

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 708 315**

51 Int. Cl.:

H04L 5/00 (2006.01)

H04B 7/0413 (2007.01)

H04W 72/04 (2009.01)

H04W 88/02 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.03.2013 PCT/SE2013/050300**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.09.2013 WO13141801**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.03.2013 E 13717078 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.10.2018 EP 2829004**

54 Título: **Agregación de recursos en canales de control mejorados**

30 Prioridad:

19.03.2012 US 201261612803 P

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

09.04.2019

73 Titular/es:

**TELEFONAKTIEBOLAGET LM ERICSSON (PUBL)
(100.0%)
164 83 Stockholm, SE**

72 Inventor/es:

**FRENNE, MATTIAS;
CHENG, JUNG-FU;
FURUSKOG, JOHAN;
KOORAPATY, HAVISH y
LARSSON, DANIEL**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 708 315 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

Agregación de recursos en canales de control mejorados

5 SOLICITUDES RELACIONADAS

Esta solicitud reivindica el beneficio y prioridad de la Solicitud Provisional de Estados Unidos con N.º de Serie 61/612.803, presentada el 19 de marzo de 2012.

CAMPO TÉCNICO

10 La presente divulgación se refiere a señalización de canal de control en sistemas de comunicación inalámbrica, y está relacionada más particularmente con técnicas para agregar recursos de transmisión para formar señales de canal de control mejorado. La invención se expone en las reivindicaciones adjuntas. Las referencias a realizaciones en la descripción que caen fuera del alcance de las reivindicaciones adjuntas se han de entender como meros ejemplos que son útiles para entender la invención. 3GPP contributionss R1-104534 y R1-102969 describe las configuraciones de nivel de agregación para R-PDCCH perforado.

ANTECEDENTES

20 El Proyecto Común de Tecnologías Inalámbricas de la 3ª Generación (3GPP) ha desarrollado unas comunicaciones inalámbricas de la tercera generación conocidas como tecnología de Evolución a Largo Plazo (LTE), según se documenta en las especificaciones para la Red de Acceso de Radio Terrestre Universal Evolucionada (UTRAN). LTE es una tecnología de comunicación inalámbrica de banda ancha móvil en la que las transmisiones desde las estaciones base (denominadas como eNodos B o eNB en la documentación del 3GPP) a las estaciones móviles (denominadas como equipo de usuario, o UE, en la documentación del 3GPP) se envían usando multiplexación por división ortogonal de frecuencia (OFDM). OFDM divide la señal transmitida en múltiples subportadoras paralelas en frecuencia.

25 Más específicamente, LTE usa OFDM en el enlace descendente y OFDM de Transformada de Fourier Discreta (DFT)-ensanchada en el enlace ascendente. El recurso físico de enlace descendente de LTE básico puede observarse como una cuadrícula de recursos de tiempo-frecuencia. La Figura 1 ilustra una porción del espectro disponible de una cuadrícula 50 de recursos de tiempo frecuencia de OFDM ejemplar para LTE. Hablando en general, la cuadrícula 50 de recursos de tiempo-frecuencia se divide en subtramas de un milisegundo. Como se observa en las Figuras 1 y 2, cada subtrama incluye un número de símbolos de OFDM. Para una longitud de prefijo cíclico (CP) normal, que es adecuada para su uso en situaciones donde no se espera que la dispersión de múltiples trayectorias sea extremadamente severa, una subtrama consiste en catorce símbolos de OFDM. Una subtrama tiene únicamente doce símbolos de OFDM si se usa un prefijo cíclico ampliado. En el dominio de la frecuencia, los recursos físicos se dividen en subportadoras adyacentes con un espaciado de 15 kHz. El número de subportadoras varía según el ancho de banda de sistema asignado. El elemento más pequeño de la cuadrícula 50 de recursos de tiempo-frecuencia es un elemento de recurso. Un elemento de recurso consiste en una subportadora de OFDM durante un intervalo de símbolo de OFDM.

30 Los elementos de recursos de LTE se agrupan en bloques de recursos (RB), que en su configuración más común consisten en 12 subportadoras y 7 símbolos de OFDM (un intervalo). Por lo tanto, un RB típicamente consiste en 84 RE. Los dos RB que ocupan el mismo conjunto de 12 subportadoras en una subtrama de radio dada (dos intervalos) se denominan como un par de RB, que incluye 168 elementos de recursos si se usa un CP normal. Por lo tanto, una subtrama de radio de LTE está compuesta de múltiples pares de RB en frecuencia determinando el número de pares de RB el ancho de banda de la señal. En el dominio del tiempo, las transmisiones de enlace descendente de LTE se organizan en tramas de radio de 10 ms, consistiendo cada trama de radio en diez subtramas igualmente dimensionadas de longitud $T_{\text{subtrama}} = 1$ ms.

35 La señal transmitida por un eNB a uno o más UE puede transmitirse desde múltiples antenas. Análogamente, la señal puede recibirse en un UE que tiene múltiples antenas. El canal de radio entre el eNB distorsiona las señales transmitidas desde los múltiples puertos de antena. Para demodular satisfactoriamente las transmisiones de enlace descendente, el UE se basa en símbolos de referencia que se transmiten en el enlace descendente. Varios de estos símbolos de referencia se ilustran en la cuadrícula 50 de recursos mostrada en la Figura 2. Estos símbolos de referencia y su posición en la cuadrícula de recursos de tiempo-frecuencia son conocidos para el UE y por lo tanto pueden usarse para determinar estimaciones de canal midiendo el efecto del canal de radio en estos símbolos.

40 Pueden usarse varias técnicas para el aprovechamiento de la disponibilidad de múltiples antenas de transmisión y/o recepción. Algunas de estas se denominan como técnicas de transmisión de Múltiple Entrada Múltiple Salida (MIMO). Una técnica de ejemplo usada cuando están disponibles múltiples antenas de transmisión se denomina "precodificación de transmisión" e implica la transmisión direccional de energía de señal hacia un UE de recepción particular. Con este enfoque, la señal dirigida a un UE particular se transmite simultáneamente a través de cada una de varias antenas, pero con pesos de amplitud y/o fase individuales aplicados a la señal en cada elemento de antena de transmisión. Esta aplicación de pesos a la señal se denomina como "precodificación" y los pesos de la antena para una transmisión particular pueden describirse matemáticamente de una manera compresiva por un vector de precodificación.

Esta técnica en ocasiones se denomina como precodificación específica de UE. Los símbolos de referencia que acompañan una transmisión precodificada y usados para su demodulación se llaman una señal de referencia específica de UE (RS específica de UE). Si los símbolos transmitidos que componen una RS específica de UE en un RB dado se precodifican con la misma precodificación específica de UE que los datos llevados en ese RB (donde los datos en este sentido pueden ser información de control), entonces la transmisión de la RS específica de UE y los datos pueden tratarse como si se realizaran usando una única antena virtual, es decir un único puerto de antena. El UE dirigido realiza estimación de canal usando la RS específica de UE y usa la estimación de canal resultante como una referencia para demodular los datos en el RB.

Las RS específicas de UE se transmiten únicamente cuando se transmiten datos a un UE en el par de RB, y de lo contrario no están presentes. En las Versiones 8, 9, y 10 de las especificaciones de LTE, se incluyen señales de referencia específicas de UE como parte de cada uno de los RB que están asignados a un UE para demodulación del canal de datos compartido de enlace descendente físico (PDSCH). La versión 10 de las especificaciones de LTE también soporta multiplexación espacial de la transmisión de enlace descendente, permitiendo que se transmitan simultáneamente hasta ocho "capas" multiplexadas especialmente. Por consiguiente, hay ocho RS específicas de UE ortogonales, que se describen en el documento del 3GPP "Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical Channels and Modulation", 3GPP TS 36.211, v. 10.0.0 (diciembre de 2012), disponible en www.3gpp.org. Estas se indican como los puertos de antena 7-15. La Figura 3 muestra un ejemplo del mapeo de símbolos de referencia específicos de UE a un par de RB; en este ejemplo se muestran los puertos de antena 7 y 9. Los puertos de antena 8 y 10 pueden obtenerse como señales de referencia multiplexadas por división de código en los superiores de los puertos de antena 7 y 9, respectivamente.

Otro tipo de símbolos de referencia son aquellos que pueden usarse por todos los UE. Estos símbolos de referencia deben por lo tanto tener cobertura de área celular ancha y por lo tanto no se precodifican hacia ningún UE particular. Un ejemplo son los símbolos de referencia comunes (CRS) usados por los UE para diversos fines, incluyendo estimación de canal y mediciones de movilidad. Estos CRS se definen de modo que ocupan ciertos RE predefinidos dentro de todas las subtramas en el ancho de banda de sistema, independientemente de si algún dato se está enviando a los usuarios en una subtrama o no. Estos CRS se muestran como "símbolos de referencia" en la Figura 2.

Otro tipo de símbolo de referencia es la RS de información de estado de canal (CSI-RS), introducida en la Versión 10 de las especificaciones de LTE. Las CSI-RS se usan para mediciones asociadas con la matriz de precodificación y selección de clasificación de transmisión para modos de transmisión que usan la RS específica de UE analizada anteriormente. Las CSI-RS están también configuradas específicamente para UE. Otro tipo de RS más es la RS de posicionamiento (PRS), que se introdujo en la Versión 9 de LTE para mejorar el posicionamiento de los UE en una red.

Los mensajes transmitidos a través del enlace de radio a usuarios pueden clasificarse ampliamente como mensajes de control o mensajes de datos. Los mensajes de control se usan para facilitar la operación apropiada del sistema así como la operación de apropiada de cada UE en el sistema. Los mensajes de control incluyen comandos para controlar funciones tales como la potencia transmitida desde un UE, señalización de los RB dentro de los que se han de recibir datos por el UE o transmitirse desde el UE, y así sucesivamente.

Las asignaciones específicas de recursos de tiempo-frecuencia en la señal de LTE a funciones de sistema se denominan como canales físicos. Por ejemplo, el canal de control de enlace descendente físico (PDCCH) es un canal físico usado para llevar información de planificación y mensajes de control de potencia. El canal de indicador de HARQ físico (PHICH) lleva ACK/NACK en respuesta a una transmisión de enlace ascendente anterior, y el canal de difusión físico (PBCH) lleva información de sistema. Las señales de sincronización primaria y secundaria (PSS/SSS) pueden observarse también como señales de control, y tienen localizaciones y periodicidad fijadas en tiempo y frecuencia de modo que los UE que accedieron inicialmente a la red pueden hallarlas y sincronizarlas. De manera similar, el PBCH tiene una localización fijada con relación a las señales de sincronización primaria y secundaria (PSS/SSS). El UE puede recibir por lo tanto la información de sistema transmitida en el BCH y usar esa información de sistema para localizar y demodular/decodificar el PDCCH, que lleva información de control específica para el UE.

Como la Versión 10 de las especificaciones de LTE, todos los mensajes de control a los UE se demodulan usando estimaciones de canal derivadas de las señales de referencia común (CRS). Esto permite que los mensajes de control tengan una cobertura de célula ancha, para alcanzar todos los UE en la célula sin tener el eNB ningún conocimiento particular acerca de las posiciones de los UE. Las excepciones a este enfoque general son la PSS y SSS, que son señales independientes y no requieren recepción de CRS antes de demodulación. Del primero al cuarto símbolos de OFDM de la subtrama se reservan para llevar tal información de control; un símbolo de OFDM se usa para este fin en la subtrama de ejemplo mostrada en la Figura 2, donde la región de control puede contener hasta tres símbolos de OFDM para señalización de control. El número real de símbolos de OFDM reservados a la región de control puede variar, dependiendo de la configuración de una célula particular.

Los mensajes de control pueden categorizarse en mensajes que necesitan enviarse únicamente a un UE (control específico de UE) y aquellos que necesitan enviarse a todos los UE o a algún subconjunto de los UE con numeración de más de uno (control común) en la célula que se cubre por el eNB. Los mensajes del primer tipo (mensajes de control específicos de UE) típicamente se envían usando el PDCCH, usando la región de control.

5 Debería observarse que en versiones de LTE futuras habrán nuevos tipos de portadora que pueden no tener una región de control de este tipo, es decir, que no tienen transmisiones de PDCCH. Estos nuevos tipos de portadora pueden incluso no incluir CRS, y por lo tanto no son compatibles hacia atrás. Una nueva portadora de este tipo se introduce en la Versión 11. Sin embargo, este nuevo tipo de portadora se usa únicamente en un escenario de agregación de portadora, y siempre se agrega con un tipo de portadora heredada (compatible hacia atrás). En

10 versiones futuras de LTE también puede ser posible tener portadoras independientes que no tienen una región de control y que no están asociadas con una portadora heredada.

Los mensajes de control de tipo PDCCH se transmiten en asociación con CRS, que se usan por los terminales móviles de recepción para demodular el mensaje de control. Cada PDCCH se transmite usando elementos de recursos agrupados en unidades denominadas elementos de canal de control (CCE) donde cada CCE contiene 36 RE. Un único mensaje de PDCCH puede usar más de un CCE; en particular un mensaje de PDCCH dado puede tener un nivel de agregación (AL) de 1, 2, 4 o 8 CCE. Esto permite adaptación de enlace del mensaje de control. Cada CCE está mapeado a 9 grupos de elementos de recursos (REG) que consisten en 4 RE cada uno. Los REG para un CCE dado se distribuyen a través del ancho de banda de sistema para proporcionar diversidad de frecuencia para un CCE. Esto se ilustra en la Figura 4. Por lo tanto, un mensaje de PDCCH puede consistir en hasta 8 CCE que abarcan la totalidad del ancho de banda de sistema en los primeros del uno a cuatro símbolos de OFDM, dependiendo de la configuración.

El procesamiento de un mensaje de PDCCH en un eNB comienza con codificación de canal, aleatorización, modulación e intercalación de la información de control. Los símbolos modulados a continuación se mapean a los elementos de recursos en la región de control. Como se ha mencionado anteriormente, se han definido los elementos de canal de control (CCE), donde cada CCE se mapea a 36 elementos de recursos. Eligiendo el nivel de agregación, se obtiene adaptación de enlace del PDCCH. En total hay N_{CCE} CCE disponibles para todos los PDCCH a transmitirse en la subtrama; el número N_{CCE} puede variar de subtrama a subtrama, dependiendo del número de

25 símbolos de control n y del número de recursos de PHICH configurados.

Puesto que N_{CCE} puede variar de subtrama a subtrama, el terminal de recepción debe determinar de manera ciega la posición de los CCE para un PDCCH particular así como el número de CCE usado para el PDCCH. Sin restricciones, esto podría ser una tarea de decodificación computacionalmente intensiva. Por lo tanto, se han introducido algunas restricciones en el número de posibles decodificaciones ciegas que un terminal necesita intentar, como en la Versión 8 de las especificaciones de LTE. Una restricción es que los CCE están numerados y los niveles de agregación de CCE de tamaño K pueden iniciar únicamente en números de CCE divisibles de manera equitativa por K . Esto se muestra en la Figura 5, que ilustra agregación de CCE para niveles de agregación AL-1, AL-2, AL-4, y AL-8. Por ejemplo, un mensaje de PDCCH de AL-8, compuesto de ocho CCE, puede comenzar únicamente en los

35 CCE con número 0, 8, 16, y así sucesivamente.

Un terminal debe decodificar de manera ciega y buscar un PDCCH válido a través de un conjunto de CCE denominados como el *espacio de búsqueda* del UE. Este es el conjunto de los CCE que un terminal debería monitorizar para planificar asignaciones u otra información de control, para un AL dado. Un ejemplo espacio de búsqueda se ilustra en la Figura 6, que ilustra el espacio de búsqueda que un terminal particular necesita monitorizar. Obsérvese que deben monitorizarse diferentes CCE para cada AL. En total hay $N_{CCE}=15$ CCE en este ejemplo. Un espacio de búsqueda común, que debe monitorizarse por todos los terminales móviles, se marca con bandas diagonales, mientras que una búsqueda específica de UE está sombreada.

En cada subtrama y para cada AL, un terminal intentará decodificar todos los PDCCH de candidato que pueden formarse a partir de los CCE en su espacio de búsqueda. Si se comprueba la Comprobación de Redundancia Cíclica (CRC) para la decodificación intentada, a continuación se supone que los contenidos del candidato PDCCH son válidos para el terminal, y el terminal procesa adicionalmente la información recibida. Obsérvese que dos o más terminales pueden tener espacios de búsqueda solapantes, caso en el que la red puede tener que seleccionar únicamente uno de ellos para planificación del canal de control. Cuando esto ocurre, el terminal no planificado se dice que está bloqueado. Los espacios de búsqueda para un UE varían pseudo-aleatoriamente de subtrama a subtrama para reducir esta probabilidad de bloqueo.

