acuerdo con esta realización, los recursos de ACK / NAK de PUCCH para cada subtrama de cada conjunto están apilados de manera completamente independiente unos de otros.

Como variante de esta cuarta realización, para la transmisión en el PDSCH indicada mediante la detección del correspondiente ePDCCH o de un ePDCCH indicando la liberación de una SPS de enlace descendente dentro de la subtrama n- k_i , donde k_i pertenece a un conjunto de M elementos $k_i \in \{k_1, k_2, \dots, k_{M-1}\}$ tal como se define en la tabla

45 10.1.3.1-1 en el documento 3GPP TS 36.213. v10.6.0, el UE determinará el recurso del PUCCH $n_{\text{PUCCH},i}^{(1)}$ de acuerdo con esta realización como sigue:

$$n_{\text{PUCCH},i}^{(1)} = n_{\text{eCCE},i} + i \cdot N_{\text{UE-PUCCH-DESFASE}}^{(q)} + N_{\text{UE-PUCCH}}^{(q)} \quad , \quad (6)$$

donde $n_{eCCE,i}$ pertenece al conjunto k de ePDCCH n-ki $0 \leq i \leq M-1$; M es el número de elementos en el conjunto definido en la tabla 10.1.3.1-1, y $N_{UE-PUCCH}^{(i,q)}$ es la posición de inicio del recurso de PUCCH específico para el UE para el conjunto q de ePDCCH; y $N_{UE-PUCCH-DESFASE}^{(q)}$ es el valor de desfase específico para el UE para el conjunto q. Esta realización tiene menor flexibilidad que la realización 3, pero con menor coste de señalización. Esta realización puede proporcionar recursos ortogonales para todos los conjuntos de una celda, incluso si algunos UE están configurados solo con un subconjunto de los mismos. Si $N_{UE-PUCCH-DESFASE}^{(q)}$ es el mismo para todos los conjuntos, entonces esto resulta igual que la realización 2, con un N_{PUCCH}^{ePDCCH} configurado.

Quinta realización

de acuerdo con esta quinta realización y con las variantes de la misma, la transmisión en el PDSCH indicada mediante la detección del correspondiente ePDCCH o de un ePDCCH indicando la liberación de una SPS de enlace descendente en la subtrama n - ki, donde ki pertenece a un conjunto de M elementos $k_i \in \{k_1, k_2, \dots, k_{M-1}\}$ tal como se define en la tabla 10.1.3.1-1 en el documento 3GPP TS 36.213. v10.6.0, el UE determinará el recurso de PUCCH $n_{PUCCH,i}^{(1)}$ como sigue:

$$n_{PUCCH,i}^{(1)} = (M - m - 1) \cdot \sum_{j=0, j \in V_c} (N_C^{eCCE}(j) - N_C^{eCCE}(j-1)) + m \cdot \sum_{j=0, j \in V_c} (N_C^{eCCE}(j+1) - N_C^{eCCE}(j)) + n_{eCCE,i} + N_{UE-PUCCH}^{(q)} \quad (7)$$

donde $n_{eCCE,i}$ pertenece al conjunto q de ePDCCH de la subtrama n-ki $0 \leq i \leq M-1$; M es el número de elementos en el conjunto definido en la tabla 10.1.3.1-1. En esta realización, el UE selecciona primero un c del conjunto $\{0, 1, 2, \dots, 2Q\}$, donde el c seleccionado cumple

$$N_C^{eCCE}(c) \leq (n_{eCCE,i} + N_{UE-PUCCH}^{(k)}) < N_C^{eCCE}(c+1), \quad \text{donde}$$

$$N_C^{eCCE} = \text{sort}(N_{UE-PUCCH}^{(0)}, N_{UE-PUCCH}^{(0)} + N_0^{eCCE}, \dots, N_{UE-PUCCH}^{(Q)}, N_{UE-PUCCH}^{(Q)} + N_Q^{eCCE})$$

siendo la función sort (·) (ordenar en inglés) es en orden creciente, $N_C^{eCCE}(-1) = N_C^{eCCE}(0)$, V_c es un conjunto de c que cumple la siguiente condición

$$V_c = \left\{ c \left[N_C^{eCCE}(c), N_C^{eCCE}(c+1) \right] \in \bigcup_k \left(N_{UE-PUCCH}^{(q)}, N_{UE-PUCCH}^{(q)} + N_q^{eCCE} \right) \right\}$$

Esta solución tiene una complejidad relativamente alta, pero tiene la ventaja de una alta eficiencia de utilización del recurso. Un ejemplo de la configuración del recurso de PUCCH de acuerdo con esta realización se ilustra en la figura 17. De este modo, de acuerdo con esta realización, basándose en la posición de inicio de los recursos de ACK / NAK del PUCCH y en el tamaño de la región de recurso para cada conjunto de ePDCCH, toda la región de ACK / NAK de PUCCH se divide primero en múltiples subregiones no superpuestas en orden creciente. Por ejemplo, empezando desde la primera subregión, los recursos de ACK / NAK de PUCCH están apilados a través de las subtramas, es decir, los mensajes de DCI a los que pertenecen (subtrama 0, subregión 0) seguidos por las DCI a los que pertenecen (subtrama 1, subregión 0), después las DCI a los que pertenecen (subtrama 2, región 0), etc. A continuación, para la segunda subregión, los recursos de ACK / NAK de PUCCH están apilados de la misma manera desde el extremo de la primera subregión. Los mismos principios aplican entonces al resto de las subregiones.

Realizaciones 6 – 10

Como variación adicional de cualquiera de las realizaciones 1 – 5 descritas anteriormente, se puede añadir un término de corrección adicional al cálculo del recurso. Este término se refiere al tamaño de la región del PUCCH heredada. Tales realizaciones alternativas resultan en el recurso del PUCCH que se utiliza escalándolo al tamaño de la región del PUCCH en todas las subtramas que forman parte de la ventana de HARQ-ACK. Es asimismo posible prever que el número de recursos de PUCCH se pueda obtener aproximadamente y no ser exactamente el número obtenido.

Esta modificación se pone como ejemplo en la ecuación (8) que sigue, utilizando la realización 1, pero se puede aplicar la misma modificación a cualquier realización descrita en esta memoria. Con esta extensión el UE determinará el recurso de PUCCH, $n_{\text{PUCCH},i}^{(1)}$ como sigue:

$$n_{\text{PUCCH},i}^{(1)} = i \cdot N_q^{\text{eCCE}} + n_{\text{eCCE},i} + N_{\text{UE-PUCCH}}^{(q)} + (M - 1) * N^{\text{CCE}}, \quad (8)$$

5 donde N^{CCE} es el número máximo de CCE disponibles en el PUCCH heredado en una subtrama. En una formulación más general, el UE determinará el recurso de PUCCH $n_{\text{PUCCH},i}^{(1)}$ como sigue:

$$n_{\text{PUCCH},i}^{(1)} = i \cdot N_k^{\text{eCCE}} + n_{\text{eCCE},i} + N_{\text{UE-PUCCH}}^{(k)} + \sum_{j=1}^{M-1} N_j^{\text{CCE}}, \quad (9)$$

donde N_j^{CCE} es el mayor número de CCE disponibles en el PUCCH heredado en la subtrama n-kj. En otras realizaciones la suma puede ir, por el contrario, desde $j = 0$.

10 Entre otras cosas, las realizaciones anteriores proporcionan varias soluciones para la determinación del recurso de PUCCH para la transmisión de HARQ-ACK en respuesta al PDSCH planificado en el ePDCCH o a la liberación de una SPS indicada en el ePDCCH en un sistema TDD. Estas realizaciones ofrecen diferentes alternativas con compromisos entre, por ejemplo, probabilidad de bloqueo del PUCCH, eficiencia de utilización del recurso de PUCCH, complejidad del planificador del eNB y complejidad de implementación.

15 A partir de la explicación anterior de varias realizaciones de ejemplo, resultará evidente que estas y otras realizaciones, cuando son implementadas, tendrán impactos sobre varios nodos en un sistema de comunicación de radio. Por ejemplo, los diferentes esquemas de determinación de recursos de PUCCH para la transmisión de HARQ-ACK en respuesta a un PDSCH planificado en el ePDCCH o a la liberación de una SPS indicada en el ePDCCH en un sistema TDD descrito anteriormente, pueden necesitar ser implementados tanto en el nodo del lado de la red (por ejemplo, el eNB) como en el equipo del usuario.

La figura 18 ilustra una realización de ejemplo no limitativa de un método de procesamiento 1800, que corresponde al procesamiento descrito anteriormente para el dispositivo inalámbrico 12, para al menos la realización 1. El método 1800 se dirige a una técnica para determinar los recursos para transmitir la retroalimentación de la solicitud de repetición automática híbrida (HARQ) en una red de comunicación inalámbrica configurada para la operación de duplexación por división del tiempo (TDD). El método empieza, tal como se muestra en el bloque 1810, con la recepción de la información de control de enlace descendente (DCI) a través de un canal de control de enlace descendente físico mejorado (ePDCCH) en una subtrama de enlace descendente. El ePDCCH recibido planifica una transmisión en el canal compartido de enlace descendente hacia el dispositivo inalámbrico o indica una liberación de una planificación semipersistente (SPS – Semi-Persistent Scheduling, en inglés) al dispositivo inalámbrico.

25 Tal como se muestra en el bloque 1820, el método continúa con la determinación de un índice de recurso para un recurso de canal de control de enlace ascendente físico (PUCCH) basado en el menor índice del elemento del canal de control mejorado (eCCE) de la DCI recibida, siendo un valor de desfase específico para el dispositivo señalado previamente al dispositivo inalámbrico mediante señalización de control de recursos de radio (RRC) y de un índice i. El índice i identifica la subtrama de enlace descendente en un conjunto predeterminado de una o más subtramas de enlace descendente asociadas con una subtrama de enlace ascendente. La determinación del recurso de PUCCH se lleva a cabo de acuerdo con una fórmula que resulta en una asignación secuencial de recursos de PUCCH en la subtrama de enlace ascendente con respecto a las subtramas de enlace descendente asociadas con la subtrama de enlace ascendente, para cada una de una pluralidad de conjuntos de recursos de ePDCCH. Tal como se muestra en el bloque 1830, el método continúa con la transmisión de la retroalimentación de HARQ en la subtrama de enlace ascendente, utilizando un recurso de PUCCH que corresponde al índice de recurso.

En algunas realizaciones, tal como las descritas anteriormente bajo el título “Realización 1”, determinar el índice de recurso para el recurso del PUCCH comprende determinar el índice de recurso basándose en la suma de (i) el menor eCCE mejorado de la DCI recibida, (ii) el valor de desfase específico para el dispositivo señalado al dispositivo inalámbrico mediante señalización de RRC, e (iii) el producto del índice i y el número de eCCE en un conjunto de recursos de ePDCCH que incluye los recursos de ePDCCH utilizados por el ePDCCH recibido. En algunas de estas realizaciones, determinar el índice de recurso comprende calcular el índice de recurso de acuerdo con la ecuación (2), tal como se ha presentado anteriormente.

Tal como se ha observado anteriormente, las operaciones llevadas a cabo por un dispositivo inalámbrico 12 en la determinación del recurso de PUCCH y la transmisión de la retroalimentación de HARQ en dicho recurso se complementan mediante operaciones correspondientes en un nodo de red 10, por ejemplo, un eNB de LTE, en la determinación del recurso de PUCCH utilizado por el dispositivo inalámbrico 12 y la recepción de la

retroalimentación de HARQ en ese recurso. La figura 19 ilustra de este modo una realización de ejemplo no limitativo de un método de procesamiento 1900, que corresponde a este procesamiento para un nodo de red 10, para al menos la realización 1. El método 1900 de este modo se dirige generalmente a una técnica para determinar los recursos para recibir la retroalimentación de la solicitud de repetición automática híbrida (HARQ) en una red de comunicación inalámbrica configurada para la operación de duplexación por división del tiempo (TDD). El método empieza, tal como se muestra en el bloque 1910, con la transmisión de la información de control de enlace descendente (DCI) a un dispositivo inalámbrico, a través de un canal de control de enlace descendente físico mejorado (ePDCCH) en una subtrama de enlace descendente. El ePDCCH transmitido planifica una transmisión de canal compartido de enlace descendente al dispositivo inalámbrico o indica una liberación de una planificación semipersistente (SPS) al dispositivo inalámbrico.

Tal como se muestra en el bloque 1920, el método continúa con la determinación de un índice de recurso para un recurso de canal de control de enlace ascendente físico (PUCCH) basado en el menor índice del elemento del canal de control mejorado (eCCE) de la DCI transmitida, de un valor de desfase específico para el dispositivo señalado previamente al dispositivo inalámbrico mediante señalización de control de recursos de radio (RRC), y de un índice i . El índice i identifica la subtrama de enlace descendente en un conjunto predeterminado de una o varias subtramas de enlace descendente asociadas con una subtrama de enlace ascendente. La determinación del recurso de PUCCH se lleva a cabo de acuerdo con una fórmula que resulta en una asignación secuencial de recursos de PUCCH en la subtrama de enlace ascendente con respecto a las subtramas de enlace descendente asociadas con la subtrama de enlace ascendente, para cada uno de la pluralidad de conjuntos de recursos de ePDCCH. Tal como se muestra en el bloque 1910, el método continúa con la recepción de la retroalimentación de HARQ en la subtrama de enlace ascendente, utilizando un recurso de PUCCH que corresponde al índice del recurso.

En algunas realizaciones, tales como las descritas anteriormente bajo el título "Realización 1", determinar el índice de recurso para el recurso de PUCCH comprende determinar el índice de recurso basado en la suma de (i) el menor eCCE mejorado de la DCI transmitida, (ii) el valor de desfase específico para el dispositivo señalado previamente al dispositivo inalámbrico mediante señalización de RRC, e (iii) el producto del índice i y el número de eCCE en un conjunto de recursos de ePDCCH que incluye los recursos de ePDCCH utilizados por el ePDCCH transmitido. En algunas de estas realizaciones, determinar el índice del recurso comprende calcular el índice del recurso de acuerdo con la ecuación (2), como se ha indicado anteriormente.

Con los ejemplos anteriores en mente, debe quedar claro que las enseñanzas de esta memoria proporcionan varias soluciones para la determinación del recurso de PUCCH para la transmisión de HARQ-ACK en respuesta al PDSCH planificado en el ePDCCH o a la liberación de una SPS indicada en el ePDCCH en un sistema TDD. Las diferentes alternativas proporcionan diferentes compromisos entre la probabilidad de bloqueo del PUCCH, la eficiencia de utilización del recurso de PUCCH, la complejidad del planificador del eNB y la complejidad de implementación.

Resultará evidente para un experto en la materia que se pueden realizar varias modificaciones a las realizaciones descritas anteriormente sin separarse del alcance de la presente invención. Las realizaciones específicas descritas anteriormente se deben considerar por lo tanto de ejemplo en lugar de limitar el alcance de la invención. Dado que no es posible, por supuesto, describir cada combinación de componentes o técnicas concebibles, resultará evidente para los expertos en la materia que la presente invención se puede implementar de otras maneras distintas de las presentadas específicamente en esta memoria, sin separarse de las características esenciales de la invención. Las presentes realizaciones se deben considerar por ello en todos los aspectos como ilustrativas y no restrictivas.

Se debe entender que, aunque los términos primer, segundo, tercero, etc. se pueden utilizar en esta memoria para describir varios elementos / operaciones, estos elementos / operaciones no deben estar limitados por estos términos. Estos términos se utilizan solo para distinguir un elemento / operación de otro elemento / operación. De este modo, un primer elemento / operación en algunas realizaciones se puede denominar segundo elemento / operación en otras realizaciones, sin separarse de las enseñanzas de los presentes conceptos de la invención. Los mismos números de referencia o los mismos designadores de referencia denotan los mismos o similares elementos en toda la memoria.

Tal como se utilizan en esta memoria, los términos "comprenden", "que comprenden", "que comprende", "comprende", "incluyen", "que incluye", "que incluyen", "incluye", "tienen", "tiene", "que tiene", "que tienen", o variantes de los mismos son indefinidos, e incluyen una o varias funcionalidades, enteros, elementos, etapas, componentes o funciones establecidos pero no excluyen la presencia o la adición de una o varias funcionalidades, enteros, elementos, etapas, componentes, funciones o grupos de los mismos.

Realizaciones de ejemplo se describen en esta memoria con referencia a los diagramas de bloques y/o a ilustraciones del diagrama de flujo de métodos implementados en un ordenador, aparatos (sistemas y/o dispositivos) y/o programas informáticos. Se debe entender que un bloque de los diagramas de bloques y/o las ilustraciones de diagrama de flujo, y las combinaciones de bloques en los diagramas de bloques y/o ilustraciones de diagrama de flujo, se pueden implementar mediante instrucciones de programa informático que son ejecutadas por uno o varios circuitos informáticos. Estas instrucciones de programa informático pueden ser proporcionadas a un circuito procesador de un circuito informático de propósito general, un circuito informático de propósito especial y/u otro circuito de procesamiento de datos programable para producir una máquina de tal manera que las instrucciones, que

5 se ejecutan mediante el procesador del ordenador y/o del aparato de procesamiento de datos programable, transforman y controlan los transistores, los valores almacenados en las ubicaciones de memoria, y otros componentes de hardware dentro de dicha circuitería para implementar las funciones / actos especificados en los diagramas de bloques y/o los bloques de diagrama de flujo o bloques, y crea por ello un medio (funcionalidad) y/o estructura para implementar las funciones / actos especificados en los diagramas de bloques y/o bloque o bloques de diagrama de flujo.

10 Estas instrucciones de programa informático pueden ser almacenadas también en un medio legible por ordenador tangible, que pueda dirigir a un ordenador u otro aparato de procesamiento de datos programable para funcionar de una manera concreta, de tal manera que las instrucciones almacenadas en el medio legible por ordenador producen un artículo de fabricación que incluye instrucciones que implementan las funciones / actos especificados en los diagramas de bloques y/o los bloques de diagrama de flujo. De acuerdo con esto, las realizaciones de los presentes conceptos de la invención pueden ser realizadas en hardware y/o en software (incluido firmware, software residente, microcódigo, etc.) que se ejecutan en un procesador tal como un procesador de señal digital, que se puede denominar colectivamente "circuitería", "un módulo" o variantes de los mismos.

15 Se debe observar asimismo que, en algunas implementaciones alternativas, las funciones / actos observados en los bloques pueden ocurrir fuera del orden observado en los diagramas de flujo. Por ejemplo, dos bloques mostrados en sucesión pueden ser ejecutados de hecho substancialmente de manera simultánea o los bloques pueden en ocasiones ser ejecutados en orden inverso, dependiendo de la funcionalidad / actos implicados. Además, la funcionalidad de un bloque dado de los diagramas de flujo y/o diagramas de bloques puede estar separada en
 20 múltiples bloques y/o la funcionalidad de dos o más bloques de los diagramas de flujo y/o diagramas de bloques puede estar, al menos parcialmente, integrada. Finalmente, es posible añadir / insertar otros bloques entre los bloques que se ilustran, y/o se pueden omitir bloques / operaciones sin separarse del alcance de los conceptos de la invención. Además, aunque algunos de los diagramas incluyen flechas en las rutas de comunicación para mostrar una dirección de comunicación primaria, se debe entender que se puede producir una comunicación en la dirección
 25 opuesta a las flechas representadas.