Como se sugiere por la Figura 6, el espacio de búsqueda se divide adicionalmente en una parte común y una parte específica de terminal (o específica de UE). En el espacio de búsqueda común, se transmite el PDCCH que contiene información para todos o un grupo de terminales (radiobúsqueda, información de sistema, etc.). Si se usa agregación de portadora, un terminal hallará el espacio de búsqueda común presente en la portadora de componente primario (PCC) únicamente. El espacio de búsqueda común está restringido a niveles de agregación 4 y 8, para proporcionar suficiente protección de código de canal para todos los terminales en la célula. Obsérvese que puesto que este es un canal de difusión, no puede usarse adaptación de enlace. Los $m8$ y $m4$ primeros PDCCH (donde el "primer" PDCCH es el que tiene el número de CCE más bajo) en un AL de 8 o 4, respectivamente,

pertencen al espacio de búsqueda común. Para uso eficaz de los CCE en el sistema, el espacio de búsqueda restante es específico de terminal en cada nivel de agregación.

Un CCE consiste en 36 símbolos modulados con QPSK que se mapean a 36 RE que son únicos para el CCE dado. Por lo tanto, conocer el CCE significa que los RE también son conocidos automáticamente. Para maximizar la diversidad y aleatorización de interferencia, se usa intercalación antes de un desplazamiento cíclico específico de célula mapeando los RE. Obsérvese que en la mayoría de los casos algunos CCE están vacíos, debido a restricciones de localización de PDCCH en espacios de búsqueda y niveles de agregación de terminal. Los CCE vacíos están incluidos en el proceso de intercalación y se mapean a los RE como cualquier otro PDCCH, para mantener una estructura de espacio de búsqueda. Los CCE vacíos se establecen a potencia cero, significando que si se hubieran usado de otra manera pueden asignarse en lugar de CCE no vacíos, para mejorar adicionalmente la transmisión de PDCCH.

Para facilitar el uso de diversidad de transmisión de 4 antenas, cada grupo de cuatro símbolos de QPSK adyacentes en un CCE se mapea a cuatro RE adyacentes, indicados un grupo de RE (REG). Por lo tanto, la intercalación de CCE está basada en cuádruplex (grupo de 4). El proceso de mapeo tiene una granularidad de 1 REG, y un CCE corresponde a nueve REG (36 RE).

La transmisión del canal de datos compartido de enlace descendente físico (PDSCH) a los UE usa aquellos RE en un par de RB que no se usan por ninguno de los mensajes de control (es decir, en la región de datos de la Figura 4) o RS. El PDSCH puede transmitirse usando cualquiera de RS específica de UE o la CRS como una referencia de demodulación, dependiendo del modo de transmisión de PDSCH. El uso de RS específica de UE permite que una estación base de múltiples antenas optimice la transmisión usando precodificación de tanto datos como señales de referencia que se transmiten desde las múltiples antenas de modo que la energía de la señal recibida aumenta en el UE y en consecuencia, se mejora el rendimiento de la estimación de canal y la tasa de datos de la transmisión podría aumentarse.

Para la Versión 11 de las especificaciones de LTE, se ha acordado introducir transmisión de información de control específica de UE en forma de canales de control mejorados. Esto se hace permitiendo la transmisión de mensajes de control a un UE donde las transmisiones se colocan en la región de datos de la subtrama de LTE y están basadas en señales de referencia específicas de UE. Dependiendo del tipo de mensaje de control, los canales de control mejorados formados de esta manera se denominan como el PDCCH mejorado (ePDCCH), PHICH mejorado (ePHICH), y así sucesivamente.

Para el canal de control mejorado en la Versión 11, se ha acordado adicionalmente usar el puerto de antena $p \in \{107, 108, 109, 110\}$ para demodulación, que corresponde con respecto a las posiciones de símbolo de referencia y conjunto de secuencias a puertos de antena $p \in \{7, 8, 9, 10\}$, es decir, los mismos puertos de antena que se usan para transmisiones de datos en el Canal de Datos Físico Compartido (PDSCH), usando la RS específica de UE. Esta mejora significa que las ganancias de precodificación ya disponibles para transmisiones de datos pueden conseguirse para los canales de control también. Otro beneficio es que diferentes pares de RB físicos (pares de PRB) para canales de control mejorados pueden asignarse a diferentes células o a diferentes puntos de transmisión en una célula. Esto puede observarse en la Figura 7, que ilustra diez pares de RB, tres de los cuales están asignados a tres regiones de ePDCCH separadas que comprenden un par de PRB cada una. Obsérvese que los restantes pares de RB pueden usarse para transmisiones de PDSCH. La capacidad para asignar diferentes pares de PRB a diferentes células o diferentes puntos de transmisión facilita la coordinación de interferencia de inter-célula o inter-punto para canales de control. Esto es especialmente útil para escenarios de red heterogénea, como se analizará a continuación.

La misma región de control mejorada puede usarse simultáneamente por diferentes puntos de transmisión en una célula o por puntos de transmisión que pertenecen a diferentes células, cuando estos puntos no se ven interferidos altamente unos con respecto a los otros. Un caso típico es el escenario de célula compartida, un ejemplo del cual se ilustra en la Figura 8. En este caso, una macro célula 62 contiene varios pico nodos de potencia inferior A, B, y C en su área 68 de cobertura, teniendo los pico nodos A, B, C (o estando asociados con) la misma señal de sincronización/ID de célula. En los pico nodos que están geográficamente separados, como es el caso con los pico nodos B y C en la Figura 8, puede reutilizarse la misma región de control mejorada, es decir, los mismos PRB usados para el ePDCCH. Con este enfoque, la capacidad de canal de control total en la célula compartida aumentará, puesto que un recurso de PRB dado se reutiliza, potencialmente múltiples veces, en diferentes partes de la célula. Esto asegura que se obtengan ganancias de división de área. Se muestra un ejemplo en la Figura 9, que muestra que los pico nodos B y C comparten la región de control mejorada mientras que A, debido a su proximidad a tanto B como C, está en riesgo de interferir con los otros pico nodos y por lo tanto se asigna a una región de control mejorada que no es solapante. La coordinación de interferencia entre los pico nodos A y B, o de manera equivalente los puntos de transmisión A y B, en una célula compartida se consigue de esta manera. Obsérvese que en algunos casos, un UE puede necesitar recibir parte de la señalización de canal de control desde la macro célula y la otra parte de la señalización de control desde la pico célula cercana.

Esta división de área y coordinación de frecuencia de canal de control no son posibles con el PDCCH, puesto que el

PDCCH abarca la totalidad del ancho de banda. Además, el PDCCH no proporciona posibilidad para usar precodificación específica de UE puesto que se basa en el uso de CRS para demodulación.

La Figura 10 muestra un ePDCCH que se divide en múltiples grupos y se mapea a una de las regiones de control mejoradas. Esto representa una transmisión "localizada" del ePDCCH, puesto que todos los grupos que componen el mensaje de ePDCCH se agrupan juntos en frecuencia. Obsérvese que estos múltiples grupos son similares a los CCE en el PDCCH, pero no están necesariamente compuestos de los mismos números de RE. También obsérvese que, como se observa en la Figura 10, la región de control mejorada no se inicia en el símbolo de OFDM cero. Esto es para adaptar la transmisión simultánea de un PDCCH en la subtrama. Sin embargo, como se ha mencionado anteriormente, puede haber tipos de portadora en versiones de LTE futuras que no tienen un PDCCH en absoluto, caso en el que la región de control mejorada podría iniciar desde el símbolo de OFDM cero en la subtrama.

Mientras que la transmisión localizada del ePDCCH ilustrado en la Figura 10 posibilita precodificación específica de UE, que es una ventaja sobre el PDCCH convencional, en algunos casos puede ser útil poder transmitir un canal de control mejorado de una manera de cobertura de área ancha difundida. Esto es particularmente útil si el eNB no tiene información fiable para realizar precodificación hacia un cierto UE, caso en el que una transmisión de cobertura de área ancha puede ser más robusta. Otro caso donde la transmisión distribuida puede ser útil es cuando el mensaje de control particular se pretende para más de un UE, puesto que en este caso no puede usarse precodificación específica de UE. Este es el enfoque general tomado para transmisión de la información de control común usando PDCCH (es decir en el espacio de búsqueda común (CSS)).

Por consiguiente, puede usarse una transmisión distribuida a través de regiones de control mejoradas, en lugar de la transmisión localizada mostrada en la Figura 10. Un ejemplo de transmisión distribuida del ePDCCH se muestra en la Figura 11 donde las cuatro partes que pertenecen al mismo ePDCCH están distribuidas entre las regiones de control mejoradas.

3GPP ha acordado que debería soportarse tanto la transmisión localizada como la distribuida de un ePDCCH, correspondiendo estos dos enfoques en general a las Figuras 10 y 11, respectivamente. Cuando se usa transmisión distribuida, entonces también es beneficioso si puede conseguirse diversidad de antena para maximizar el orden de diversidad de un mensaje de ePDCCH. Por otra parte, en ocasiones únicamente está disponible calidad de canal de banda ancha e información de precodificación de banda ancha en el eNB, caso en el que podría ser útil realizar una transmisión distribuida pero con precodificación de banda ancha específica de UE.

Varios problemas se refieren al uso del ePDCCH. Por ejemplo, si un ePDCCH basado en transmisión distribuida se mapea a todos los pares de PRB que se han configurado para el UE, entonces hay actualmente un problema de que los recursos sin uso en estos pares de PRB no pueden usarse simultáneamente para transmisión de PDSCH. Como resultado, tendrá lugar una tara de canal de control grande en el caso que la fracción de recursos sin uso sea grande. Otro problema sin resolver es cómo manejar las colisiones entre canales de control mejorados y las señales de referencia heredadas tales como CSI-RS, CRS, PRS, PSS, SSS y canales de control heredados tales como PDCCH, PHICH, PCFICH y PBCH.

Más en general, los desafíos restantes incluyen cómo diseñar el espacio de búsqueda para recepción de ePDCCH de una manera eficaz, de modo que tanto el ePDCCH localizado como distribuido (o precodificación específica de UE y transmisión de diversidad) puedan soportarse de manera flexible para diferentes transmisiones de ePDCCH.

COMPENDIO

Un problema que surge con el uso de ePDCCH es que cuando los RE en un par de PRB usado para transmisión de los ePDCCH colisionan con transmisiones de diversas señales de referencia, tales como CRS, CSI-RS, PSS, SSS, PBCH o PRS, entonces puede tener lugar la perforación del ePDCCH. Adicionalmente, el símbolo de OFDM de comienzo a usarse para llevar el ePDCCH en una subtrama dada podría configurarse para que sea diferente del primer símbolo de OFDM en la subtrama, puesto que los primeros $n=1, 2, 3,$ o 4 símbolos de OFDM contienen los canales de control heredados. En ambos casos, se eliminan eficazmente los RE de los eREG, y el número disponible de los RE dentro de cada eREG que puede usarse para transmisión de los símbolos de ePDCCH modulados en un ePDCCH es menor que el caso no perforado nominal. Para mantener un nivel consistente de rendimiento, esta perforación debe compensarse con adaptación de enlace, ajustando el nivel de agregación para el ePDCCH transmitido. Puesto que el nivel de perforación puede depender del número de subtrama, un ePDCCH dado puede requerir diferentes niveles de agregación en diferentes subtramas, incluso cuando la carga útil de DCI y condiciones de canal sean las mismas.

Según varias realizaciones detalladas a continuación, el conjunto disponible de niveles de agregación depende del nivel de perforación en la subtrama, es decir, el número de RE disponible, y es conocido para el eNB y UE. El nivel de perforación puede variar de una subtrama a otra, y por lo tanto el conjunto disponible de niveles de agregación puede variar también de una subtrama a la siguiente.

Un método de ejemplo según algunas realizaciones se implementa en un extremo de transmisión de un enlace, por ejemplo, en un eNB en un sistema inalámbrico de LTE. Este método para transmitir información de control puede

iterarse para cada una de varias subtramas en las que ha de agregarse una pluralidad de subconjuntos no solapantes de elementos de recursos, por ejemplo, eREG o eCCES, en al menos un bloque de recursos de tiempo-frecuencia, por ejemplo, un par de PRB, para transmitir la información de control de enlace descendente.

5 El método de ejemplo comienza determinando miembros de un conjunto de niveles de agregación usables para agregar los subconjuntos no solapantes de elementos de recursos para transmitir Información de control de enlace descendente. Esta determinación está basada en un nivel de perforación a usarse para la transmisión de la información de control de enlace descendente. El nivel de perforación determina el número de RE disponibles para transmisión de ePDCCH. Por lo tanto, por ejemplo, puede usarse un primer conjunto de niveles de agregación
10 cuando el nivel de perforación es menor que el 50 %, mientras que puede usarse un segundo conjunto de niveles de agregación cuando el nivel de perforación es mayor o igual que el 50 %. Como se sugiere por los ejemplos detallados dados anteriormente, estos conjuntos pueden solapar en algunos casos, en que varios niveles de agregación se hallan en ambos conjuntos. En otras realizaciones, sin embargo, estos conjuntos pueden ser completamente disjuntos.

15 La información de control de enlace descendente para la subtrama dada se mapea a uno o más subconjuntos no solapantes de elementos de recursos en el al menos un bloque de recursos de tiempo-frecuencia, según un nivel de agregación seleccionado a partir del conjunto determinado. La información de control de enlace descendente para la subtrama dada se transmite a continuación, en el uno o más subconjuntos no solapantes. Los subconjuntos no
20 solapantes de elementos de recursos pueden ser CCE, eCCE, y/o eREG, en algunas realizaciones, pero pueden usarse también otras agrupaciones o nombres para agrupaciones.

En varias realizaciones este método se repite para cada una de varias subtramas. Como se ha indicado anteriormente, la perforación puede diferenciarse de una subtrama a otra. Por consiguiente, el conjunto de niveles
25 de agregación usable en una subtrama puede diferenciarse del conjunto de niveles de agregación usable en la siguiente subtrama, dependiendo del nivel de perforación que existe en la siguiente subtrama.

Como se ha sugerido anteriormente, en algunas realizaciones el nivel de perforación a usarse para la transmisión de la información de control de enlace descendente en una subtrama dada depende de un número de señales de referencia a transmitirse en el al menos un bloque de recursos de tiempo-frecuencia en la subtrama. El nivel de perforación puede depender también, o en su lugar, de un número de símbolos de Multiplexación por División de Frecuencia Ortogonal (OFDM) reservados exclusivamente para información de control en el al menos un bloque de recursos de tiempo-frecuencia.

30 Otras realizaciones de ejemplo incluyen un método complementario para recibir información de control de enlace descendente en un sistema de comunicación de radio, es decir, según se implementa por un nodo de recepción en el extremo opuesto de un enlace de radio desde un nodo que implementa el método anteriormente resumido. Como era el caso para el método anteriormente resumido, este método puede iterarse para cada una de varias subtramas en las que se agrega una pluralidad de subconjuntos no solapantes de elementos de recursos, por ejemplo, eREG o eCCES, en al menos un bloque de recursos de tiempo-frecuencia, por ejemplo, un par de PRB, para una transmisión
40 recibida de la información de control de enlace descendente.

Este método de ejemplo comienza con la determinación de miembros de un conjunto de niveles de agregación usable para agregar los subconjuntos no solapantes de elementos de recursos para la transmisión recibida de la información de control de enlace descendente. Esta determinación está basada en un nivel de perforación a usarse para la transmisión recibida de la primera información de control de enlace descendente, es decir, basándose en el número de los RE disponibles para ePDCCH, y usa la misma regla o reglas usadas por el extremo de transmisión del enlace. La información de control de enlace descendente se recibe des-mapeando la información de control de enlace descendente desde uno o más subconjuntos no solapantes de elementos de recursos en el al menos un bloque de recursos de tiempo-frecuencia, según un nivel de agregación seleccionado a partir del conjunto determinado.

Como era el caso con el método previamente resumido, la perforación a usarse para transmisiones del ePDCCH puede variar de una subtrama a otra. Por consiguiente, en algunas realizaciones del método ilustrado, las operaciones anteriores son seguidas por una segunda iteración, para una segunda subtrama, en la que se determinan los miembros de un segundo conjunto de niveles de agregación, basándose en un nivel de perforación a usarse para una transmisión recibida de segunda información de control de enlace descendente en la segunda subtrama, donde el segundo conjunto de niveles de agregación se diferencia del primer conjunto. La segunda información de control de enlace descendente se recibe a continuación des-mapeando la segunda información de control de enlace descendente desde uno o más segundos subconjuntos no solapantes de elementos de recursos en el al menos un bloque de recursos de tiempo-frecuencia, según un nivel de agregación seleccionado desde el segundo conjunto determinado.

El nivel de perforación a usarse para las transmisiones recibidas puede depender de un número de señales de referencia en el al menos un bloque de recursos de tiempo-frecuencia en cada subtrama, en algunas realizaciones. En estas o en otras realizaciones, el nivel de perforación puede depender de un número de símbolos de OFDM

reservados exclusivamente para información de control en el al menos un bloque de recursos de tiempo-frecuencia.

Otras realizaciones relacionadas incluyen métodos para transmitir información de control de enlace descendente en un sistema de comunicación de radio, mediante el cual las transmisiones localizadas y distribuidas de mensajes de canal de control pueden utilizar el mismo par o pares de PRB. Un método de ejemplo incluye transmitir un primer mensaje de control a un primer equipo de usuario (UE) usando un primer par de PRB, donde el primer mensaje de control se divide entre dos o más primeros subconjuntos no solapantes de elementos de recursos, al menos uno de los cuales es en el primer par de PRB. Estos dos o más primeros subconjuntos no solapantes de elementos de recursos se agregan de una manera localizada en frecuencia dentro de al menos el primer par de PRB, y los símbolos en estos dos o más primeros subconjuntos no solapantes de elementos de recursos se transmiten usando un único puerto de antena. El método incluye adicionalmente transmitir simultáneamente un segundo mensaje de control a un segundo UE, usando también el primer par de PRB, donde el segundo mensaje de control se divide entre dos o más segundos subconjuntos no solapantes de elementos de recursos, al menos uno de los cuales es en el primer par de PRB. En este caso, los dos o más segundos subconjuntos no solapantes de elementos de recursos se agregan en una manera distribuida en frecuencia a través del primer par de PRB y uno o más pares de PRB adicionales, y los símbolos en al menos dos de los dos o más segundos subconjuntos no solapantes de elementos de recursos se transmiten usando diferentes puertos de antena. Estos diferentes puertos de antena incluyen el puerto de antena única usado para transmitir los símbolos en los dos o más primeros subconjuntos no solapantes de elementos de recursos.

Por supuesto, las técnicas, sistemas y aparatos descritos en la presente memoria no están limitados a las características y ventajas anteriores. De hecho, los expertos en la técnica reconocerán características y ventajas adicionales tras leer la siguiente descripción detallada, y tras revisar los dibujos adjuntos.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La Figura 1 ilustra la cuadrícula de recursos de tiempo-frecuencia de una señal de OFDM.

La Figura 2 ilustra una subtrama de una señal de LTE con un símbolo de OFDM de señalización de control.

La Figura 3 ilustra un mapeo de ejemplo de símbolos de referencia específicos de UE a un par de PRB.

La Figura 4 ilustra el mapeo de un CCE a la región de control de una subtrama de LTE.

La Figura 5 ilustra la agregación de CCE en mensajes de canal de control.

La Figura 6 ilustra un espacio de búsqueda de ejemplo.

La Figura 7 ilustra el mapeo de una región de canal de control mejorado de ejemplo para una subtrama de LTE.

La Figura 8 ilustra una red heterogénea de ejemplo.

La Figura 9 ilustra una asignación de ePDCCH a pico nodos en una red heterogénea.

La Figura 10 ilustra el mapeo localizado de un ePDCCH a una región de control mejorado.

La Figura 11 ilustra el mapeo distribuido de un ePDCCH a regiones de control mejoradas.

La Figura 12 ilustra un ejemplo red de comunicaciones radio en el que pueden aplicarse varias de las técnicas actualmente descritas.

La Figura 13 ilustra un mapeo de ejemplo de eREG y puertos de antena a un par de PRB.

La Figura 14 muestra una posible asociación de puertos de antena a eREG para el mapeo de ejemplo de la Figura 13.

La Figura 15 muestra otra posible asociación de puertos de antena a eREG para el mapeo de ejemplo de la Figura 13.

La Figura 16 ilustra un ejemplo de asociaciones de puerto de antena para transmisión de diversidad para un par de PRB de ejemplo que incluye ocho eREG y cuatro puertos de antena.

La Figura 17 ilustra un ejemplo de asociaciones de puerto de antena para transmisión de precodificación específica de UE para un par de PRB de ejemplo que incluye ocho eREG y cuatro puertos de antena.

La Figura 18 ilustra un ejemplo de asociaciones de puerto de antena para tanto transmisión de diversidad como transmisión de precodificación específica de UE en un único par de PRB.

La Figura 19 ilustra una representación bidimensional de un espacio de búsqueda que incluye tanto agregaciones localizadas como distribuidas de CCE.

La Figura 20 muestra elementos de una red inalámbrica de ejemplo donde un UE puede recibir transmisión de ePDCCH desde uno o ambos de los dos nodos.

La Figura 21 es otra representación de un espacio de búsqueda, donde los pares de PRB en el espacio de búsqueda se dividen en dos grupos.

Las Figuras 22-26 ilustran otros ejemplos de espacios de búsqueda de dos grupos.

La Figura 27 es un diagrama de flujo del proceso que ilustra un método de ejemplo para transmitir información de control.

La Figura 28 es un diagrama de flujo del proceso que ilustra un método de ejemplo para recibir información de control.

La Figura 29 es un diagrama de bloques de una estación base de ejemplo para llevar a cabo una o más de las técnicas descritas presente memoria.

La Figura 30 es un diagrama de bloques de un equipo de usuario (UE) de ejemplo adaptado para llevar a cabo una o más de las técnicas descritas en la presente memoria.

La Figura 31 es un diagrama de flujo de proceso que ilustra otro método de ejemplo para transmitir información de control.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

En el análisis que sigue, se exponen detalles específicos de realizaciones particulares de las técnicas y aparatos actualmente descritos para fines de explicación y no de limitación. Se apreciará por los expertos en la técnica que pueden emplearse otras realizaciones sin estos detalles específicos. Adicionalmente, en algunos casos las descripciones detalladas de los métodos, nodos, interfaces, circuitos, y dispositivos bien conocidos se omiten para no oscurecer la descripción con detalle innecesario. Los expertos en la técnica apreciarán que las funciones descritas pueden implementarse en uno o en varios nodos. Algunas o todas las funciones descritas pueden implementarse usando circuitería de hardware, tal como puertas lógicas analógicas y/o discretas interconectadas para realizar una función especializada, ASIC, PLA, etc. Análogamente, alguna o todas las funciones pueden implementarse usando programas de software y datos en conjunto con uno o más microprocesadores u ordenadores digitales de fin general. Donde se describen nodos que comunican usando la interfaz aérea, se apreciará que estos nodos también tienen circuitería de comunicaciones de radio adecuada. Además, la tecnología puede considerarse adicionalmente que se incorpora completamente dentro de cualquier forma de memoria legible por ordenador, incluyendo realizaciones no transitorias tales como memoria de estado sólido, disco magnético, o disco óptico que contienen un conjunto apropiado de instrucciones informáticas que provocarían que un procesador llevara a cabo las técnicas descritas en la presente memoria.

Las implementaciones de hardware pueden incluir o abarcar, sin limitación, hardware de procesador de señales digitales (DSP), un procesador de conjunto de instrucciones reducido, circuitería de hardware (por ejemplo, digital o analógica) que incluye pero no se limita a circuito o circuitos integrados específicos de la aplicación (ASIC) y/o campo o campos de matrices de puertas programables (FPGA), y (donde sea apropiado) máquinas de estado que pueden realizar tales funciones.

En términos de implementación informática, un ordenador se entiende en general que comprende uno o más procesadores o uno o más controladores, y los términos ordenador, procesador, y controlador pueden emplearse de manera intercambiable. Cuando se proporcionan por un ordenador, procesador, o controlador, las funciones pueden proporcionarse por un único ordenador o procesador o controlador especializado, por un único ordenador o procesador o controlador compartido, o por una pluralidad de ordenadores o procesadores o controladores individuales, algunos de los cuales pueden compartirse o distribuirse. Además, el término “procesador” o “controlador” también se refiere a otro hardware que puede realizar tales funciones y/o ejecutar software, tal como el hardware de ejemplo anteriormente indicado.

Las referencias a través de toda la memoria descriptiva a “una realización” o “realización” significan que un rasgo, estructura o característica descrita en relación con una realización está incluido en al menos una realización de la presente invención. Por lo tanto, la aparición de la frase “en una realización” en diversos lugares a través de toda la memoria descriptiva no hacen referencia todas necesariamente la misma realización. Además, los rasgos, estructuras o características particulares pueden combinarse en cualquier manera adecuada en una o más realizaciones.

Haciendo referencia una vez más de nuevo a los dibujos, la Figura 12 ilustra una red 10 de comunicación móvil ejemplar para proporcionar servicios de comunicación inalámbrica a las estaciones 100 móviles. Se muestran tres estaciones 100 móviles, que se denomina como “equipo de usuario” o “UE” en terminología de LTE, en la Figura 10. Las estaciones 100 móviles pueden comprender, por ejemplo, teléfonos celulares, asistentes digitales personales, teléfonos inteligentes, ordenadores portátiles, ordenadores portables u otros dispositivos con capacidades de comunicación inalámbricas. Debería observarse que las expresiones “estación móvil” o “terminal móvil,” como se usan en la presente memoria, hacen referencia a un terminal que opera en una red de comunicación móvil y no implican necesariamente que el mismo terminal sea móvil o movable. Por lo tanto, los términos pueden hacer referencia a terminales que están instalados en configuraciones fijas, tal como en ciertas aplicaciones de máquina a máquina, así como a dispositivos portátiles, dispositivos instalados en vehículos a motor, etc.

La red 10 de comunicación móvil comprende una pluralidad de áreas o sectores 12 de célula geográfica. Cada área o sector 12 de célula geográfica es servido por una estación 20 base, que se denomina en general en LTE como un Nodo B evolucionado (eNodo B). Una estación 20 base puede proporcionar servicio en múltiples áreas o sectores 12 de célula geográfica. Las estaciones 100 móviles reciben señales desde la estación 20 base en uno o más canales de enlace descendente (DL), y transmiten señales a la estación 20 base en uno o más canales de enlace ascendente (UL).

Para fines de ilustración, se describirán varias realizaciones en el contexto de contexto de E-UTRAN, también denominada como LTE. Debería entenderse que los problemas y soluciones descritos en la presente memoria son igualmente aplicables a redes de acceso y equipo de usuario (UE) inalámbricos que implementan otras tecnologías de acceso y normas. LTE se usa como una tecnología de ejemplo donde la invención es adecuada, y usar LTE en la descripción por lo tanto es particularmente útil para entender el problema y soluciones que resuelven el problema. Los expertos en la técnica apreciarán, sin embargo, que las técnicas descritas actualmente pueden ser aplicables más en general a otros sistemas de comunicación inalámbrica, incluyendo, por ejemplo, sistemas WiMax (IEEE 802.16). El uso de terminología de LTE para describir las diversas realizaciones detalladas a continuación por lo

tanto no debería observarse como limitando a esta tecnología particular.

Como se ha indicado anteriormente, 3GPP ha acordado que tanto la transmisión distribuida como la localizada de un ePDCCH debería soportarse en versiones próximas de las normas para LTE, correspondiendo estos dos enfoques en general a las Figuras 10 y 11, respectivamente. Cuando se usa transmisión distribuida, entonces esta es también en general beneficiosa si puede conseguirse la diversidad de antena para maximizar el orden de diversidad de un mensaje de ePDCCH. Por otra parte, en ocasiones únicamente está disponible calidad de canal de banda ancha e información de precodificación de banda ancha en el eNB, caso en el que podría ser útil realizar una transmisión distribuida pero con precodificación de banda ancha específica de UE.

Como la versión 11 de las especificaciones de LTE, el canal de control mejorado usará RS específica de UE (por ejemplo, como se muestra en la Figura 3) como la referencia para demodulación. Un ePDCCH dado usará uno, algunos o todos los puertos de antena 7, 8, 9 y 10 para demodulación, dependiendo del número de puertos de antena necesarios en un par de RB.

Cada par de PRB usado para el canal de control mejorado puede dividirse en diversos grupos de recursos de tiempo-frecuencia, indicados grupos de elementos de recursos (eREG) mejorados o ampliados, o CCE mejorados (eCCE). En transmisión localizada de ePDCCH, cada grupo de recursos de tiempo-frecuencia está asociado con una RS única del conjunto de RS específicas de UE, o de manera equivalente puerto de antena, que está localizado en el mismo RB o par de RB. Por ejemplo, cuando un UE demodula la información en un eREG dado del RB o par de RB, usa la RS/puerto de antena asociado con ese eREG. Adicionalmente, cada recurso en un RB o par de RB puede asignarse de manera independiente a los UE.

La Figura 13 muestra un ejemplo de una posible agrupación, que ilustra un par de RB de enlace descendente con cuatro grupos de elementos de recursos mejorados (eREG), consistiendo cada eREG en 36 RE. Cada eREG está asociado con un puerto de antena (AP). En este ejemplo, cada AP está asociado con dos eREG. Los puertos de antena que usan los mismos elementos de recursos (por ejemplo, los puertos 7 y 8) se hacen ortogonales por el uso de códigos de cubierta ortogonal (OCC).

La Figura 14 ilustra una asociación de AP a eREG para el ejemplo de la Figura 13. En este punto puede observarse que eREG 1 y eREG 3 están cada uno asociados con AP 7, mientras que eREG2 y eREG4 está cada uno asociado con AP 9. Cuando un UE demodula parte de un ePDCCH transmitido en eREG1, por ejemplo, usará la RS asociada con el con AP 7 para demodulación. Cuando un UE demodula un ePDCCH transmitido en eREG1 y eREG2, usará tanto AP7 y AP9 para demodulación de la parte correspondiente del mensaje de ePDCCH. De esta manera, puede obtenerse diversidad de antena para el ePDCCH si están disponibles múltiples antenas en el eNB y si AP7 y AP9 se mapean a diferentes antenas.

Obsérvese que incluso si se usan múltiples RS ortogonales en el RB o par de RB, hay únicamente una única capa de datos de control transmitida. Como puede observarse en la Figura 14, es posible que se use más de un eREG usando un AP dado, que es posible puesto que los eREG son ortogonales en la cuadrícula de OFDM de tiempo-frecuencia. Haciendo referencia de nuevo a las Figuras 13 y 14, por ejemplo, eREG1 y eREG3 están asociados con el mismo puerto de antena y por lo tanto se transmiten con el mismo vector de precodificación. Obsérvese que si un ePDCCH dado usa todos los eREG en un par de PRB configurado según las Figuras 13 y 14, entonces puede conseguirse diversidad de antena o diversidad de haz de precodificación. Esto puede ser útil en el caso de que el vector de precodificación preferido sea desconocido en el lado de la estación base, o si el mensaje de control llevado por el ePDCCH se pretende para múltiples UE (por ejemplo un canal de control común).

Como alternativa, si el ePDCCH usa todos los eREG en un par de PRB y la estación base elige realizar precodificación a un único UE, es decir, con el mismo precodificador aplicado a todos los eREG en el par de PRB, entonces únicamente necesita usarse un puerto de antena y puede a continuación aplicarse precodificación específica de UE a la totalidad del mensaje de ePDCCH. El diagrama de nodo relacionado para este escenario se muestra en la Figura 15, que ilustra una asociación de AP a eREG en el caso que todos los eREG se estén usando para el mismo UE y por lo tanto únicamente el AP7 necesita usarse (AP9 está sin uso).

La información de control puede transmitirse en cada grupo de recursos de tiempo-frecuencia, o eREG. La información de control en un eREG dado puede consistir en, pero no se limita a, todo o parte de un PDCCH mejorado, todo o parte de un CCE, o todo o parte de un PHICH mejorado o PBCH mejorado. Si el recurso/eREG es demasiado pequeño para contener un PDCCH mejorado total, CCE, PHICH o PBCH, puede transmitirse una fracción en el eREG y la porción restante en otros eREG, en el mismo RB o par de RB o en pares de RB en cualquier otra parte en la misma subtrama.

Si un ePDCCH para transmisión distribuida se mapea a todos los pares de PRB que se han configurado para el UE, entonces es un problema, según los acuerdos del 3GPP actuales, esos recursos sin uso en estos pares de PRB no puedan usarse simultáneamente para transmisión de PDSCH. Como resultado, tendrá lugar una gran tara de canal de control en el caso que la fracción de recursos sin uso sea grande. Otro problema es cómo manejar las colisiones entre canales de control mejorados y las señales de referencia heredadas tales como CSI-RS, CRS, PRS, PSS,

SSS y canales de control heredados tales como PDCCH, PHICH, PCFICH y PBCH.

Como se ha indicado anteriormente, un problema más general es cómo diseñar el espacio de búsqueda para recepción de ePDCCH de una manera eficaz, de modo que pueda soportarse tanto el ePDCCH localizado como distribuido de manera flexible (o precodificación específica de UE y transmisión de diversidad) para diferentes transmisiones de ePDCCH. Por lo tanto, es un problema cómo un CCE u otro grupo de recursos de tiempo-frecuencia puede usarse para cualquiera de transmisión localizada o transmisión distribuida sin necesidad de reconfiguración de RRC. En otras palabras, es un problema cómo tener uso flexible de un CCE u otro grupo de recursos de tiempo-frecuencia sin configurar cada uno de manera semi-estáticamente para que sea de uno o del otro tipo.

Es un problema adicional cómo definir el espacio de búsqueda de modo que el UE pueda recibir el ePDCCH desde más de un punto de transmisión de una manera transparente, y posiblemente con únicamente baja capacidad de enlace de retroceso entre los puntos de transmisión, que implica que únicamente es posible coordinación de ePDCCH semi-estática entre estos puntos de transmisión.