Se pueden realizar muchas variaciones y modificaciones a las realizaciones sin separarse substancialmente de los principios de los presentes conceptos de la invención. La totalidad de dichas variaciones pretenden estar incluidas en esta memoria dentro del alcance de los conceptos de la presente invención. De este modo, el alcance máximo permitido por la ley, el alcance de los presentes conceptos de la invención se debe determinar mediante la
 30 interpretación permisible más amplia de la presente descripción, y no está restringido o limitado por la descripción detallada anterior.

35

REIVINDICACIONES

1.- Método (1800) aplicado en un dispositivo inalámbrico (12) que funciona en una red de comunicación inalámbrica LTE del 3GPP (50) configurado para operación en duplexación por división del tiempo, TDD, comprendiendo el citado método la recepción (1810) de información de control de enlace descendente DCI a través de un canal de control de enlace descendente físico mejorado ePDCCH, en una subtrama de enlace descendente, planificando el ePDCCH recibido una transmisión en el canal compartido de enlace descendente al dispositivo inalámbrico (12), o indicando una liberación de la planificación semipersistente SPS hacia el dispositivo inalámbrico, en el que el método comprende además:

determinar (1820) un índice de recurso para un recurso de canal de control de enlace ascendente físico, PUCCH, basándose en el menor índice de elemento de control mejorado, eCCE, de la DCI recibida, en un valor de desfase específico para el dispositivo señalado anteriormente al dispositivo inalámbrico mediante señalización de control de recursos de radio, RRC, y en un índice i , en el que el índice i identifica la subtrama de enlace descendente en un conjunto predeterminado de múltiples subtramas de enlace descendente asociadas a una subtrama de enlace ascendente, en el que la citada determinación está de acuerdo con una asignación secuencial de recursos de PUCCH en la subtrama de enlace ascendente con relación a las subtramas de enlace descendente asociadas a la subtrama de enlace ascendente asociada a la subtrama de enlace ascendente, para cada uno de una pluralidad de conjuntos de recursos en el ePDCCH en los cuales se ha detectado la DCI; y

transmitir (1830) una retroalimentación de repetición automática híbrida, HARQ, en la subtrama de enlace ascendente, utilizando un recurso de PUCCH correspondiente al índice de recurso determinado.

2.- El método de la reivindicación 1, en el que determinar (1820) el índice de recurso para el recurso de PUCCH comprende determinar el índice de recurso a partir de la suma de (i) el menor eCCE de la DCI recibida, (ii) el valor de desfase específico para el dispositivo señalado anteriormente al dispositivo inalámbrico mediante señalización de RRC y (iii) el producto del índice i y el número de eCCE en un conjunto de recursos en el ePDCCH que incluye los recursos en el ePDCCH utilizados por el ePDCCH recibido.

3.- El método de la reivindicación 2, en el que el conjunto de recursos en el ePDCCH es un conjunto q de una pluralidad de conjuntos de recursos en el ePDCCH, en el que la subtrama de enlace ascendente es la subtrama n y la subtrama de enlace descendente es la subtrama $n-k_i$, siendo k_i el elemento de orden i en el conjunto predeterminado de subtramas de enlace descendente asociadas a la subtrama n , comprendiendo el conjunto predeterminado M elementos indexados en función de k_0, k_1, \dots, k_{M-1} y en el que determinar el índice de recurso comprende calcular:

$$n_{\text{PUCCH},i}^{(1)} = i \cdot N_q^{\text{eCCE}} + n_{\text{eCCE},i} + N_{\text{UE-PUCCH}}^{(q)}, \quad \text{donde } n_{\text{eCCE},i} \text{ es el menor}$$

índice de eCCE de la DCI recibida el N_q^{eCCE} es el número de eCCE en el conjunto q en el ePDCCH, en el que el índice de recurso se obtiene a partir de $n_{\text{PUCCH},i}^{(1)}$ y en el que $N_{\text{UE-PUCCH}}^{(q)}$ es la posición de inicio del recurso de PUCCH específico para el UE para el conjunto q en el ePDCCH.

4.- Dispositivo inalámbrico (12) configurado para operar en una red de comunicación inalámbrica LTE del 3GPP (50) y que comprende

una interfaz de comunicación (20) configurada para comunicarse con uno o varios nodos de red (10) en la red de comunicación inalámbrica (50) y adaptada para recibir información de control de enlace descendente, DCI, a través de un canal de control de enlace descendente físico mejorado, ePDCCH, en una subtrama de enlace descendente, planificando el ePDCCH recibido una transmisión en el canal compartido de enlace descendente hacia el dispositivo inalámbrico (12), o indicando una liberación de planificación semipersistente, SPS, hacia el dispositivo inalámbrico, y

uno o varios circuitos de procesamiento (26) configurados para controlar la interfaz de comunicación (20), en el que los circuitos de procesamiento (26) están adaptados para:

determinar un índice de recurso para un recurso de canal de control de enlace ascendente físico, PUCCH, basándose en el menor índice de elemento de canal de control mejorado, eCCE, de la DCI recibida, en un valor de desfase específico para el dispositivo señalado anteriormente al dispositivo inalámbrico mediante señalización de control de recursos de radio, RRC, y en un índice i , en el que el índice i identifica las subtramas de enlace descendente en un conjunto predeterminado de múltiples subtramas de enlace descendente asociadas a una subtrama de enlace ascendente, en el que el citado determinar está de acuerdo con una asignación secuencial de recursos de PUCCH en la subtrama de enlace ascendente con respecto a las subtramas de enlace descendente asociadas a la subtramas de enlace ascendente, para cada uno de la pluralidad de conjuntos de recursos en el ePDCCH en los cuales se ha detectado la DCI; y

controlar la interfaz de comunicación (20) para transmitir una retroalimentación de repetición automática híbrida, HARQ, en la subtrama de enlace ascendente, utilizando un recurso de PUCCH correspondiente al índice de recurso determinado.

5.- El dispositivo inalámbrico (12) de la reivindicación 4, en el que el circuito de procesamiento está configurado para determinar el índice de recurso para el recurso de PUCCH a partir de la suma de (i) el menor eCCE mejorado de la DCI recibida, (ii) el valor de desfase específico para el dispositivo señalado anteriormente al dispositivo inalámbrico mediante señalización de RRC y (iii) el producto del índice i y el número de eCCE en un conjunto de recursos en el ePDCCH que incluye los recursos en el ePDCCH utilizados por el ePDCCH recibido.

6.- El dispositivo inalámbrico (12) de la reivindicación 5, en el que el conjunto de recursos en el ePDCCH es el conjunto q de una pluralidad de conjuntos de recursos en el ePDCCH, en el que la subtrama de enlace ascendente es la subtrama n y la subtrama de enlace descendente es la subtrama n-k_i, siendo k_i el elemento de orden i del conjunto predeterminado de subtramas de enlace descendente asociadas a la subtrama n, comprendiendo el conjunto predeterminado M elementos indexados de acuerdo con k₀, k₁, ..., k_{M-1}, y en el que determinar el índice de recurso comprende calcular:

$$n_{PUCCH,i}^{(1)} = i \cdot N_q^{eCCE} + n_{eCCE,i} + N_{UE-PUCCH}^{(q)}$$

donde n_{eCCE,i} es el menor índice de eCCE de la DCI recibida y N_q^{eCCE} es el número de eCCE en el conjunto q en el ePDCCH, en el que el índice de recurso se obtiene a partir de n_{PUCCH,i}⁽¹⁾ y en el que N_{UE-PUCCH}^(q) es la posición de inicio del recurso de PUCCH específico para el UE para el conjunto q en el ePDCCH.

7.- Un método (1900) en un nodo de red (10) que opera en la red de comunicación inalámbrica de LTE del 3GPP (50) configurada para la operación de duplexación por división del tiempo, TDD, incluyendo el citado método transmitir (1910) la información de control de enlace descendente, DCI, a un dispositivo inalámbrico (12) por medio de un canal de control de enlace descendente físico mejorado, ePDCCH, en una subtrama de enlace descendente, planificando el ePDCCH transmitido una transmisión de canal compartido de enlace descendente al dispositivo inalámbrico (12), o indicando una liberación de la planificación semipersistente, SPS, al dispositivo inalámbrico, en el que el método comprende además:

determinar (1920) un índice de recurso para un recurso de canal de control de enlace ascendente físico, PUCCH, sobre la base del menor índice de elemento del canal de control mejorado, eCCE, de la DCI recibida, de un valor de desfase específico para el dispositivo previamente señalado al dispositivo inalámbrico por medio de señalización de control de recursos de radio, RRC, y de un índice i, en el que el índice i identifica la subtrama de enlace descendente en un conjunto predeterminado de múltiples subtramas de enlace descendente asociadas con una subtrama de enlace ascendente, en el que el citado determinar está de acuerdo con una asignación secuencial de recursos de PUCCH en la subtrama de enlace ascendente con respecto a las subtramas de enlace descendente asociadas con la subtrama de enlace ascendente, para cada uno de una pluralidad de conjuntos de recursos en el ePDCCH en el que se ha detectado la DCI; y

recibir (1930) la retroalimentación de la solicitud de repetición automática híbrida, HARQ, desde el dispositivo inalámbrico (12) en la subtrama de enlace ascendente, utilizando un recurso de PUCCH correspondiente al índice de recurso determinado.

8.- El método de la reivindicación 7, en el que determinar (1920) el índice de recurso para el recurso de PUCCH comprende determinar el índice de recurso sobre la base de la suma de (i) el menor eCCE mejorado de la DCI transmitida, (ii) el valor de desfase específico para el dispositivo señalado previamente al dispositivo inalámbrico mediante señalización de RRC, e (iii) el producto del índice i y el número de eCCE en un conjunto de recursos en el ePDCCH que incluye los recursos en el ePDCCH utilizados por el ePDCCH transmitido.

9.- El método de la reivindicación 8, en el que el conjunto de recursos en el ePDCCH es el conjunto q de una pluralidad de conjuntos de recursos en el ePDCCH, en el que la subtrama de enlace ascendente es la subtrama n y la subtrama de enlace descendente es la subtrama n-k_i, donde k_i es el elemento de orden i en el conjunto predeterminado de subtramas de enlace descendente asociadas con la subtrama n, comprendiendo el conjunto predeterminado M elementos ordenados de acuerdo con k₀, k₁, ..., k_{M-1}, y en el que determinar el índice de recurso comprende calcular:

$$n_{PUCCH,i}^{(1)} = i \cdot N_q^{eCCE} + n_{eCCE,i} + N_{UE-PUCCH}^{(q)}$$

donde $n_{eCCE,i}$ es el menor índice de eCCE de la DCI recibida y N_q^{eCCE} es el número de eCCE en el conjunto q en el ePDCCH, en el que el índice de recurso se obtiene a partir de $n_{PUCCH,i}^{(1)}$ y en el que $N_{UE-PUCCH}^{(q)}$ es la posición de inicio del recurso de PUCCH específico para el UE para el conjunto q en el ePDCCH.

5 10.- Un nodo de red (10) configurado para operación en la red de comunicación inalámbrica LTE del 3GPP (50) y que comprende

10 una interfaz de comunicación (18) configurada para comunicarse con uno o varios dispositivos inalámbricos (12) en la red de comunicación inalámbrica (50) y adaptado para transmitir información de control de enlace descendente, DCI, a un dispositivo inalámbrico (12) mediante un canal de control de enlace descendente físico mejorado, ePDCCH, en una subtrama de enlace descendente, planificando el ePDCCH transmitido una transmisión en el canal compartido de enlace descendente hacia el dispositivo inalámbrico (12), o indicando una liberación de planificación semipersistente, SPS, hacia el dispositivo inalámbrico (12), y

uno o varios circuitos de procesamiento (14) configurados para controlar la interfaz de procesamiento (18), en el que los circuitos de procesamiento (14) están adaptados para:

15 determinar un índice de recurso para un recurso de canal de control de enlace ascendente físico, PUCCH, sobre la base del menor índice del elemento de canal de control mejorado, eCCE, de la DCI transmitida, de un valor de desfase específico para el dispositivo señalado previamente al dispositivo inalámbrico mediante señalización de control de recursos de radio, RRC, y de un índice i, en el que el índice i identifica la subtrama de enlace descendente en un conjunto predeterminado de múltiples subtramas de enlace descendente asociadas con una subtrama de enlace ascendente, en el que dicha determinación está de acuerdo con una asignación secuencial de recursos de PUCCH en la subtrama de enlace ascendente con respecto a las subtramas de enlace descendente asociadas con la subtrama de enlace ascendente, para cada uno de una pluralidad de conjuntos de recursos en el ePDCCH en los que se ha detectado la DCI; y,

25 utilizando la interfaz de comunicación (18), recibir la retroalimentación de la solicitud de repetición automática híbrida, HARQ en la subtrama de enlace ascendente, utilizando el recurso de PUCCH correspondiente para el índice de recurso determinado.

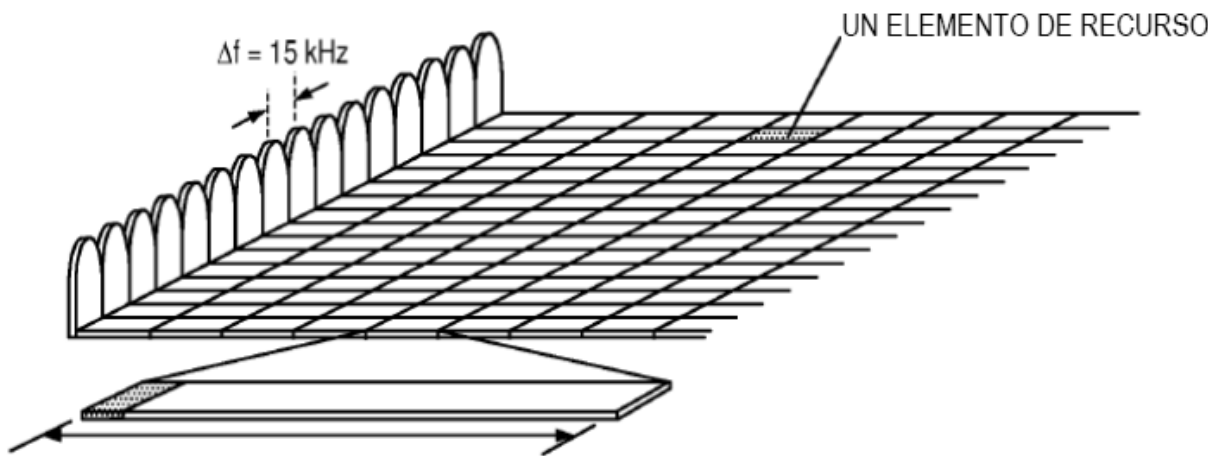
30 11.- El nodo de red (10) de la reivindicación 10, en el que el circuito de procesamiento está configurado para determinar el índice de recurso para el recurso de PUCCH sobre la base de la suma de (i) el menor eCCE mejorado de la DCI transmitida, (ii) el valor de desfase específico para el dispositivo señalado previamente al dispositivo inalámbrico mediante señalización de RRC, e (iii) el producto del índice i y el número de eCCE en un conjunto de recursos en el ePDCCH que incluye los recursos en el ePDCCH utilizados por el ePDCCH transmitido.

35 12.- El nodo de red (10) de la reivindicación 11, en el que el conjunto de recursos en el ePDCCH es el conjunto q de una pluralidad de conjuntos de recursos en el ePDCCH, en el que la subtrama de enlace ascendente es la subtrama n y la subtrama de enlace descendente es la subtrama n-k_i, donde k_i es el elemento de orden i en el conjunto predeterminado asociado con la subtrama n, comprendiendo el conjunto predeterminado M elementos ordenados de acuerdo con k₀, k₁, ..., k_{M-1}, y donde determinar el índice de recurso comprende calcular:

$$n_{PUCCH,i}^{(1)} = i \cdot N_q^{eCCE} + n_{eCCE,i} + N_{UE-PUCCH}^{(q)} \quad ,$$

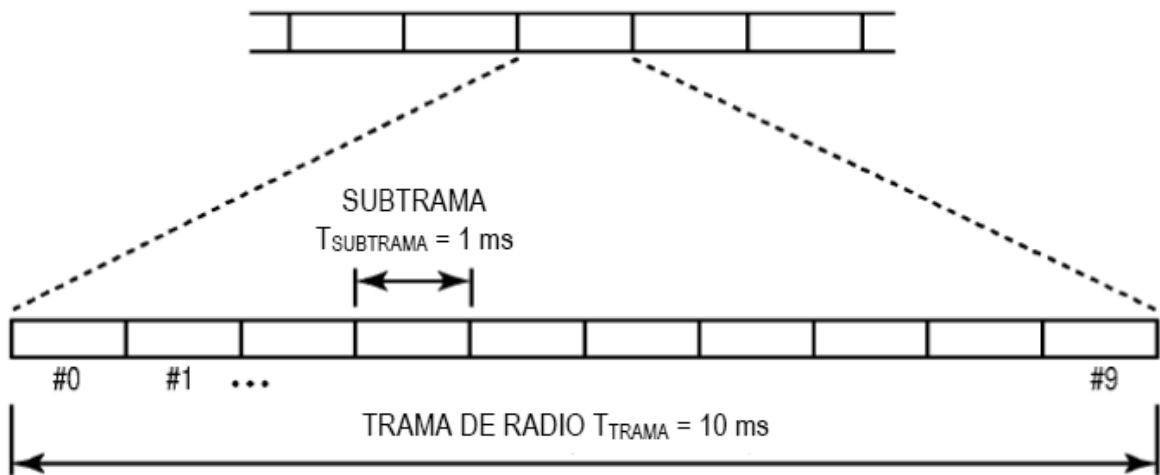
donde $n_{eCCE,i}$ es el menor índice de eCCE de la DCI recibida y N_q^{eCCE} es el número de eCCE en el conjunto q en el ePDCCH, en el que el índice de recurso se obtiene a partir de $n_{PUCCH,i}^{(1)}$, en el que $N_{UE-PUCCH}^{(q)}$ es la posición de inicio del recurso de PUCCH específico para el UE para el conjunto q en el ePDCCH.