Según diversas realizaciones, ejemplos de las cuales se describen a continuación, los pares de PRB configurados para su uso al transmitir y recibir un ePDCCH (es decir, los pares de PRB que componen un espacio de búsqueda del UE) se dividen en uno o más grupos de pares de PRB, donde:

- Un ePDCCH dado se mapea a elementos de recursos dentro de uno de tal grupo únicamente;
- La asociación entre CCE, eREG, u otro grupo de recursos de tiempo-frecuencia está dispuesta de modo que puede usarse de manera flexible un grupo particular de recursos de tiempo-frecuencia para cualquiera de precodificación específica de UE o diversidad de transmisión, dependiendo de la configuración y/o dependiendo de si el espacio de búsqueda donde se recibe el ePDCCH es común o específico de UE; y
- Puede recibirse transmisión de ePDCCH localizada y distribuida dentro de un grupo dependiendo de cómo se realice la agregación de recursos dentro del grupo.

En algunas realizaciones, un espacio de búsqueda común puede mapearse a únicamente uno de los grupos de pares de PRB; este grupo podría llamarse el grupo primario. La localización del grupo primario puede señalizarse al UE en uno de los bloques de información, tales como el MIB transmitido en el PBCH. Este grupo primario podría usarse para acceso inicial al sistema y para acceso a CSS en una portadora independiente que no tiene PDCCH heredado transmitido.

En algunas realizaciones, el tamaño de un grupo en términos de número de pares de PRB depende del nivel de perforación y puede diferenciarse de subtrama a subtrama. En otras realizaciones más, pueden agruparse grupos de recursos dentro de un par o pares de PRB dados, es decir, agregarse, de una manera que dependa del nivel de perforación para los pares de PRB.

Estas y otras características de diversas realizaciones se describirán ahora adicionalmente.

Para proporcionar transmisión de ePDCCH a un UE dado, un número K_{ePDCCH} de pares de PRB de un total de K' pares de PRB disponibles para el UE están configurados para el UE. (K' puede ser el número de pares de PRB en el ancho de banda de sistema para esa portadora particular o un ancho de banda específico de UE en términos de número de pares de PRB dentro de la portadora). En otras palabras, se informa al UE de que un conjunto particular de K_{ePDCCH} pares de PRB están asignados para el uso de canal de control mejorado.

Como se ha indicado anteriormente, los elementos de recursos en los pares de PRB pueden agruparse en uno o más conjuntos de grupos no solapantes de elementos de recursos. Por lo tanto, por ejemplo, el número total de elementos de canal de control (CCE) disponibles en la región de control mejorada para un UE puede ser $N_{CCE-ePDCCH}$; estos CCE se mapean a elementos de recursos en los K_{ePDCCH} pares de PRB de una manera especificada que es conocida tanto en el eNB como en el UE.

Los elementos de recursos (RE) disponibles en cada par de PRB pueden dividirse adicionalmente en subconjuntos no solapantes de RE, que pueden llamarse grupos de elementos de recursos ampliados (eREG) o CCE mejorado (eCCE), o similares. En la siguiente descripción en esta memoria descriptiva, el término "eREG" se usará para hacer referencia a un subconjunto de este tipo pero se apreciará que "eCCE" o cualquier otro nombre puede usarse en su lugar para indicar un subconjunto de RE de este tipo. En un ejemplo, un par de PRB se divide en ocho eREG, donde cada eREG contiene 18 RE, un total de 144 RE. Un par de PRB en una subtrama con prefijo cíclico normal contiene 168 RE y los restantes 24 RE en el par de PRB contienen las señales de referencia de demodulación (DMRS), en forma del puerto de antena 7, 8, 9 y 10. En otro ejemplo, cada eREG contiene 9 RE. En este caso, un par de PRB contiene 16 eREG, además de los 24 RE reservados para la DMRS. Son posibles otros tamaños y disposiciones de los eREG.

Como se ha indicado anteriormente en la sección de antecedentes, cuando se usa precodificación específica de UE de un ePDCCH, cada eREG está asociado con un puerto de antena y los correspondientes símbolos de referencia

en el mismo par de PRB como el eREG. Cuando un UE demodula un ePDCCH que usa ese eREG, los símbolos de referencia para el puerto de antena asociado se usan para estimación de canal. Por lo tanto, la asociación de puerto de antena es implícita. Cuando un ePDCCH se mapea a múltiples eREG dentro del mismo par de PRB, entonces múltiples puertos de antena pueden asociarse con estos eREG. Dependiendo de si está configurada precodificación específica de UE o diversidad de transmisión para este ePDCCH, únicamente puede usarse un subconjunto de estos puertos de antena asociados para demodular el ePDCCH. Como un ejemplo, cuando se usa precodificación específica de UE, entonces únicamente puede usarse uno de estos AP asociados por el UE y si se usa transmisión de diversidad, entonces pueden usarse dos.

Un ejemplo de asociación de puerto de antena para una configuración donde cada par de PRB incluye 8 eREG se muestra en la Figura 16. En este ejemplo, los 8 eREG del par de PRB se mapean a cuatro puertos de antena y se agrupan en varios ePDCCH. En este ejemplo, un primer ePDCCH incluye el eREG 1 y 2, donde eREG 1 se mapea a AP7 y eREG 2 se mapea a AP8. (Obsérvese que este mismo ePDCCH puede incluir los eREG en pares de PRB adicionales también). Se obtiene la diversidad de puerto de antena para este ePDCCH puesto que los dos eREG usados se transmiten mediante dos diferentes puertos de antena. En el mismo PRB, otro ePDCCH usa los eREG 5-8 y consigue diversidad doble por el uso del puerto de antena 9 y 10.

Dado el mismo par de PRB, podría usarse como alternativa precodificación específica de UE, caso en el que únicamente un único AP está asociado con cada grupo de eREG que pertenece al mismo ePDCCH dentro del par de PRB. Un ejemplo de esto se muestra en la Figura 17, donde se muestran asociaciones de puerto de antena para transmisión de precodificación específica de un PRB de ejemplo que de nuevo incluye ocho eREG y cuatro puertos de antena. Un ePDCCH incluye los eREG 1 y 2, que ambos están mapeados a AP7. Otro ePDCCH incluye los eREG 3 y 4, que están mapeados a AP8. Otro ePDCCH más incluye los eREG 5, 6, 7 y 8, que todos están mapeados a AP9.

Puede observarse que en los ejemplos dados en las Figuras 16 y 17, cada eREG en el conjunto inferior de cuatro eREG en cada caso está asociado a cualquiera de AP9 o AP10, mientras que cada eREG en el conjunto superior está asociado a cualquiera de AP7 o AP8. Por lo tanto, dos conjuntos independientes y multiplexados por división de frecuencia de puertos de antena están asociados de manera separada con los conjuntos superior e inferior de los eREG. Esto hace posible tener diferentes modos de transmisión (precodificación específica de UE o diversidad) que se aplican a las agrupaciones de eREG en los conjuntos superior e inferior. Por lo tanto, por ejemplo, es posible mapear los eREG 1-4 a AP7 y AP8 de la manera mostrada en la Figura 16, para conseguir diversidad de antena para los correspondientes ePDCCH, mientras se usa simultáneamente el mapeo mostrado en la Figura 17 para los eREG 5-8, para utilizar precodificación específica de UE para el correspondiente ePDCCH.

Un problema con esta disposición, sin embargo, es que si el CCE que se mapea a los eREG 1 y 2 está usando diversidad entonces los eREG 3 y 4 también usarán diversidad. Lo mismo se cumple para precodificación específica de UE. Por consiguiente, sería beneficioso tener incluso más flexibilidad entre transmisión específica de UE y diversidad dentro del mismo par de PRB. Una solución se proporciona en la realización descrita a continuación.

Dada una asociación entre los eREG y los AP como la mostrada en la Figura 16 y en la Figura 17 anteriores, una primera realización proporciona la flexibilidad para tener tanto precodificación específica de UE como transmisión de diversidad en el mismo par de PRB, posibilitándolas que coexistan en el mismo conjunto de eREG (conjuntos superior e inferior respectivamente). Un ejemplo de esto se muestra en la Figura 18, que ilustra asociaciones de puerto de antena para tanto precodificación específica de UE como transmisión de diversidad en el mismo par de PRB. Más específicamente, en el ejemplo de la Figura 18, el ePDCCH que usa los eREG 1 y 2 está usando precodificación específica de UE y por lo tanto únicamente un puerto de antena, mientras que el ePDCCH que usa los eREG 3 y 4 está usando transmisión de diversidad. Puesto que los eREG 1 y 2 están usando precodificación específica de UE, se selecciona el vector de precodificación usado para AP 7 para proporcionar ganancia de precodificación hacia el UE que recibe el ePDCCH en los eREG 1 y 2. Para el ePDCCH que usa los eREG 3 y 4, el vector de precodificación de AP 7 por lo tanto ya se ha determinado. Pero, puede obtenerse diversidad de puerto de antena si el eNB selecciona el vector de precodificación para AP 8 para que sea diferente del usado para AP 7. Preferiblemente este es un vector de precodificación que es ortogonal al usado por AP 7.

Con esta disposición, el par de PRB puede dividirse en ocho eREG que pueden usarse libremente para cualquiera de diversidad o precodificación específica de UE para grupos de dos eREG. Debería observarse también que cada par de dos eREG consiste en 36 RE, en este ejemplo, que equivale al tamaño de un CCE convencional. Por lo tanto, para cada CCE mapeado a un par de PRB, puede usarse cualquiera de precodificación específica de UE o transmisión de diversidad, y la asociación de puerto de antena puede aún ser implícita basándose en los eREG reales que se usan. Esto elimina la necesidad de señalización de puerto de antena a un UE, que es un beneficio de la solución en esta realización. Esto significa también que si se usa la precodificación específica de UE o la transmisión de diversidad únicamente impacta a un único CCE, y por lo tanto está auto-contenido dentro del CCE. Debería quedar claro que estas ventajas no están limitadas a las definiciones particulares de eREG y CCE usados en los ejemplos ilustrativos anteriormente descritos, sino que pueden aplicarse a otras disposiciones también.

Dado el enfoque anteriormente escrito, el diseño de espacio de búsqueda se vuelve altamente simplificado, puesto

que tanto las transmisiones localizadas como las distribuidas pueden definirse en un conjunto dado de $N_{CCE-ePDCCH}$ CCE, usando diferentes agregaciones de los eREG disponibles. Obsérvese que las transmisiones localizadas usan comúnmente precodificación específica de UE mientras que las transmisiones distribuidas pueden usar cualquiera de transmisión específica de UE o de diversidad, pero de manera frecuente usan transmisión de diversidad. Por consiguiente, el enfoque flexible anteriormente descrito permite tanto precodificación específica de UE como transmisiones de diversidad en el mismo par de PRB que se traduce directamente en una flexibilidad correspondiente con respecto a soportar tanto transmisiones localizadas como transmisiones distribuidas usando eREG en un par de PRB dado.

Como se ha mostrado anteriormente, un UE puede configurarse para usar precodificación específica de UE o transmisión de diversidad con respecto a un ePDCCH, y las transmisiones para un UE dado pueden multiplexarse en el mismo par de PRB, con transmisiones para otros UE, donde cada una de las transmisiones puede configurarse independientemente para transmisión específica de UE o de diversidad. Es entonces un problema adicional cómo definir el espacio de búsqueda para adaptar tanto transmisiones localizadas como distribuidas y transmisiones específicas de UE y con diversidad. Esto se trata en la segunda realización descrita a continuación, segunda realización que puede combinarse ventajosamente con las soluciones anteriormente descritas, o usarse de manera independiente de la misma

Con respecto a esta segunda realización, considérese que la transmisión localizada implica que los eREG y CCE dentro del mismo par de PRB o dentro de como máximo dos pares de PRB están agregados para formar un ePDCCH, mientras que la transmisión distribuida implica que el candidato de ePDCCH consiste en los eREG y CCE agregados para múltiples pares de PRB.

Permitir que los eREG/CCE desde dentro de un par de PRB dado se usen de manera flexible para cualquiera de transmisión localizada como distribuida puede gestionarse, por ejemplo, definiendo una matriz donde cada elemento es un CCE (o eREG o eCCE o cualquier otro nombre que implique un conjunto de RE en el par de PRB) en un par de PRB dado. Mientras que el siguiente análisis supone que un CCE consiste en dos eREG, debería apreciarse que esto es un ejemplo no limitante de solamente una de las posibles agrupaciones de RE.

La Figura 19 ilustra un ejemplo de una matriz de este tipo, para un ejemplo donde el espacio de búsqueda comprende $K_{ePDCCH}=8$ pares de PRB, con 4 CCE por par de PRB definido. Por lo tanto, hay $N_{CCE-ePDCCH}=32$ CCE en este ejemplo. Los índices de los pares usados de PRB son 0, 1, 32, 33, 64, 65, 98 y 99 como se muestra en la Figura 19. Una agregación de CCE a través de dos o más de los pares de PRB, en una dirección horizontal, proporciona una transmisión distribuida. Pueden realizarse transmisiones localizadas usando agregaciones de varios CCE dentro de un único par de PRB, o usando varios CCE dentro de dos pares de PRB adyacentes, donde los CCE se agregan en una dirección generalmente vertical. Por lo tanto, la Figura 19 ilustra un espacio de búsqueda bidimensional que abarca tanto agregaciones localizadas (L) como distribuidas (D) de CCE. Se muestran dos candidatos de ePDCCH con transmisión distribuida en la Figura 19, con $AL=8$ y $AL=2$, respectivamente.

Los CCE disponibles en el espacio de búsqueda para el UE pueden ilustrarse por lo tanto por una matriz de 4×8 , en este ejemplo, donde transmisión distribuida implica agregación de CCE en la dirección horizontal y transmisión localizada implica agregación de CCE en la dirección vertical. El UE está configurado de modo que una transmisión de ePDCCH dada usa cualquiera de transmisión específica de UE o de diversidad, y puede asociar por lo tanto los eREG a los puertos de antena apropiados según la primera realización anteriormente descrita. Esta configuración puede conseguirse por señalización de RRC, en algunas realizaciones. En algunos casos, esta configuración puede ser dependiente de en qué espacio de búsqueda pertenezca el ePDCCH. Por ejemplo, cuando se transmite un ePDCCH en el espacio de búsqueda común, entonces puede suponerse siempre transmisión de diversidad, en algunas realizaciones. Obsérvese que este enfoque también permite que una transmisión distribuida utilice precodificación específica de UE, que es útil si la información de precodificación preferida para un UE dado está disponible en la estación base transmitida pero aún es preferible transmisión de diversidad de frecuencia. Un ejemplo es cuando está disponible precodificación de banda ancha e información de calidad de canal de banda ancha (CQI).

Un problema potencial con la solución anteriormente descrita en la segunda realización es que una transmisión distribuida de $AL=8$ bloquea todas las transmisiones localizadas con $AL>2$. Este problema se trata adicionalmente por una tercera realización descrita a continuación. Esta tercera realización puede combinarse con cualquiera de las anteriores o usarse de manera independiente de las mismas.

Para conseguir la máxima diversidad de frecuencia, un ePDCCH debería mapearse preferiblemente a todos los K_{ePDCCH} pares de PRB configurados para el UE. Se ha acordado en 3GPP que cada vez que un ePDCCH esté usando un par de PRB, entonces el PDSCH no pueda transmitirse en ese par de PRB. Es entonces un problema que cuando únicamente se usan unos pocos de los eREG por par de PRB, que puede ser de manera frecuente el caso cuando la carga del ePDCCH es baja, la mayoría de los eREG estarán entonces vacíos. Esto conduce a tara de canal de control sustancial e innecesaria.

Adicionalmente, es beneficioso que un UE pueda recibir un ePDCCH desde un punto de transmisión dentro de una

célula y otro ePDCCH desde otro punto de transmisión dentro de la misma célula. Por ejemplo, puede transmitirse un espacio de búsqueda común desde un punto de transmisión con alta potencia (macro) mientras que puede transmitirse el espacio de búsqueda específico de UE desde un nodo de baja potencia (en ocasiones denominado un "pico nodo") en la misma célula. La Figura 20 ilustra un ejemplo donde un UE puede recibir transmisión de ePDCCH desde cualquiera de un macro o un pico nodo, de manera simultánea desde ambos nodos. Para conseguir esto, se usan dos grupos de PRB diferentes para los dos nodos.

Otro escenario posible es que se transmitan asignaciones de enlace descendente desde un punto de transmisión mientras que se transmiten concesiones de enlace ascendente desde otro punto de transmisión. En este escenario, como en el anterior, es un problema cómo coordinar, entre los puntos de transmisión, la transmisión de los ePDCCH al mismo UE en la misma subtrama. Esto es especialmente un problema si no está disponible enlace de retroceso rápido, ya que la comunicación rápida entre los nodos de transmisión entonces no es posible. Es un problema adicional en estos escenarios de ejemplo que los niveles de potencias recibidas entre los ePDCCH recibidos desde diferentes puntos de transmisión puedan diferenciar de manera significativa, por ejemplo en 16 dB o más. Esto podría conducir a dificultades al diseñar hardware para recibir estas transmisiones cuando usan elementos de recursos adyacentes, debido a fugas de señal entre elementos de recursos.