40



TÉCNICA ANTERIOR

FIG. 1



TÉCNICA ANTERIOR

FIG. 2

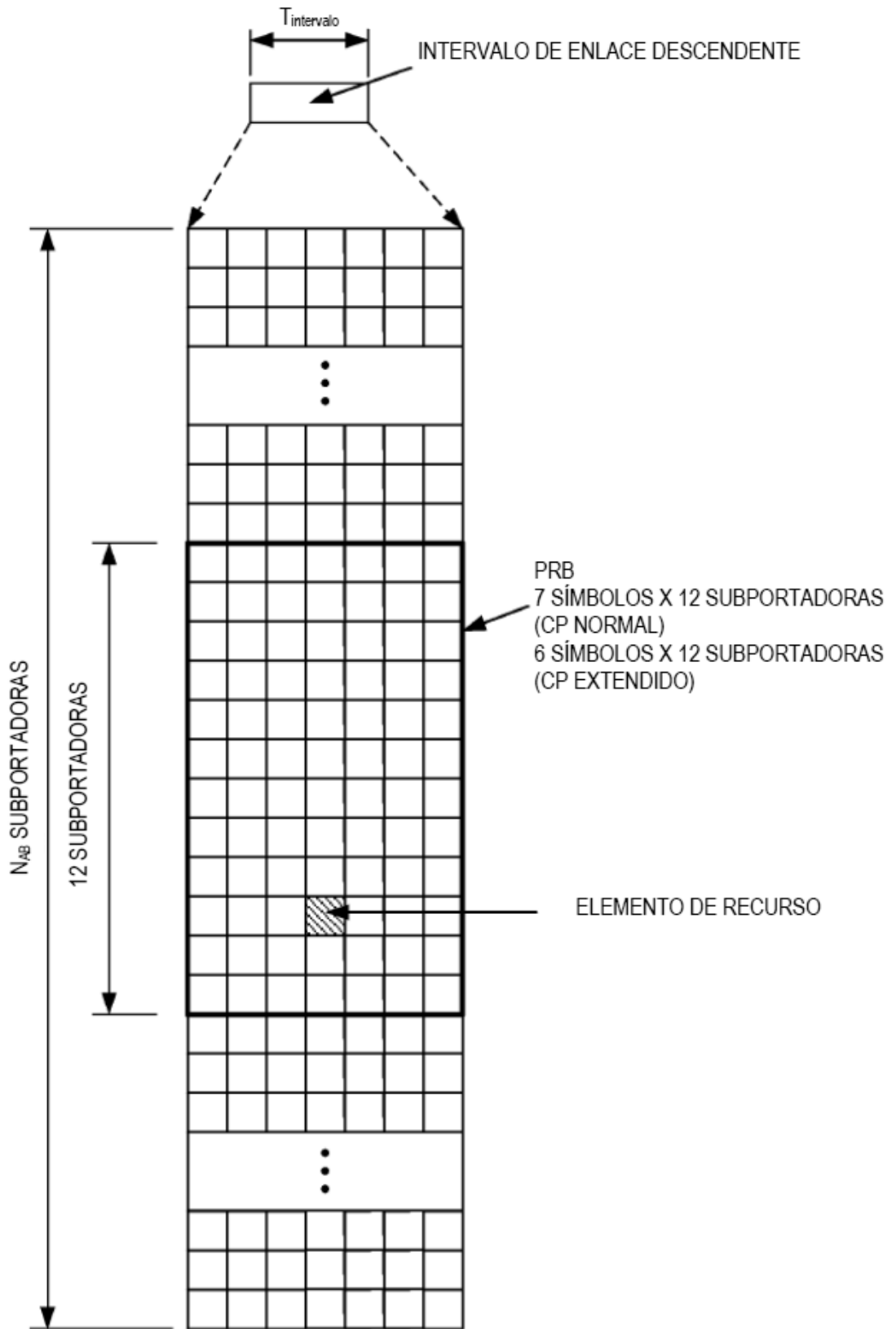
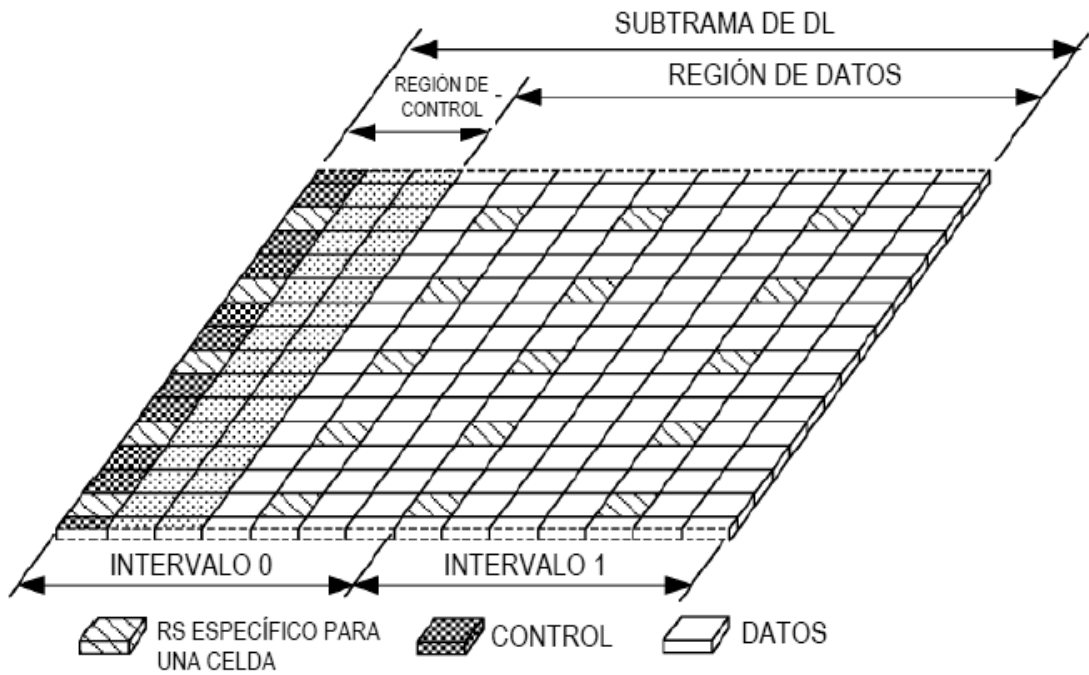
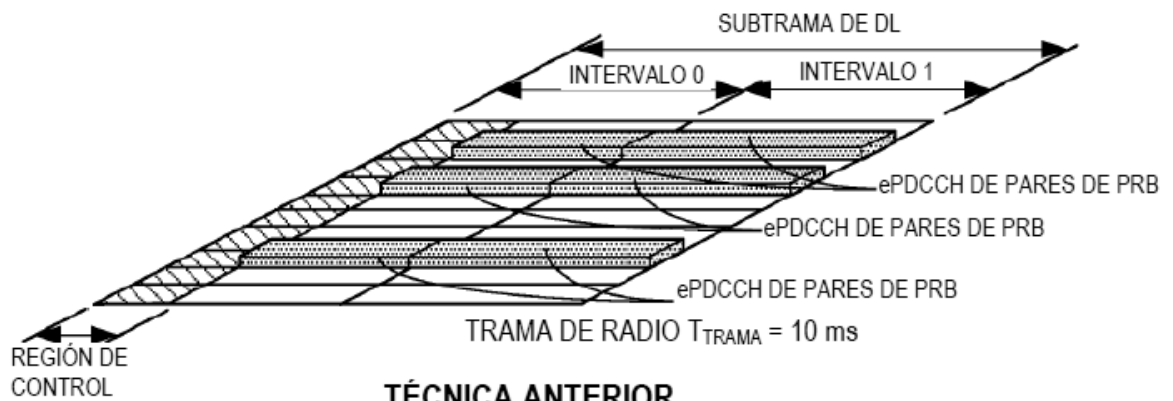


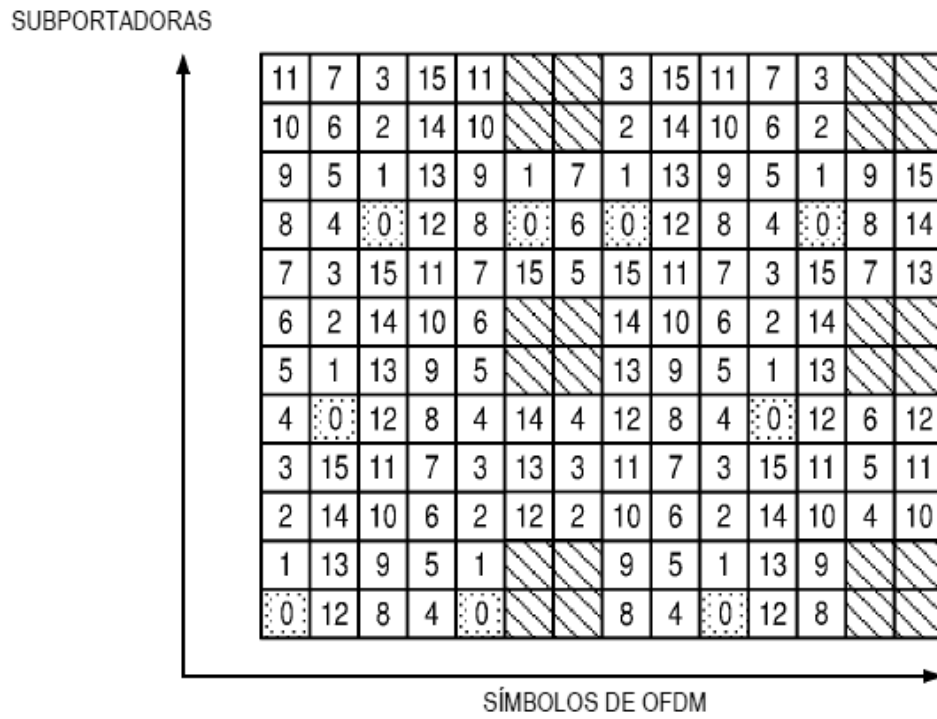
FIG. 3



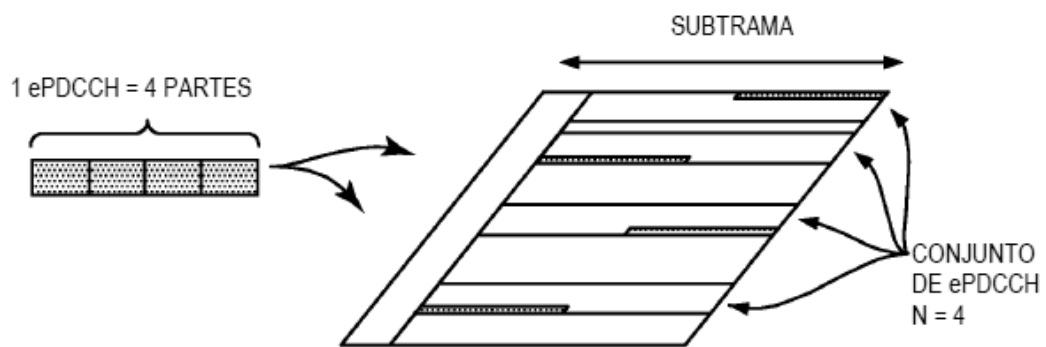
TÉCNICA ANTERIOR
FIG. 4



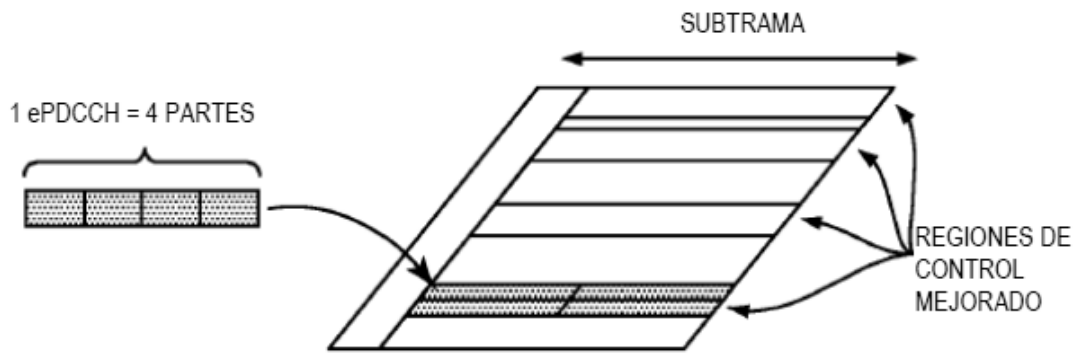
TÉCNICA ANTERIOR
FIG. 5



TÉCNICA ANTERIOR
FIG. 6



TÉCNICA ANTERIOR
FIG. 7A



TÉCNICA ANTERIOR
FIG. 7B

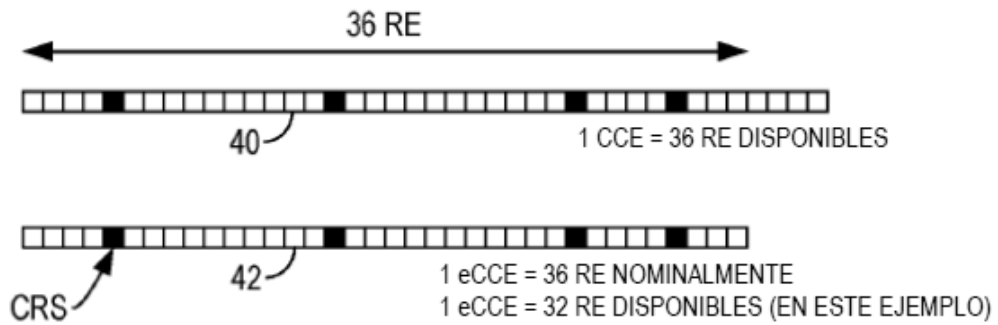


FIG. 8

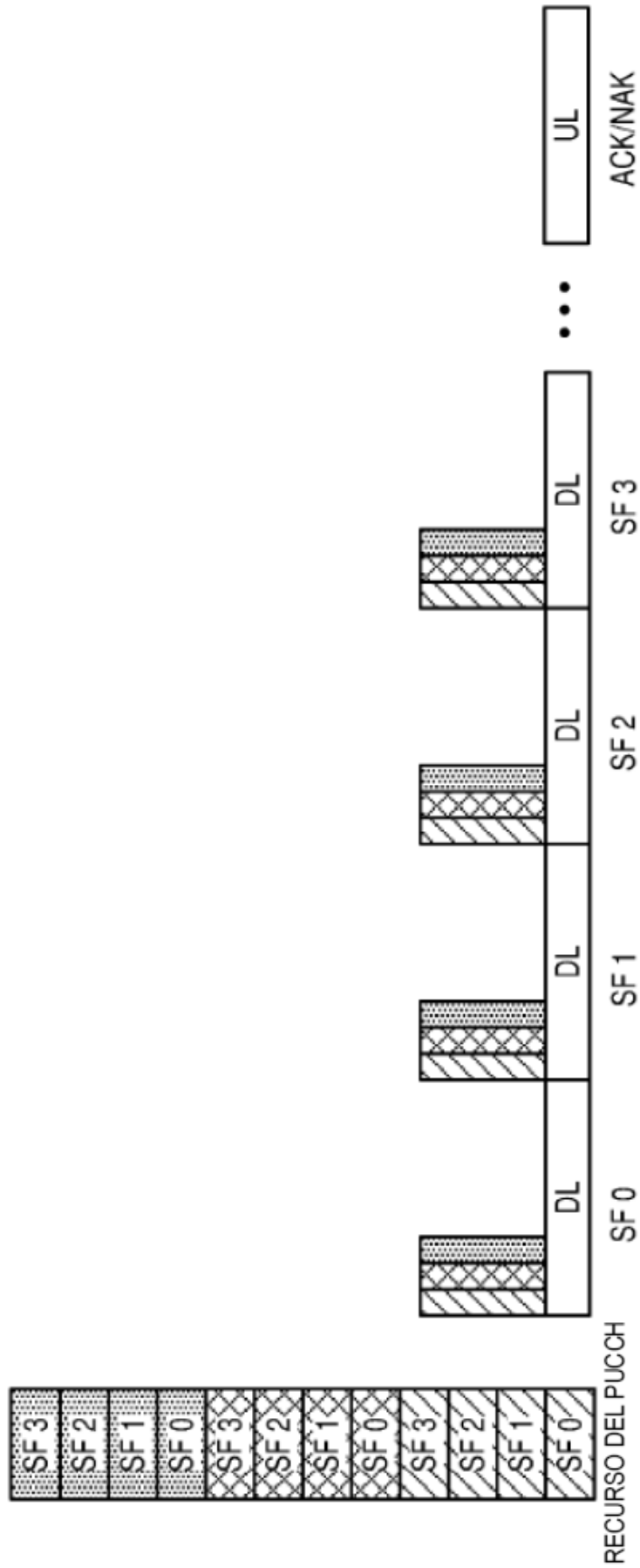