Una solución a los problemas anteriormente mencionados de tara de control y recepción de ePDCCH desde diferentes puntos de transmisión es asegurar que cualquier ePDCCH dado se mapee únicamente a un subconjunto de los K_{ePDCCH} pares de PRB configurados. Por ejemplo, estos K_{ePDCCH} pares de PRB podrían dividirse en grupos de pares de PRB de como máximo cuatro pares de PRB cada uno, donde cualquier ePDCCH dado está configurado en uno de estos grupos.

Una carga de señalización de control baja puede por lo tanto asegurar que no se usen todos los K_{ePDCCH} pares de PRB configurados para ePDCCH. En este caso, uno o más de ellos pueden usarse en su lugar para transmisiones de PDSCH, reduciendo por lo tanto la tara de canal de control. Adicionalmente, diferentes puntos de transmisión pueden usar diferentes de estos cuatro grupos de pares de PRB. (Obsérvese que el número cuatro es un ejemplo no limitante). Por lo tanto, no es necesario que un enlace de retroceso rápido coordine la transmisión de los ePDCCH entre puntos de transmisión, ya que los pares de PRB pueden asignarse a los diferentes puntos de transmisión según estos grupos. Esto puede ser una configuración semi-estática que no necesita enlace de retroceso rápido entre puntos de transmisión.

Teniendo transmisiones separadas en grupos de pares de PRB asignados a puntos de transmisión también reduce los problemas potenciales de desequilibrio de potencia de recepción. Obsérvese que puesto que se usa DMRS para demodulación de ePDCCH, el UE no tiene conocimiento de que el ePDCCH en un primer grupo de pares de PRB se transmite desde un punto de transmisión mientras que se transmite un segundo grupo desde un segundo punto de transmisión. Obsérvese también que se supone que el espacio de búsqueda para el UE abarca múltiples grupos.

En una variación de este enfoque, el espacio de búsqueda para cada subtrama está restringido a un grupo de pares de PRB o a un subconjunto de los grupos configurados para el UE. Por lo tanto, el UE busca candidatos de ePDCCH en diferentes grupos, en diferentes subtramas. Por ejemplo, pueden recibirse asignaciones de enlace descendente en algunas subtramas desde un punto de transmisión, usando un grupo de pares de PRB, mientras que se reciben concesiones de enlace ascendente en otra subtrama, desde otro punto de transmisión, usando un grupo de pares de PRB diferente. Esto elimina totalmente la necesidad de recepción de ePDCCH de diferencias de potencia de transmisión grandes en una y la misma subtrama, que es un beneficio que podría simplificar la implementación y coste de hardware.

Un ejemplo del enfoque anteriormente descrito, en el que los pares de PRB se dividen en grupos, se ilustra en la Figura 21, que muestra una serie de matrices que contienen el espacio de búsqueda para un UE. En este ejemplo, cada cuadrado de 4x4 de los CCE corresponde a un grupo de pares de PRB. En este punto, el número de par de PRB {0, 32, 64, 98} pertenece al grupo 1 de pares de PRB y {1, 33, 65, 99} pertenece al grupo 2. Cada par de PRB tiene cuatro CCE en este ejemplo. Se muestra una transmisión AL=8 en el grupo 1 (usando los CCE mostrados con sombreado), mapeados de manera predominante en la dirección horizontal. Esta transmisión de AL=8 usa dos CCE por par de PRB, y abarca cuatro pares de PRB. Por lo tanto, la transmisión de AL=8 está distribuida, pero confinada dentro de un grupo de pares de PRB. Adicionalmente, el grupo 2 en este ejemplo se usa para una transmisión de AL=8 localizada (mapeado predominantemente de manera vertical) y una transmisión de AL=2 distribuida (mapeado de manera horizontal).

Obsérvese que si únicamente se transmite el ePDCCH mostrado en el grupo 1 en la subtrama, entonces todos los pares de PRB del grupo 2 están sin uso y pueden por lo tanto usarse para transmisiones de PDSCH. Esto no es posible si una transmisión de AL=8 de ePDCCH abarca todos los 8 pares de PRB (es decir, usando un CCE/par de PRB) como es el caso en el ejemplo mostrado en la Figura 19. Adicionalmente, cuando se combina con las asociaciones de eREG/CCE-a-antena flexibles descritas anteriormente, puede conseguirse diversidad de antena doble dentro de cada par de PRB (realmente dentro de cada CCE). Por consiguiente, la transmisión de AL=8 mostrada en la Figura 21 consigue un total de diversidad de orden ocho.

La diversidad de antena puede aumentarse adicionalmente, en el caso $AL=8$, si los dos CCE en cada par de PRB se toman desde los subconjuntos superior e inferior de 4 eREG, como se muestra en las Figuras 16-18, puesto que estos subconjuntos usan diferentes puertos de antena. Por ejemplo el primer CCE en uno de los pares de PRB mostrados en la Figura 21 puede o usar los eREG 1 y 2, que están mapeados a los puertos de antena 7 y 8, respectivamente, mientras que el segundo CCE en ese mismo par de PRB usa los eREG 5 y 6, mapeados a los puertos de antena 9 y 10. De esta manera, puede obtenerse diversidad de orden cuatro dentro de un par de PRB, dando como resultado diversidad de orden 16 para un ePDCCH de $AL=8$ en total. La Figura 22 ilustra un ejemplo de este enfoque, donde los CCE (grupos de eREG) están entrelazados dentro de cada par de PRB para asegurar que un ePDCCH de $AL=8$ (mostrado con entramado) se mapea a los eREG que usan diferentes puertos de antena, de modo que se obtiene diversidad de antena de orden cuatro dentro de cada par de PRB.

En las disposiciones mostradas en las Figuras 21 y 22, los pares de PRB dentro de un grupo dado están dispuestos en orden creciente según sus índices, y están por lo tanto dispuestos según frecuencia ascendente. (Por supuesto, sería también posible disponerlos en el orden inverso). Los PRB también están asignados a los grupos de una manera entrelazada, de modo que, por ejemplo, el par de PRB 0 está en el grupo 1, mientras que el par de PRB 1 está en el grupo 2. Esto tiene la ventaja de que dos CCE adyacentes en la dirección horizontal dentro de un grupo dado tienen un espaciado de PRB grande y por lo tanto, se obtiene mejor diversidad de frecuencia para el mapeo de diversidad. Un ejemplo es el mapeo $AL=2$ en la Figura 21, donde se usan los pares de PRB {1, 33}. En una variación de este enfoque, el orden de los pares de PRB dentro de cada grupo se reorganiza adicionalmente para conseguir diversidad de frecuencia incluso mayor, que puede ser útil en canales planos y/o cuando el ancho de banda total es pequeño. Un ejemplo de esto se observa en la Figura 23, donde dos transmisiones de ePDCCH de $AL=2$ usan los pares de PRB {0, 64} y {32, 98}, respectivamente.

En una variante adicional, el número de pares de PRB por grupo puede ser diferente. Adicionalmente algunos grupos pueden contener únicamente transmisión localizada, mientras que otros pueden contener transmisión tanto localizada como distribuida. Un ejemplo se proporciona en la Figura 24, donde el segundo grupo únicamente tiene tres pares de PRB y puede usarse para transmisión localizada y/o transmisión distribuida. La transmisión distribuida, por supuesto, está limitada a $AL=2$, en este ejemplo. Puede conseguirse transmisión localizada de hasta $AL=8$ en este ejemplo, y en cualquiera de los ejemplos anteriores, mapeando el ePDCCH a dos pares de PRB, puesto que un par de PRB puede abarcar únicamente 4 CCE.

A continuación se encuentra una descripción detallada de una cuarta realización, que puede combinarse con cualquiera o todos los enfoques anteriores o usarse de manera independiente de los mismos. Cuando el par de PRB usado para transmisiones de ePDCCH colisiona con las transmisiones de CRS, CSI-RS, PSS, SSS, PBCH o PRS, puede tener lugar entonces la perforación del ePDCCH, de manera que los RE usados para llevar estas señales en colisión no están disponibles para el mapeo de ePDCCH. Adicionalmente, el símbolo de OFDM de comienzo a usarse para llevar el ePDCCH en una subtrama dada podría configurarse para que sea diferente del primer símbolo de OFDM en la subtrama, puesto que los primeros $n=1, 2, 3$, o 4 símbolos de OFDM contienen los canales de control heredados (PDCCH, PHICH y PCFICH). En ambos casos, se eliminan eficazmente los RE de los eREG, y el número real de RE disponibles que puede usarse para mapeo y transmisión de los símbolos de ePDCCH modulados en un ePDCCH es menor que el caso no perforado nominal. (Obsérvese que únicamente existe el caso no perforado nominal en nuevos tipos de portadora sin CRS o regiones de control heredadas). Para mantener un nivel consistente de rendimiento, esta perforación debe compensarse con adaptación de enlace, ajustando el nivel de agregación para el ePDCCH transmitido. Puesto que el nivel de perforación puede depender del el número de subtrama, un ePDCCH dado puede requerir diferentes niveles de agregación en diferentes subtramas, incluso donde la carga útil de DCI y las condiciones de canal sean las mismas.

Debido a esta perforación, el conjunto de niveles de agregación {1, 2, 4, 8} disponibles permitido en la Versión 8 de las especificaciones de LTE puede no ser suficiente para proporcionar adaptación de enlace adecuada. Por ejemplo, si el 50 % de los RE usados para ePDCCH están perforados en una subtrama dada, entonces usar $AL=8$ es de manera eficaz una transmisión de $AL=4$. Esta reducción eficaz en nivel de agregación reduce la cobertura del ePDCCH, que es un problema.

Según la cuarta realización detallada en este punto, el conjunto de niveles de agregación disponible depende del nivel de perforación en la subtrama, y es conocido para el eNB y UE. Obsérvese que el nivel de perforación puede variar de una subtrama a otra, y por lo tanto el conjunto de AL disponible también depende de la subtrama en este caso. En un ejemplo, cuando hay el 50 % de perforación entonces el conjunto de AL es {2, 4, 8, 16}. Un nivel de agregación de $AL=16$ puede conseguirse aumentando el número de CCE usados por par de PRB, o usando más pares de PRB. La Figura 25 ilustra dos ejemplos, cada uno de los cuales está basado en los mismos dos grupos de pares de PRB que se mostraron en la Figura 21. El lado izquierdo de la Figura 25 muestra un ejemplo donde se consigue $AL=16$ usando más pares de PRB, incluyendo pares de PRB de ambos grupos. El lado derecho de la Figura 25 muestra un ejemplo en el que $AL=16$ se consigue en su lugar aumentando el número de CCE usados por par de PRB.

En el caso que el nivel de perforación sea menor que el 50 % para una subtrama dada, por ejemplo, entonces está disponible un conjunto diferente de niveles de agregación según este enfoque. Por ejemplo, el conjunto de niveles

de agregación disponible en este caso podría ser {1, 2, 6, 12}. El número de pares de PRB dentro de un grupo también puede aumentarse, como se observa en el ejemplo mostrado en la Figura 26. En este ejemplo, con menos del 50 % de perforación, donde $AL=12$ es el AL máximo requerido, entonces pueden configurarse seis pares de PRB para el grupo 1, con cuatro CCE por par de PRB. Los niveles de agregación {1, 2, 3, 6, 12} pueden adaptarse fácilmente en esta disposición. En este ejemplo, el grupo 2 puede usarse para transmisión localizada únicamente, y/o para transmisiones distribuidas de $AL=\{1, 2\}$.

Según esta técnica, entonces, los niveles de agregación disponibles para formar los ePDCCH pueden variar de subtrama a subtrama, basándose en el nivel de perforación dentro de la subtrama. Se apreciará que esta técnica no está limitada en esta solicitud a las disposiciones particulares y definiciones de los eREG y CCE anteriormente usados, sino que puede aplicarse a otras disposiciones también. Adicionalmente, los conjuntos de niveles de agregación y el nivel umbral del 50 % usado anteriormente son meramente ejemplos; pueden usarse otros conjuntos, particularmente si el número de RE y/o eREG por CCE varía de lo que se supone en los ejemplos anteriores.

La Figura 27 un diagrama de flujo de proceso que ilustra un método de ejemplo según esta cuarta realización, según se implementa en un extremo de transmisión de un enlace, por ejemplo, en un eNB en un sistema inalámbrico de LTE. El método ilustrado para transmitir información de control se itera para cada una de varias subtramas en las que ha de agregarse una pluralidad de subconjuntos no solapantes de elementos de recursos, por ejemplo, eREG o eCCE, en al menos un bloque de recursos de tiempo-frecuencia, por ejemplo, un par de PRB, para transmitir la información de control de enlace descendente.

Como se muestra en el bloque 2710, el método ilustrado comienza con la determinación de miembros de un conjunto de niveles de agregación usable para agregar los subconjuntos no solapantes de elementos de recursos para transmitir información de control de enlace descendente. Esta determinación está basada en un nivel de perforación a usarse para la transmisión de la información de control de enlace descendente. Por lo tanto, por ejemplo, puede usarse un primer conjunto de niveles de agregación cuando el nivel de perforación es menor que el 50 %, mientras que puede usarse un segundo conjunto de niveles de agregación cuando el nivel de perforación es mayor o igual que el 50 %. Según se sugiere por los ejemplos detallados dados anteriormente, estos conjuntos pueden solapar en algunos casos, en esos varios niveles de agregación que se hallan en ambos conjuntos. En otras realizaciones, sin embargo, estos conjuntos pueden ser completamente disjuntos.

Como se muestra en el bloque 2720, la información de control de enlace descendente para la subtrama dada se mapea a uno o más subconjuntos no solapantes de elementos de recursos en el al menos un bloque de recursos de tiempo-frecuencia, según un nivel de agregación seleccionado a partir del conjunto determinado. Como se muestra en el bloque 2730, la información de control de enlace descendente para la subtrama dada se transmite a continuación, en el uno o más subconjuntos no solapantes. Como se indica por los ejemplos detallados anteriormente, los subconjuntos no solapantes de elementos de recursos pueden ser los CCE, eCCE y/o eREG, en algunas realizaciones, pero pueden usarse también otras agrupaciones o nombres para agrupaciones.

Como puede observarse en la Figura 27, se repite el método ilustrado, para cada una de varias subtramas. Como se ha indicado anteriormente, la perforación puede diferenciarse de una subtrama a otra. Por consiguiente, el conjunto de niveles de agregación usable en una subtrama puede diferenciarse del conjunto de niveles de agregación usable en la siguiente subtrama, dependiendo del nivel de perforación que existe en la siguiente subtrama.

Como se ha sugerido anteriormente, en algunas realizaciones el nivel de perforación a usarse para la transmisión de la información de control de enlace descendente en una subtrama dada depende de un número de señales de referencia a transmitirse en el al menos un bloque de recursos de tiempo-frecuencia en la subtrama. El nivel de perforación puede depender también, o en su lugar, de un número de Símbolos de Multiplexación por División de Frecuencia Ortogonal (OFDM) reservados exclusivamente para información de control en el al menos un bloque de recursos de tiempo-frecuencia.

La Figura 28 ilustra un método correspondiente para recibir información de control de enlace descendente en un sistema de comunicación de radio, es decir, según se implementa por un nodo de recepción en el extremo opuesto de un enlace de radio desde un nodo que implementa el método mostrado en la Figura 27. Como era el caso para la Figura 28, el método ilustrado se itera para cada una de varias subtramas en las que se agrega una pluralidad de subconjuntos no solapantes de elementos de recursos, por ejemplo, eREG o eCCE, en al menos un bloque de recursos de tiempo-frecuencia, por ejemplo, un par de PRB, para una transmisión recibida de la información de control de enlace descendente.

Como se muestra en el bloque 2810, el método ilustrado comienza con la determinación de miembros de un conjunto de niveles de agregación usable para agregar los subconjuntos no solapantes de elementos de recursos para la transmisión recibida de la información de control de enlace descendente. Como era el caso anterior, esta determinación está basada en un nivel de perforación a usarse para la transmisión recibida de la primera información de control de enlace descendente, y usa la misma regla o reglas usadas por el extremo de transmisión del enlace. Como se muestra en el bloque 2820, se recibe información de control de enlace descendente des-

mapeando la información de control de enlace descendente desde uno o más subconjuntos no solapantes de elementos de recursos en el al menos un bloque de recursos de tiempo-frecuencia, según un nivel de agregación seleccionado a partir del conjunto determinado.

5 Como se ha indicado anteriormente, la perforación a usarse para transmisiones del ePDCCH puede variar de una subtrama a otra. Por consiguiente, en algunas realizaciones del método ilustrado, la iteración de las operaciones mostradas en la Figura 28 como se ha descrito anteriormente es seguida por una segunda iteración, para una segunda subtrama, en la que se determinan los miembros de un segundo conjunto de niveles de agregación, basándose en un nivel de perforación a usarse para una transmisión recibida de segunda información de control de enlace descendente en la segunda subtrama, en donde el segundo conjunto de niveles de agregación se diferencia del primer conjunto. La segunda información de control de enlace descendente se recibe a continuación des-
10 mapeando la segunda información de control de enlace descendente desde uno o más segundos subconjuntos no solapantes de elementos de recursos en el al menos un bloque de recursos de tiempo-frecuencia, según un nivel de agregación seleccionado desde el segundo conjunto determinado.