FIG. 9

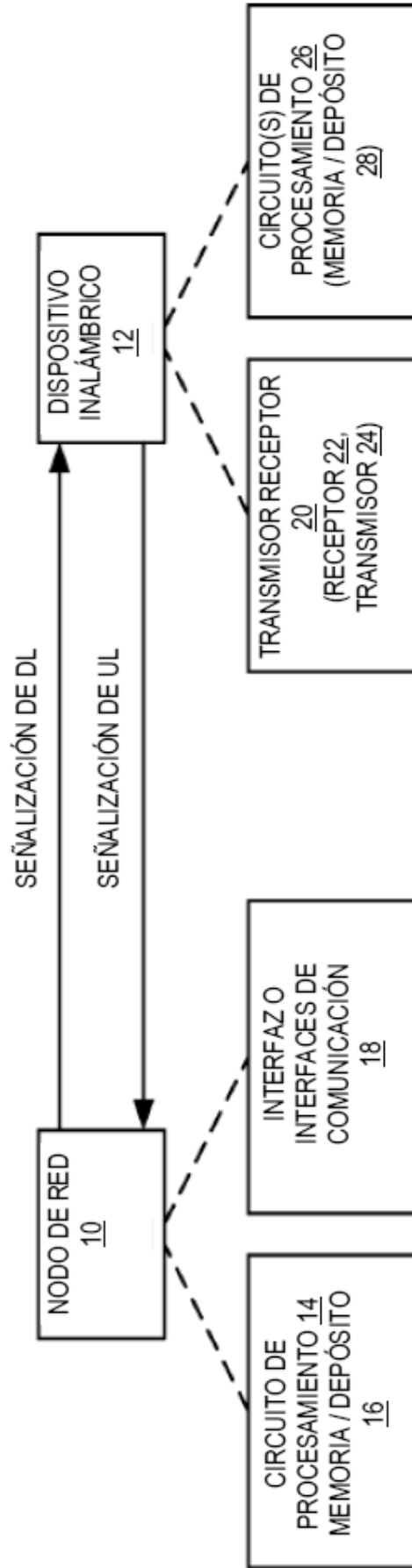


FIG. 10

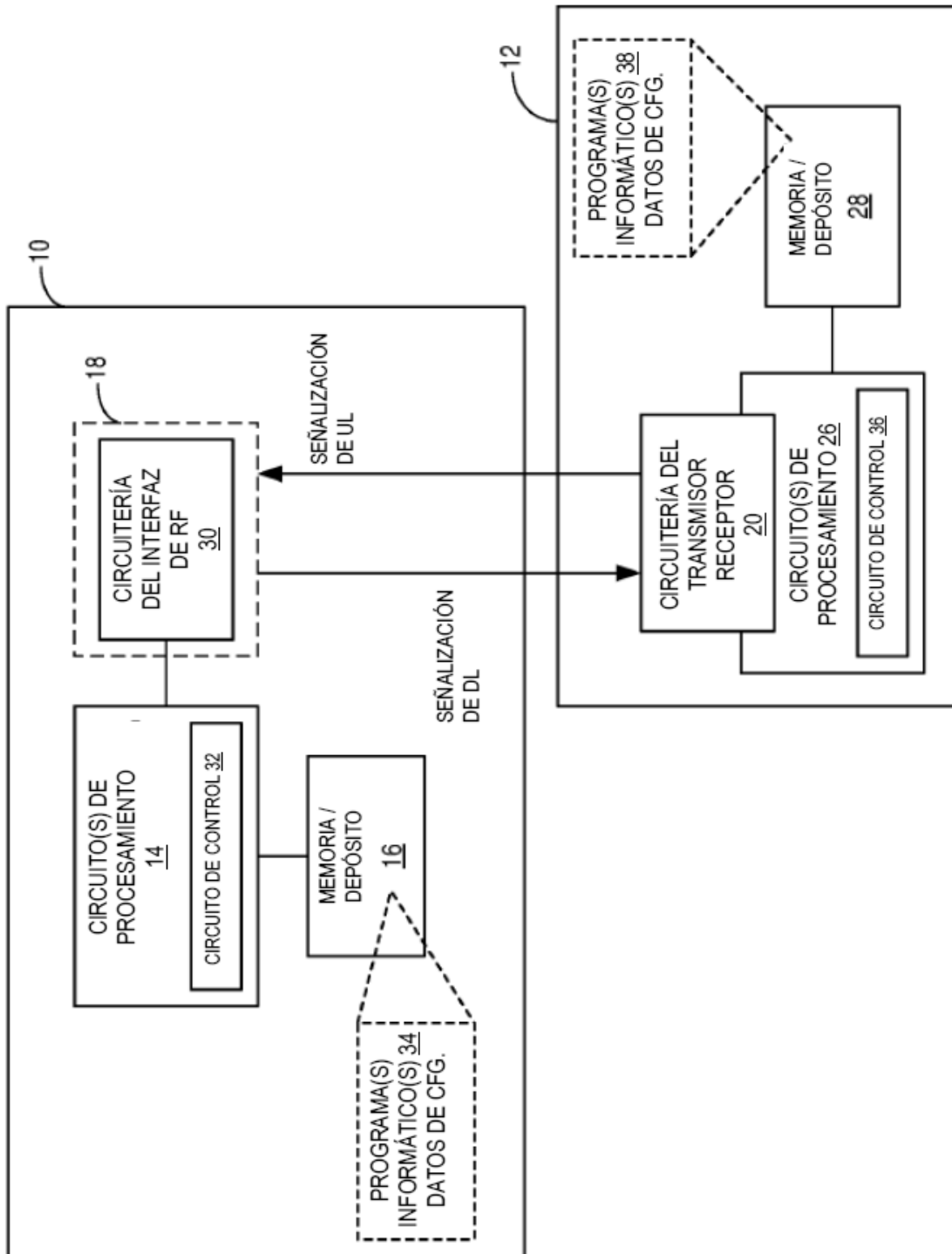


FIG. 11

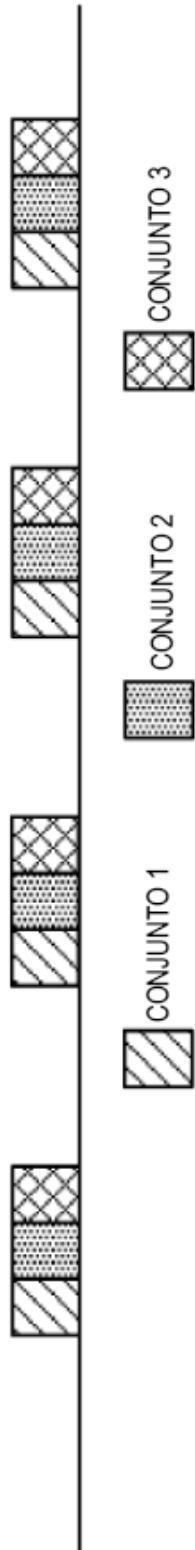


FIG. 12

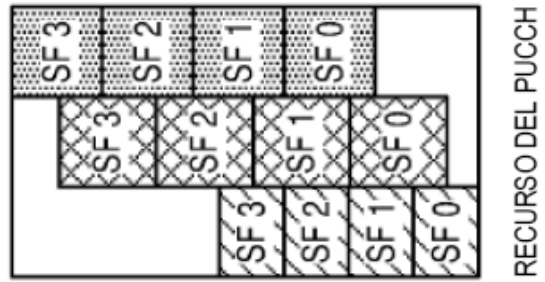


FIG. 13

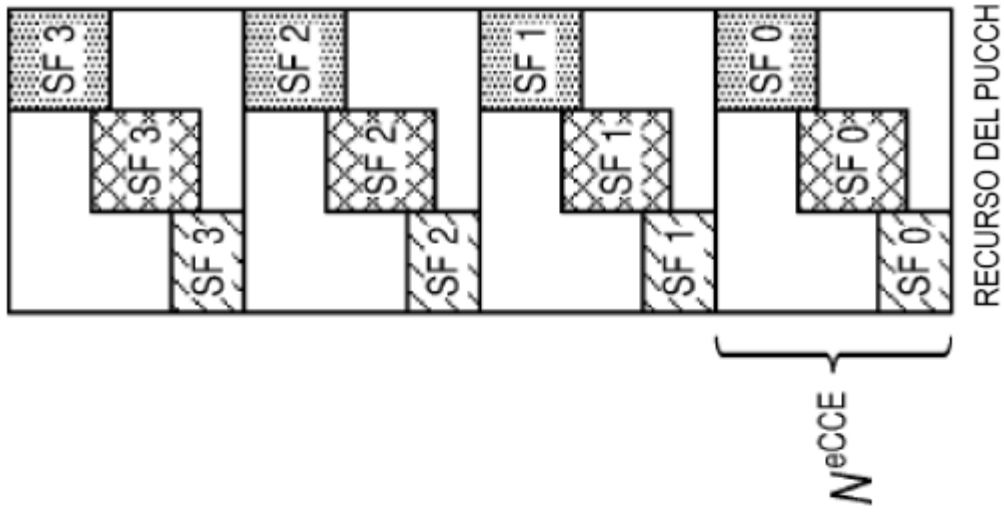


FIG. 15

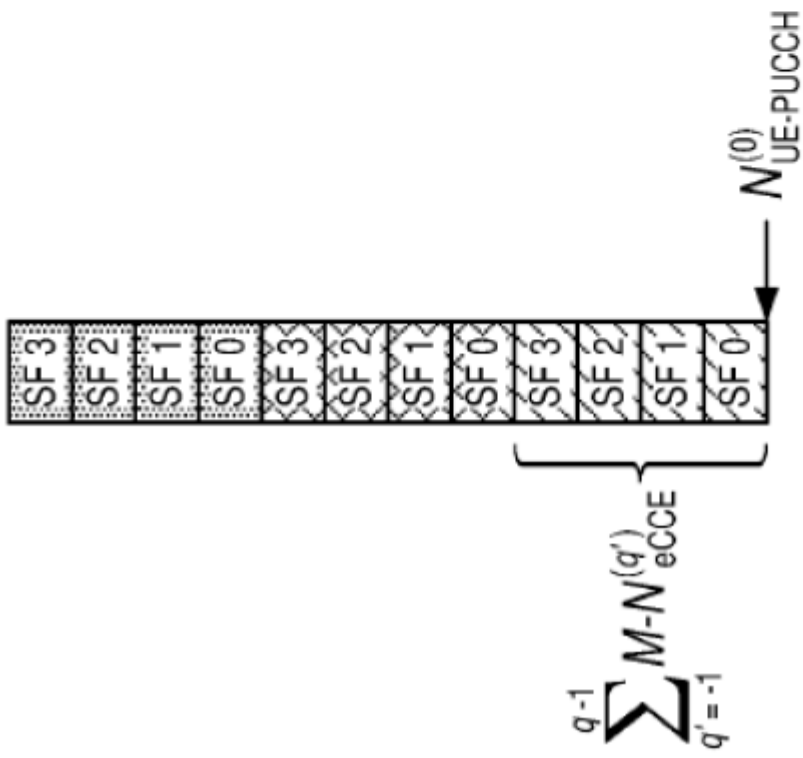
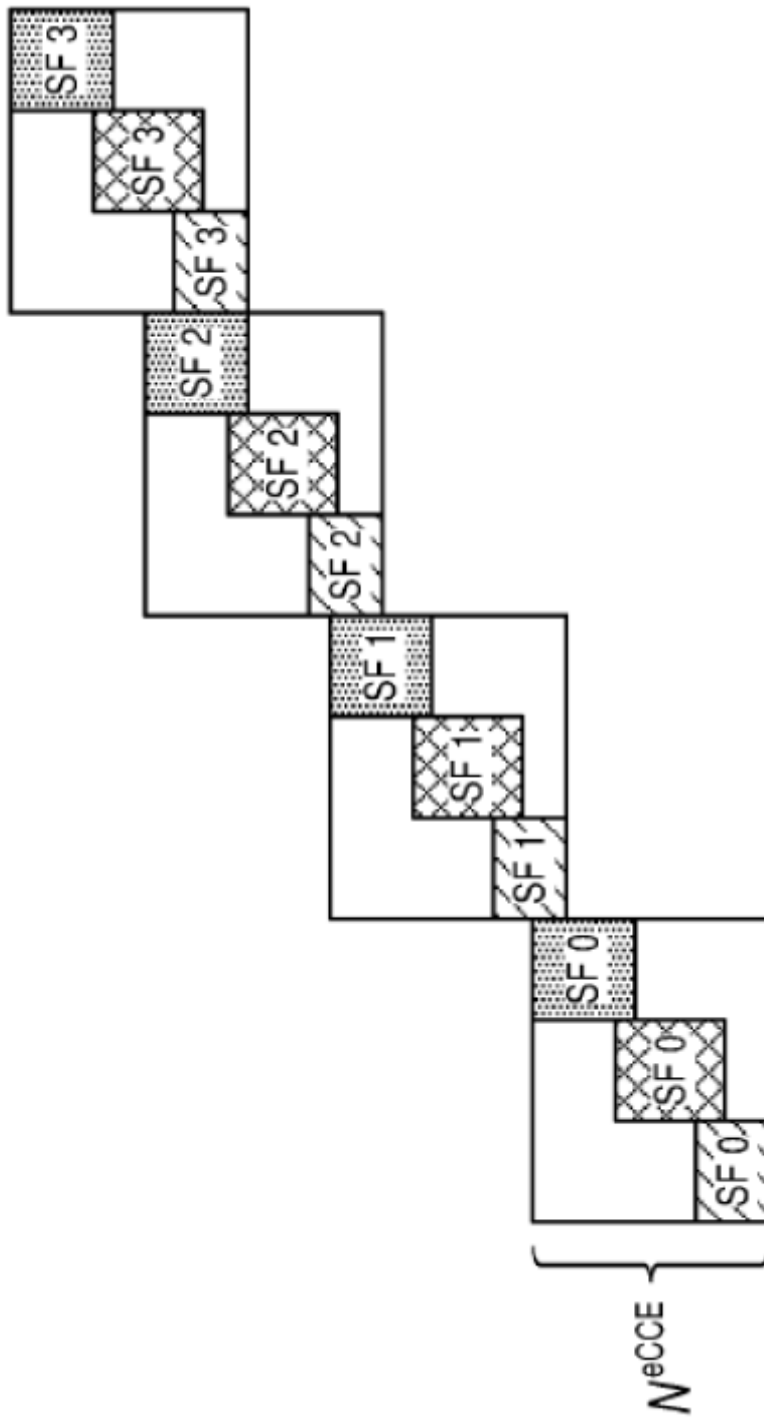