15 Como era el caso con el proceso ilustrado en la Figura 27, el nivel de perforación a usarse para las transmisiones recibidas puede depender de un número de señales de referencia en el al menos un bloque de recursos de tiempo-frecuencia en cada subtrama, en algunas realizaciones. En estas o en otras realizaciones, el nivel de perforación puede depender de un número de símbolos de OFDM reservados exclusivamente para información de control en el al menos un bloque de recursos de tiempo-frecuencia.

20 Cualquiera de las técnicas anteriormente analizadas puede combinarse con una quinta realización, que se detalla en este punto. Puesto que se lee el espacio de búsqueda común (CSS) por muchos o por todos los UE en la célula, es un problema cómo configurar los pares de PRB para transmisiones de ePDCCH de modo que los UE monitoricen los mismos CCE para el espacio de búsqueda común. Adicionalmente, la monitorización de los CSS en el ePDCCH puede estar configurada específicamente por UE, ya que algunos pero no todos los UE pueden monitorizar CSS en el PDCCH. Por lo tanto, es beneficioso si el CSS usara recursos de par de PRB separados distintos del espacio de búsqueda específico de UE. Obsérvese que esto también permite transmisión de CSS desde un punto de transmisión diferente (macro) usando el ePDCCH distinto del espacio de búsqueda específico de UE, que podría transmitirse desde un nodo pico o de baja potencia. (Véase la tercera realización analizada anteriormente).

25 Estos problemas pueden tratarse, por ejemplo, asignando un grupo de pares de PRB para que sea un grupo primario, que se define como primario puesto que contiene el CSS. Este grupo primario está configurado para incluir los mismos pares de PRB para todos los UE que reciben la misma CSS en la célula. Pueden configurarse a continuación grupos secundarios adicionales de manera más flexible y de modo que son específicos para un UE o para un subconjunto de UE en la célula. Esto es útil para proporcionar coordinación de interferencia entre células y puntos de transmisión para el espacio de búsqueda específico de UE (USS), mientras se mantiene la cobertura de macro para el CSS.

30 Adicionalmente, puede señalizarse una identificación de los pares de PRB usados para el grupo primario (por ejemplo, los índices de PRB y el número de pares de PRB, que puede depender de la cantidad de perforación según la realización anteriormente analizada), usando señalización de Control de Recursos de Radio (RRC), o puede señalizarse usando bits previamente sin asignar en el mensaje de PBCH. El uso de señalización de RRC puede usarse en traspaso entre células, o cuando se configura un tipo de portadora no compatible hacia atrás adicional. En este caso, un mensaje de configuración recibido en la célula primaria indica los pares de PRB usados para el grupo primario de un nuevo tipo de portadora no compatible hacia atrás adicional.

35 Obsérvese que también es posible usar el PBCH para indicar la localización y tamaño del grupo primario de pares de PRB que contienen el CSS. Esto es particularmente útil cuando se usa una portadora independiente, donde se realiza el acceso inicial a una portadora que no tiene transmisiones de PDCCH.

40 Finalmente, obsérvese que todas las realizaciones anteriormente descritas para transmisiones de ePDCCH en lo anterior pueden aplicarse también a transmisiones de HARQ-ACK/NACK en respuesta a transmisiones de PUSCH de enlace ascendente. Esto puede indicarse como transmisión de PHICH mejorado (ePHICH).

45 Como se ha indicado anteriormente, por ejemplo, en relación con la descripción de los flujos de proceso de las Figuras 27 y 28, los diversos métodos descritos en la presente memoria pueden realizarse por estaciones base y terminales móviles (por ejemplo, UE de LTE). La Figura 29 es un diagrama de bloques que ilustra componentes relevantes de una estación base generalizada adaptada para llevar a cabo uno o más de estos métodos, tal como un método según el flujo de proceso de la Figura 27. Como se observa en la Figura 29, la estación 2900 base puede incluir uno o más procesadores 2902, que controlan la operación de otros elementos de la estación 2900 base, por ejemplo, ejecutando software o aplicaciones almacenadas en uno o más dispositivos de memoria representados por la unidad 2904 de memoria. La estación 2900 base también incluirá típicamente una o más cadenas de receptor (RX) 2906 y cadenas de transmisor (TX) 2908 (de manera colectiva uno o más transceptores) adaptadas para recibir y transmitir señales de radio, respectivamente, a través de una interfaz aérea 2912, mediante una o más antenas 2910. Estas señales de radio incluyen, por ejemplo, las señales de control de enlace descendente como se ha

descrito anteriormente.

Además de circuitería para transmitir y recibir a través de la interfaz aérea, para comunicar con los UE, la estación 2900 base típicamente también incluye otras interfaces 2914 de nodo de red, por ejemplo, una interfaz S1 adaptada para comunicaciones con una Entidad de Gestión de Movilidad (MME) y una Pasarela de Servicio (SGW), y una interfaz X2 adaptada para comunicaciones con otras estaciones base. Estas interfaces pueden implementarse en hardware o una combinación de hardware y software.

Muchas de las técnicas descritas e ilustradas anteriormente también impactan la operación de los terminales móviles (UE) que reciben señalización de control de enlace descendente desde la estación base. Por ejemplo, la manera en la que el UE procesa tal señalización de control de enlace descendente, busca tal señalización de control de enlace descendente, y/o recibe información asociada con tal procesamiento o búsqueda se ve afectada por las técnicas. Un UE ejemplar, adaptado para llevar a cabo una o más de las técnicas anteriormente detalladas se muestra en la Figura 30. Como se observa en la Figura, el UE 3000 incluye un procesador 3002 conectado a una unidad de memoria 3004, que puede almacenar aplicaciones, programas o software para su ejecución por el procesador 3002. El procesador 3002 puede estar configurado para operar, en conjunto con una o más cadenas de recepción (RX) 3006, para recibir señales de control de enlace descendente y/o información asociada como se ha descrito anteriormente. El UE 3000 también incluye una o más cadenas de transmisión 3008 (TX), que de manera colectiva la unidad o unidades de RX pueden denominarse como "transceptor o transceptores". El UE 3000 también incluye una o más antenas 3010 que pueden usarse por las unidades de RX y/o TX para recibir/transmitir señales de radio.

Las etapas de método realizadas por la estación base y/o UE, tales como las etapas de método ilustradas en las Figuras 27 y 28, respectivamente, se realizan por elementos funcionales de la circuitería de procesamiento. En algunas realizaciones estas funciones se llevan a cabo por microprocesadores o microcontroladores apropiadamente programados, en solitario o en conjunto con otro hardware digital, que puede incluir procesadores de señales digitales (DSP), lógica digital de fin especial y similares. Cualquiera o ambos de los microprocesadores y hardware digital pueden estar configurados para ejecutar código de programa almacenado en memoria. De nuevo, debido a que los diversos detalles y concesiones de ingeniería asociados con el diseño de circuitería de procesamiento de banda base (y otra) para estaciones base inalámbricas son bien conocidos y son innecesarios para un entendimiento completo de la invención, no se muestran en este punto detalles adicionales.

Código de programa almacenado en el circuito de memoria puede comprender uno o varios tipos de memoria tales como memoria de sólo lectura (ROM), memoria de acceso aleatorio, memoria caché, dispositivos de memoria flash, dispositivos de almacenamiento óptico, etc., e incluye instrucciones de programa para ejecutar uno o más protocolos de comunicaciones de telecomunicaciones y/o datos, así como instrucciones para llevar a cabo una o más de las técnicas descritas en la presente memoria, en varias realizaciones. Por supuesto, se apreciará que no todas las etapas de estas técnicas se realizan necesariamente en un único microprocesador o incluso en un único módulo.

Las realizaciones anteriormente descritas pueden proporcionar una o más de las siguientes ventajas. En primer lugar, estas técnicas pueden usarse para reducir tara de canal de control cuando se usa el ePDCCH. En segundo lugar, varias de las realizaciones pueden emplearse para facilitar la recepción de ePDCCH de diferentes puntos de transmisión de una manera transparente, y/o para facilitar coordinación de enlace de retroceso relativamente lenta entre puntos de transmisión usados para diferentes transmisiones de ePDCCH al mismo UE. Además, varias de las técnicas posibilitan una adaptación flexible de diferentes grados de perforación de ePDCCH en diferentes subtramas, mediante el uso de adaptación de conjunto de nivel de agregación. Además otras posibilitan un uso flexible de un CCE para cualquiera de transmisión específica de UE o de diversidad.

Una consecuencia de esta última ventaja es que los recursos en un único par de PRB pueden usarse por la estación base para tanto transmisiones localizadas de frecuencia así como transmisiones distribuidas. La Figura 31 es un diagrama de flujo de proceso que ilustra un método de ejemplo según este enfoque, como puede implementarse en una estación base como la representada en la Figura 28. Como se muestra en el bloque 3110 de la Figura 31, el método ilustrado para transmitir información de control de enlace descendente en un sistema de comunicación de radio comienza transmitiendo un primer mensaje de control a un primer UE, usando un primer par de PRB. Este primer mensaje de control se divide entre dos o más primeros subconjuntos no solapantes de elementos de recursos, al menos uno de los cuales es en el primer par de PRB, donde los dos o más primeros subconjuntos no solapantes de elementos de recursos se agregan de una manera localizada en frecuencia dentro de al menos el primer par de PRB. Los símbolos en estos dos o más primeros subconjuntos no solapantes de elementos de recursos se transmiten usando un único puerto de antena. Como se muestra en el bloque 3120, la estación base también transmite un segundo mensaje de control a un segundo UE, usando también el primer par de PRB. El segundo mensaje de control también se divide entre dos o más segundos subconjuntos no solapantes de elementos de recursos, al menos uno de los cuales es en el primer par de PRB. En este caso, sin embargo, los dos o más segundos subconjuntos no solapantes de elementos de recursos se agregan de una manera distribuida en frecuencia a través del primer par de PRB y uno o más pares de PRB adicionales, y los símbolos en al menos dos de los dos o más segundos subconjuntos no solapantes de elementos de recursos se transmiten usando diferentes puertos de antena, incluyendo estos diferentes puertos de antena el puerto de antena única usado para transmitir los símbolos en los dos o más primeros subconjuntos no solapantes de elementos de recursos. Se apreciará que cada

uno de los subconjuntos no solapantes de los recursos pueden definir un REG mejorado (eREG) en una red de Evolución a Largo Plazo (LTE), en algunas realizaciones, aunque pueden usarse otras agrupaciones o nombres para agrupaciones.

5

REIVINDICACIONES

1. Un método para recibir información de control de enlace descendente en un sistema de comunicación de radio, que comprende, para una primera subtrama en la que ha de agregarse una pluralidad de subconjuntos no solapantes de elementos de recursos en al menos un bloque de recursos de tiempo-frecuencia para una transmisión recibida de primera información de control de enlace descendente:

determinar (2810) miembros de un primer conjunto de niveles de agregación usables para agregar los subconjuntos no solapantes de elementos de recursos para la transmisión recibida de la primera información de control de enlace descendente, en donde dicha determinación está basada en un nivel de perforación a usarse para la transmisión recibida de la primera información de control de enlace descendente; y en donde dicha determinación comprende determinar que un conjunto de niveles de agregación puede usarse cuando el nivel de perforación está por debajo de un umbral, y determinar que puede usarse un conjunto diferente de niveles de agregación cuando el nivel de perforación está por encima o es igual al umbral, comprendiendo el conjunto diferente un nivel de agregación que es más alto que todos los niveles de agregación en el conjunto; y recibir (2820) la primera información de control de enlace descendente des-mapeando la primera información de control de enlace descendente desde uno o más primeros subconjuntos no solapantes de elementos de recursos en el al menos un bloque de recursos de tiempo-frecuencia, según un nivel de agregación seleccionado desde el primer conjunto determinado.

2. El método de la reivindicación 1, que comprende adicionalmente, para una segunda subtrama:

determinar miembros de un segundo conjunto de niveles de agregación, basándose en un nivel de perforación a usarse para una transmisión recibida de segunda información de control de enlace descendente, en donde el segundo conjunto se diferencia del primer conjunto; y recibir la segunda información de control de enlace descendente des-mapeando la segunda información de control de enlace descendente desde uno o más segundos subconjuntos no solapantes de elementos de recursos en el al menos un bloque de recursos de tiempo-frecuencia, según un nivel de agregación seleccionado desde el segundo conjunto determinado.

3. El método de la reivindicación 1 o 2, en donde el conjunto diferente comprende un nivel de agregación más alto que 12.

4. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en donde el conjunto usable cuando el nivel de perforación está por debajo de un umbral comprende el nivel de agregación 1, y el conjunto diferente no comprende el nivel de agregación 1.

5. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en donde el nivel de perforación a usarse para la transmisión recibida de la primera información de control de enlace descendente depende de un número de señales de referencia en el al menos un bloque de recursos de tiempo-frecuencia en la primera subtrama.

6. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en donde el nivel de perforación a usarse para la transmisión recibida de la primera información de control de enlace descendente depende de un número de símbolos de Multiplexación por División de Frecuencia Ortogonal (OFDM) reservados exclusivamente para información de control en el al menos un bloque de recursos de tiempo-frecuencia.

7. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1-6, en donde el al menos un bloque de recursos de tiempo-frecuencia es un par de Bloque de Recursos Físico (PRB) en una red de Evolución a Largo Plazo (LTE).

8. Un aparato (3000) de equipo de usuario dispuesto para recibir información de control de enlace descendente en un sistema de comunicación de radio, comprendiendo el aparato (3000) de equipo de usuario circuitos (3008) de transmisor y circuitos (3006) de receptor adaptados para recibir y transmitir señales de radio a través de una interfaz aérea y que comprende adicionalmente uno o más circuitos (3002, 3004) de procesamiento, en donde los circuitos (3002, 3004) de procesamiento están adaptados para, para una primera subtrama en la que ha de agregarse una pluralidad de subconjuntos no solapantes de elementos de recursos en al menos un bloque de recursos de tiempo-frecuencia para una transmisión recibida de primera información de control de enlace descendente:

determinar miembros de un primer conjunto de niveles de agregación usables para agregar los subconjuntos no solapantes de elementos de recursos para la transmisión recibida de la primera información de control de enlace descendente, en donde dicha determinación está basada en un nivel de perforación a usarse para la transmisión recibida de la primera información de control de enlace descendente; y en donde dicha determinación comprende determinar que un conjunto de niveles de agregación puede usarse cuando el nivel de perforación está por debajo de un umbral y, determinar que puede usarse un conjunto diferente de niveles de agregación cuando el nivel de perforación está por encima o es igual al umbral,

comprendiendo el conjunto diferente un nivel de agregación que es más alto que todos los niveles de agregación en el conjunto; y
recibir la primera información de control de enlace descendente des-mapeando la primera información de control de enlace descendente desde uno o más primeros subconjuntos no solapantes de elementos de recursos en el al menos un bloque de recursos de tiempo-frecuencia, según un nivel de agregación seleccionado desde el primer conjunto determinado.

5

9. El equipo de usuario de la reivindicación 8, en donde el uno o más circuitos (3002, 3004) de procesamiento están adaptados adicionalmente para, para una segunda subtrama:

10

determinar miembros de un segundo conjunto de niveles de agregación, basándose en un nivel de perforación a usarse para una transmisión recibida de segunda información de control de enlace descendente, en donde el segundo conjunto se diferencia del primer conjunto; y
recibir la segunda información de control de enlace descendente des-mapeando la segunda información de control de enlace descendente desde uno o más segundos subconjuntos no solapantes de elementos de recursos en el al menos un bloque de recursos de tiempo-frecuencia, según un nivel de agregación seleccionado desde el segundo conjunto determinado.

15

10. El equipo de usuario de la reivindicación 9, en donde el conjunto diferente comprende un nivel de agregación más alto que 12.

20

11. El equipo de usuario de una cualquiera de las reivindicaciones 9-10, en donde el conjunto usable cuando el nivel de perforación está por debajo de un umbral comprende el nivel de agregación 1, y el conjunto diferente no comprende el nivel de agregación 1.

25

12. El aparato (3000) de equipo de usuario de cualquiera de las reivindicaciones 9-11, en donde el nivel de perforación a usarse para la transmisión recibida de la primera información de control de enlace descendente depende de un número de señales de referencia en el al menos un bloque de recursos de tiempo-frecuencia en la primera subtrama.

30

13. El aparato (3000) de equipo de usuario de cualquiera de las reivindicaciones 9-12, en donde el nivel de perforación a usarse para la transmisión recibida de la primera información de control de enlace descendente depende de un número de símbolos de Multiplexación por División de Frecuencia Ortogonal (OFDM) reservados exclusivamente para información de control en el al menos un bloque de recursos de tiempo-frecuencia.

35

14. El aparato (3000) de equipo de usuario de cualquiera de las reivindicaciones 9-13, en donde el al menos un bloque de recursos de tiempo-frecuencia es un par de Bloque de Recursos Físico (PRB) en una red de Evolución a Largo Plazo (LTE).

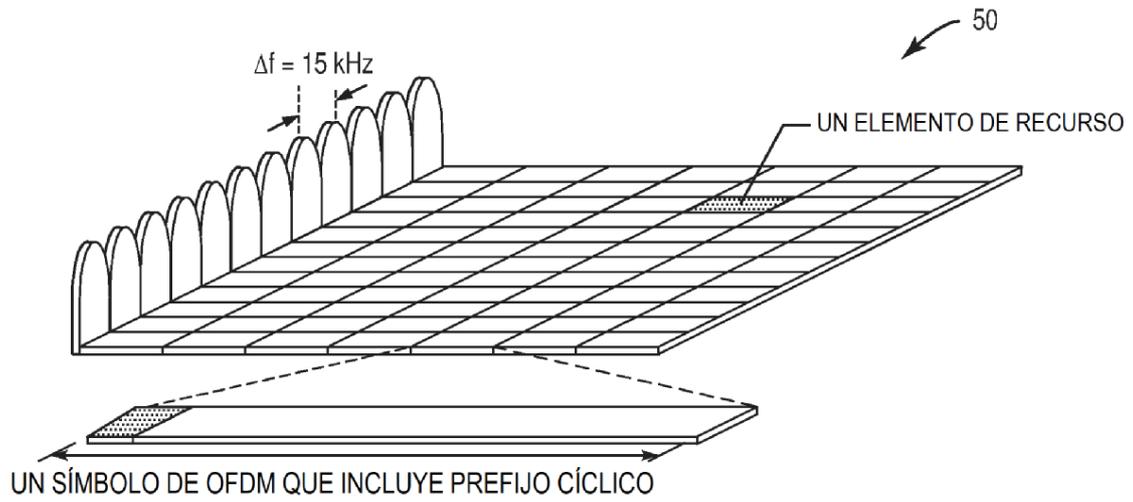


FIG. 1

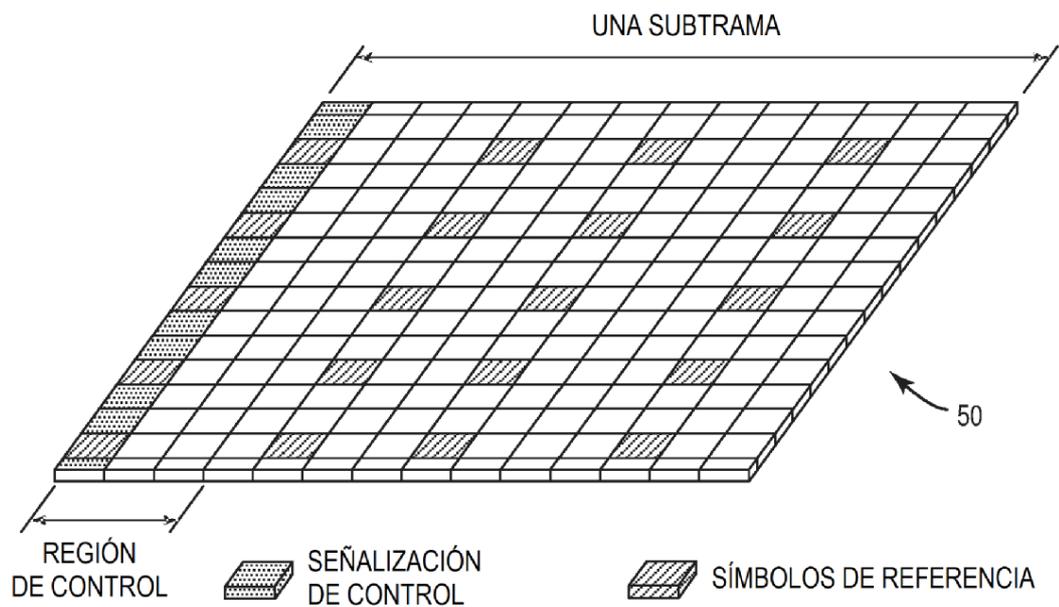


FIG. 2

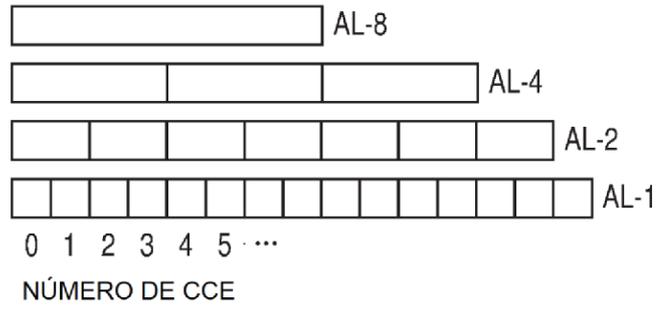


FIG. 5

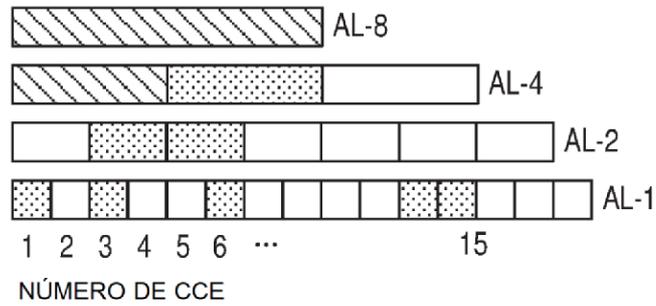


FIG. 6

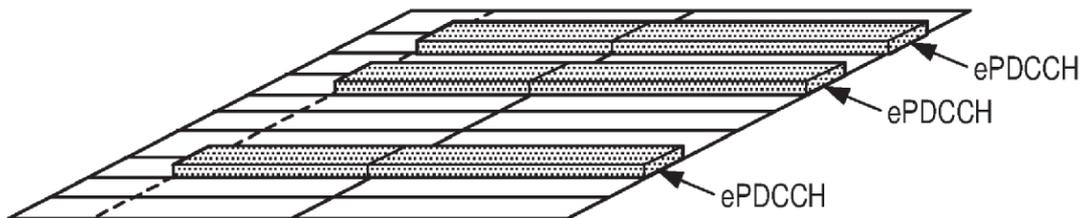


FIG. 7

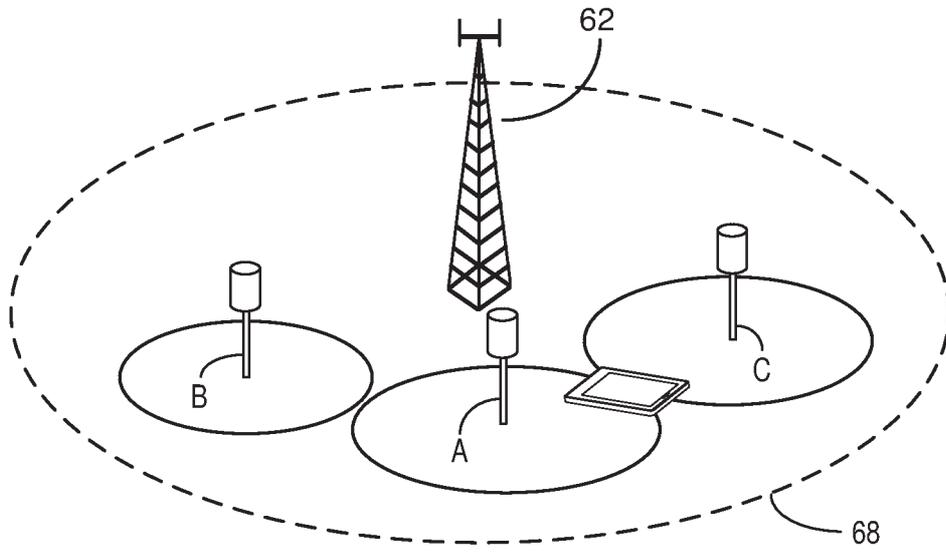


FIG. 8

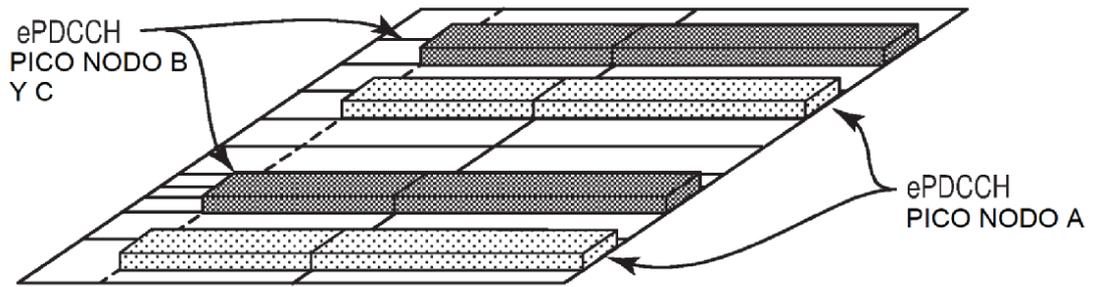


FIG. 9

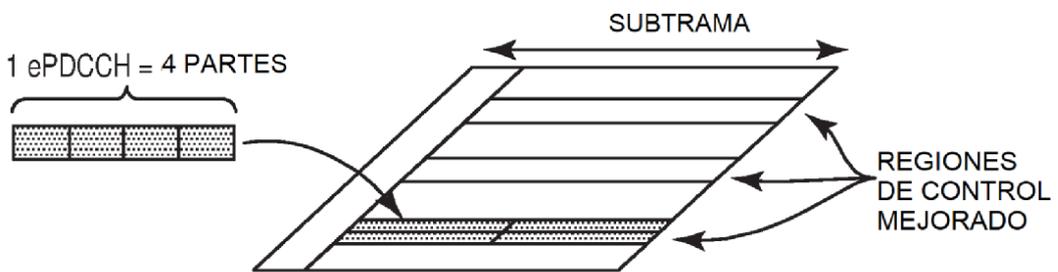


FIG. 10

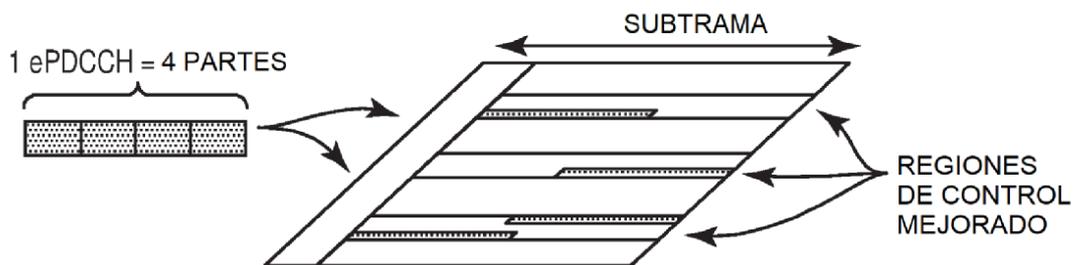


FIG. 11

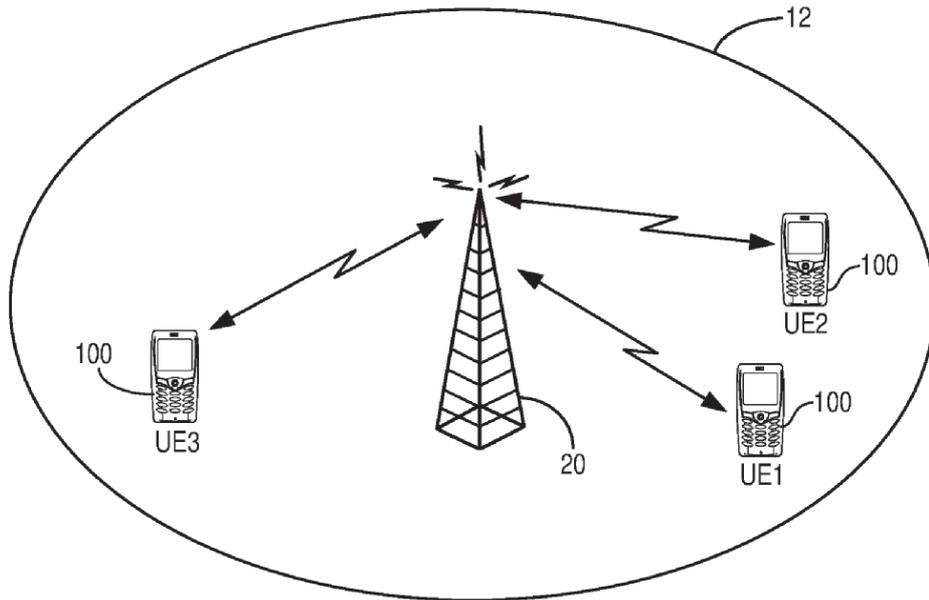


FIG. 12

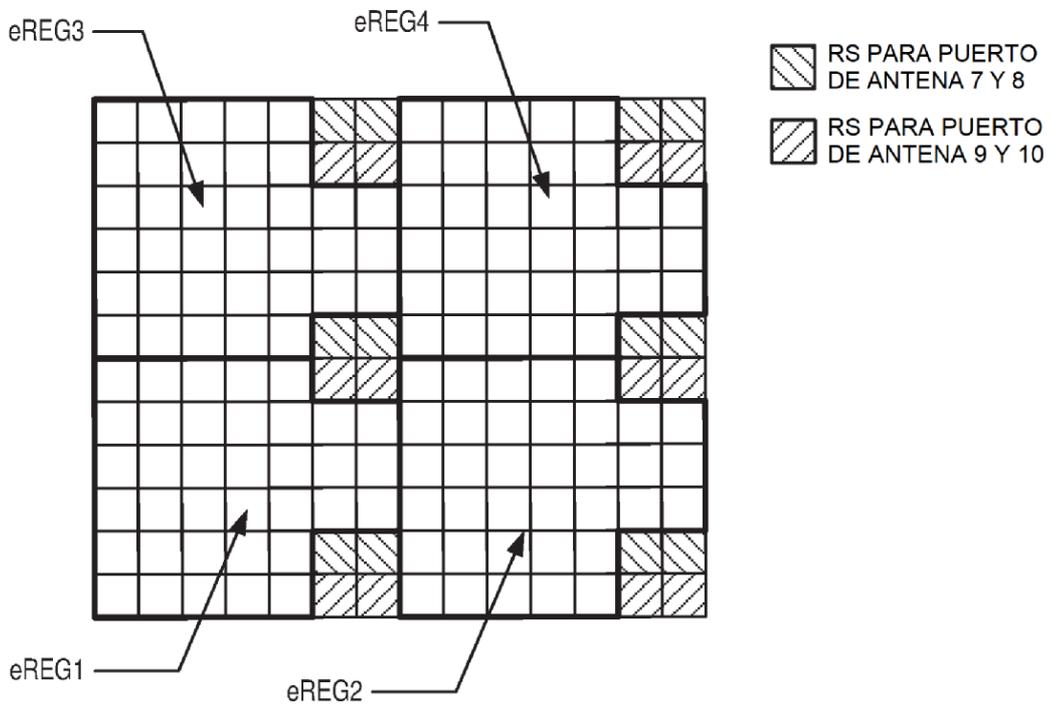


FIG. 13

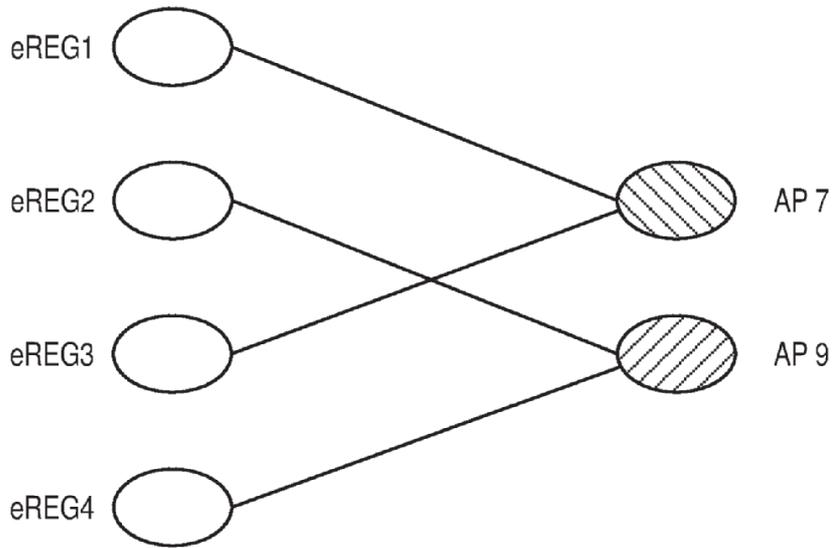


FIG. 14

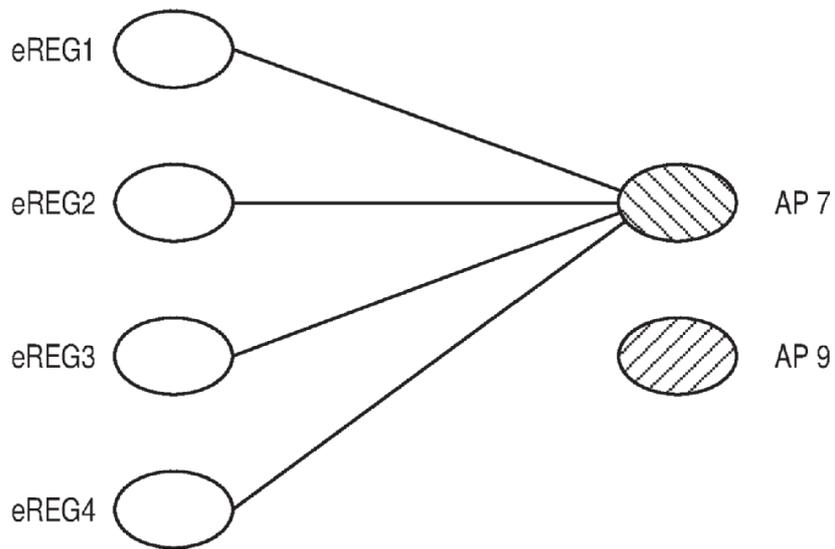


FIG. 15

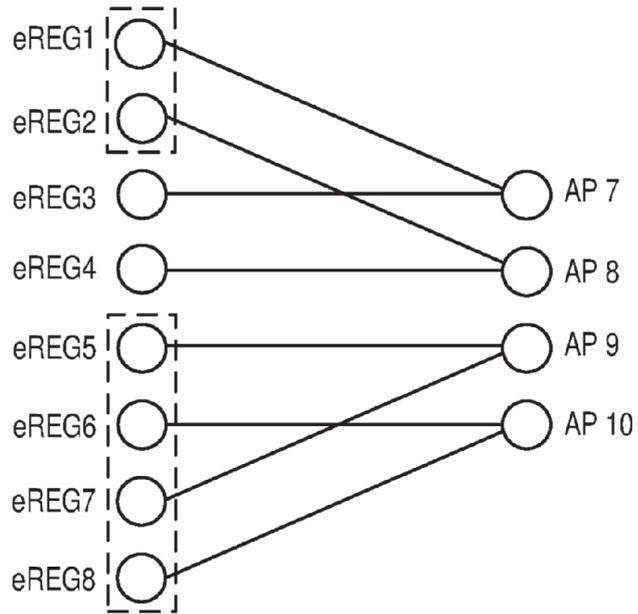


FIG. 16