FIG. 14



RECURSO DEL PUCCH

FIG. 16

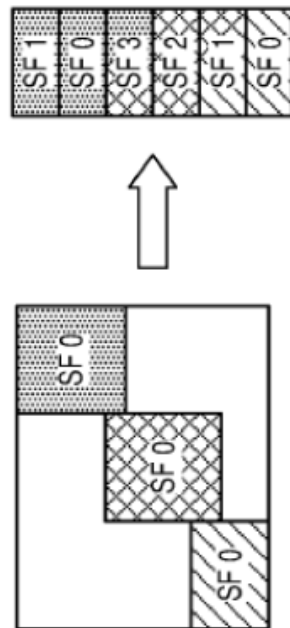
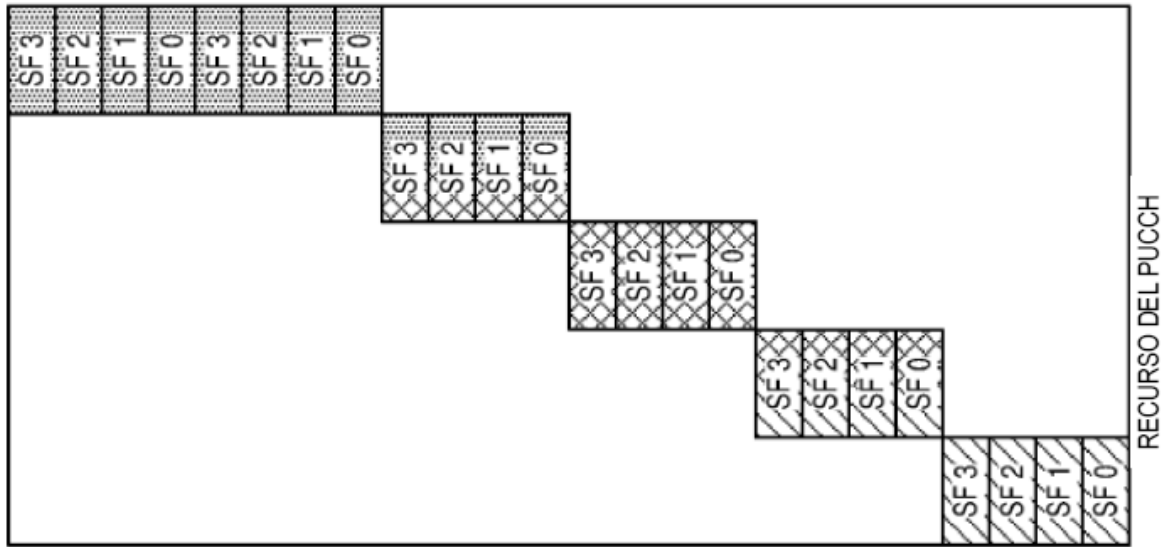


FIG. 17

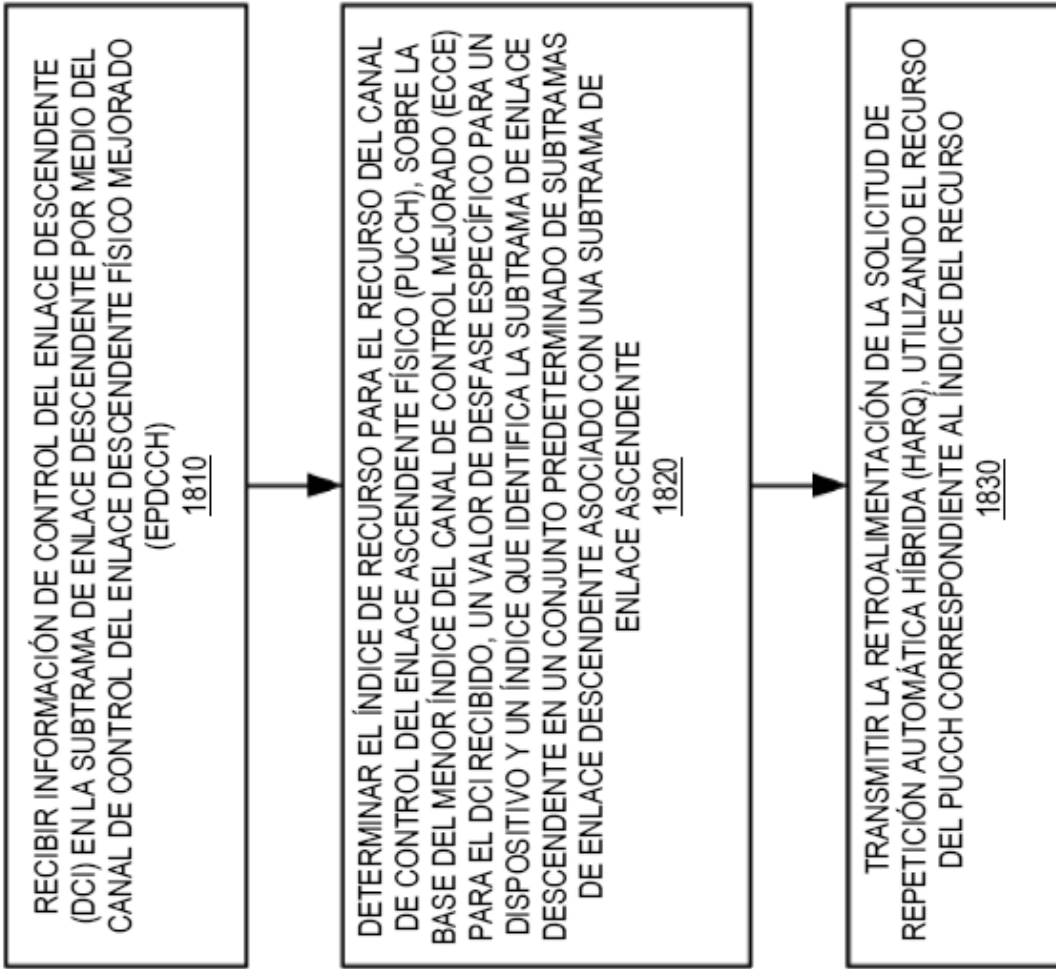


FIG. 18

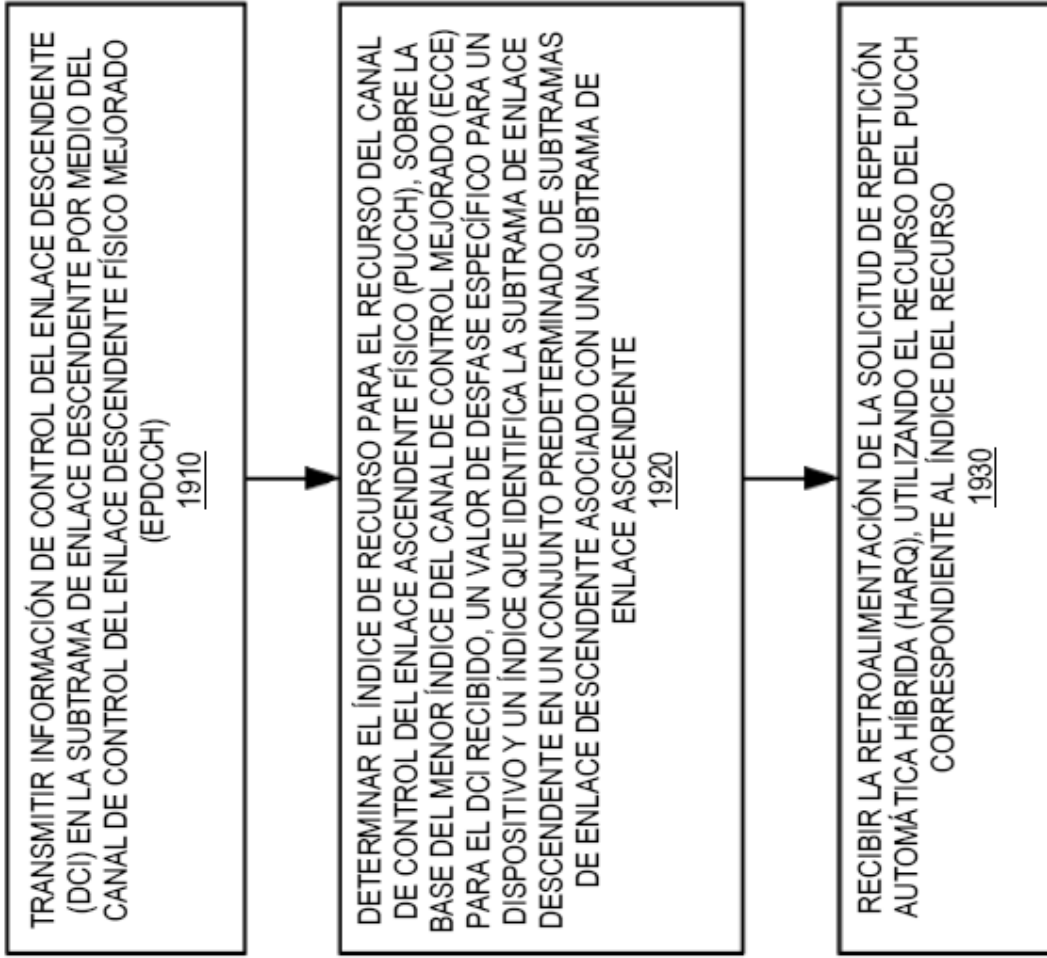


FIG. 19