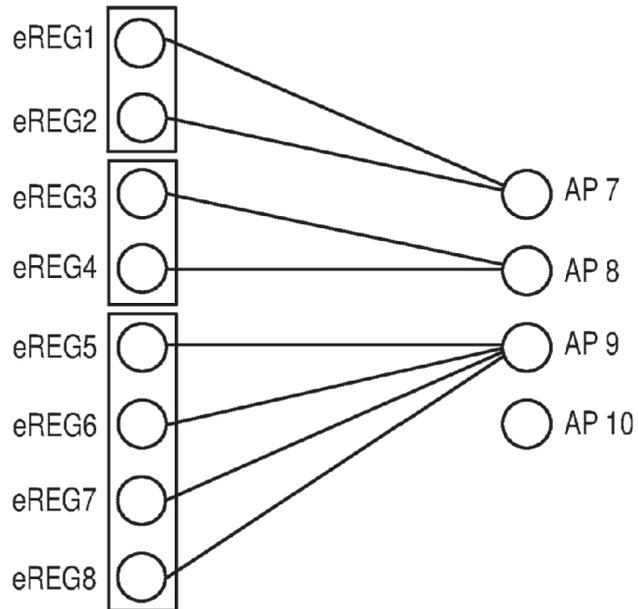


FIG. 17

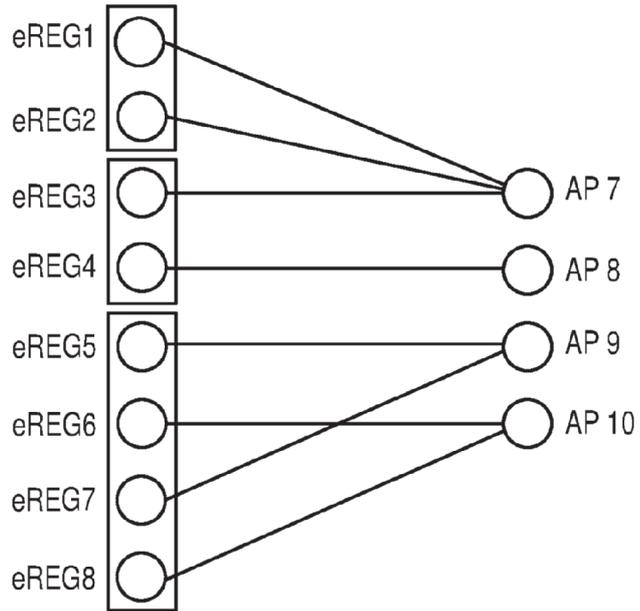


FIG. 18

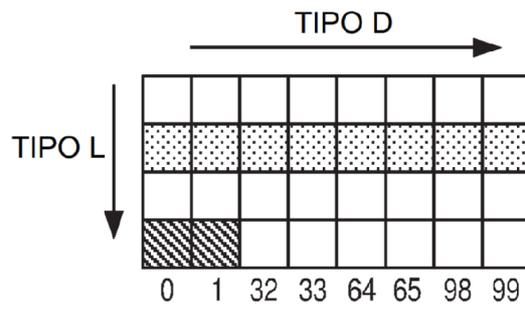


FIG. 19

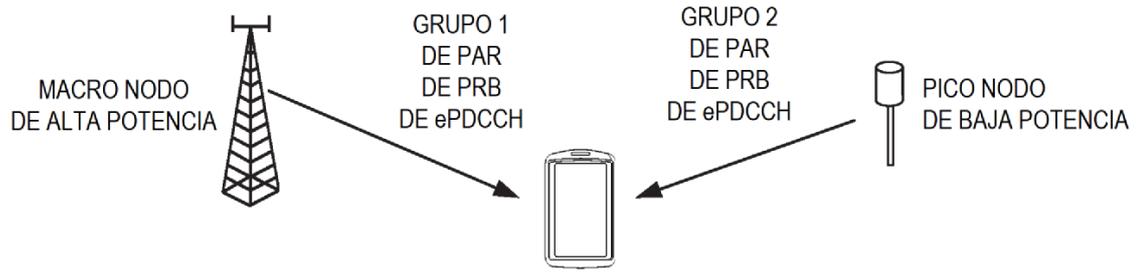


FIG. 20

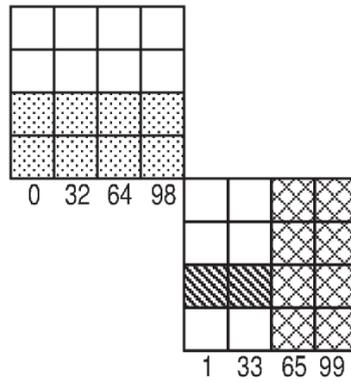


FIG. 21

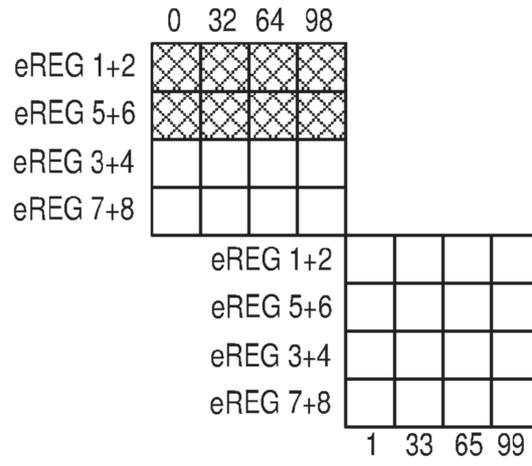


FIG. 22

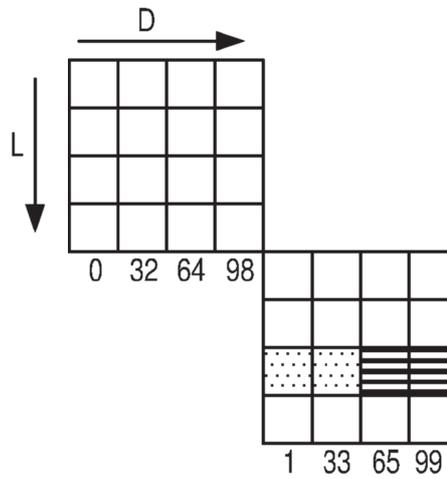


FIG. 23

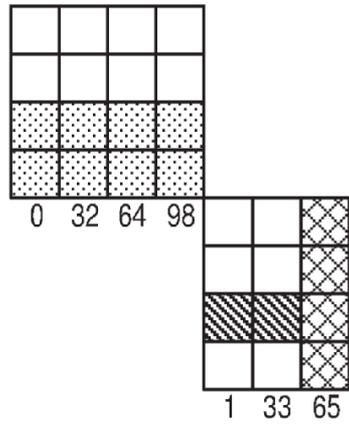


FIG. 24

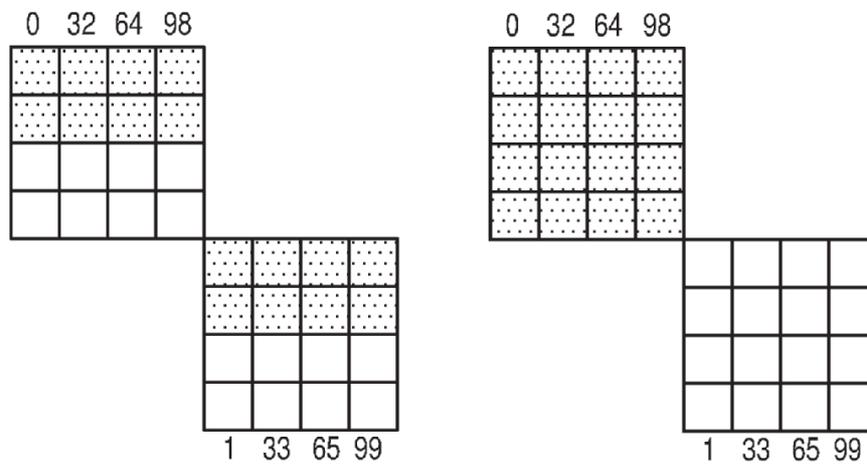


FIG. 25

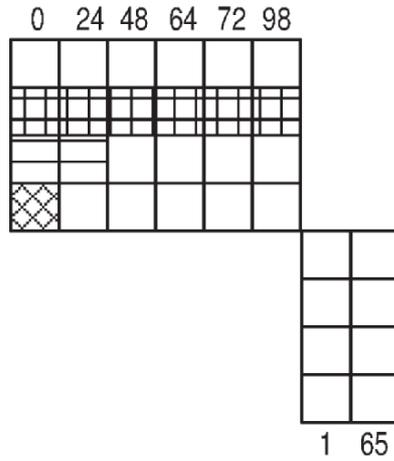


FIG. 26

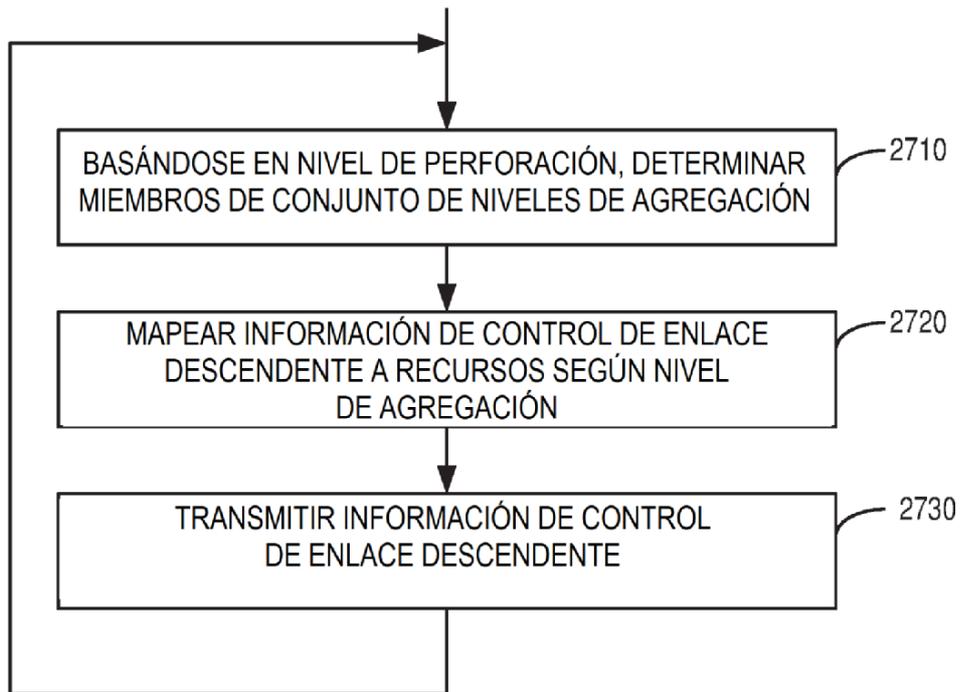


FIG. 27

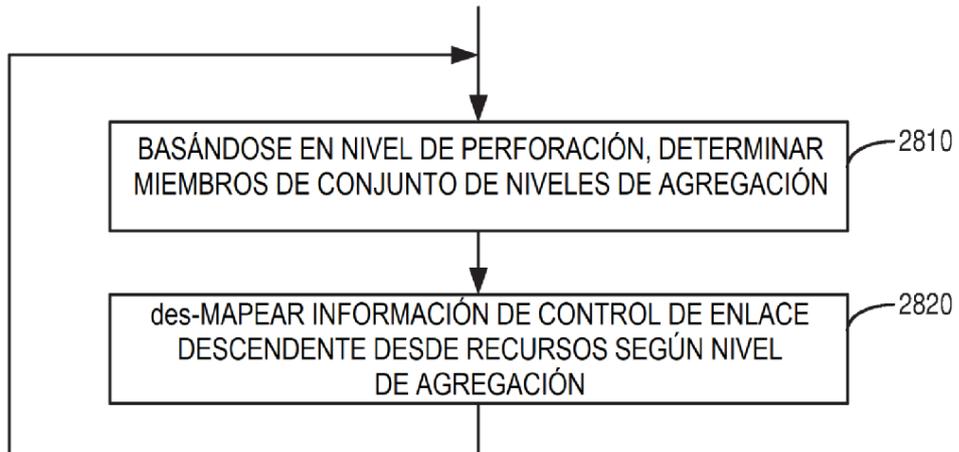


FIG. 28

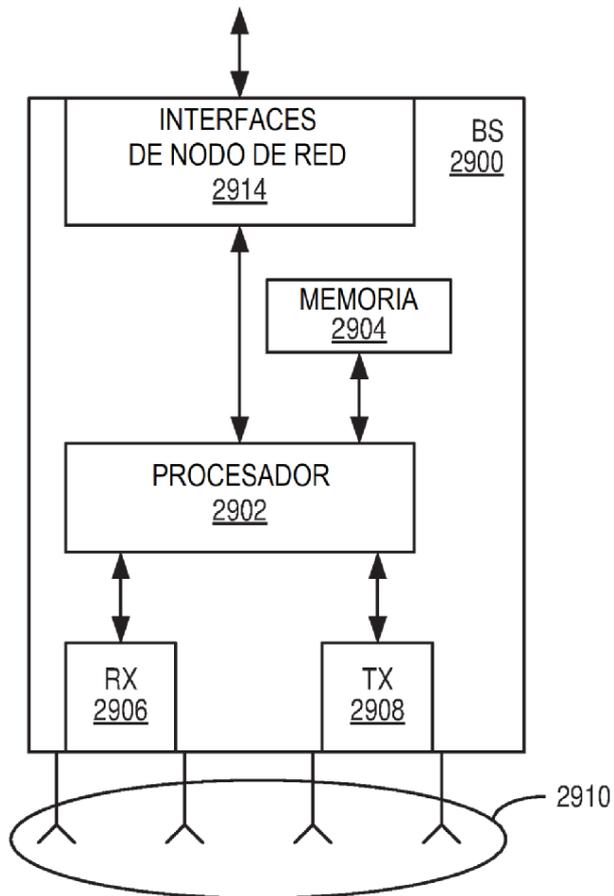


FIG. 29

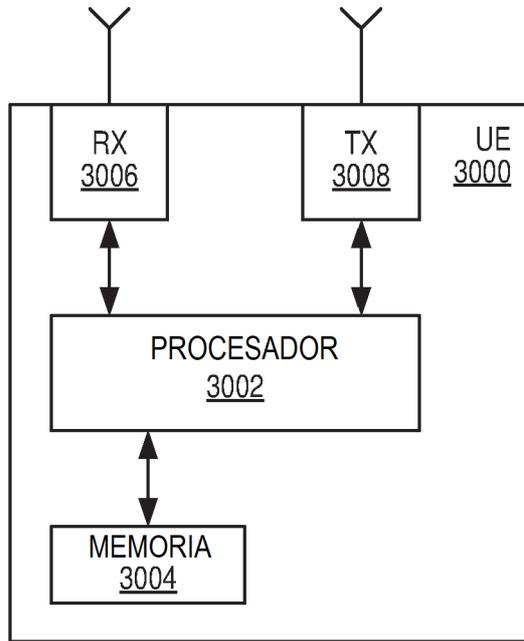


FIG. 30