

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 675 515**

51 Int. Cl.:

**H04L 5/00** (2006.01)

**H04W 72/00** (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.10.2012 E 15200431 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.03.2018 EP 3110063**

54 Título: **Métodos y disposiciones para transmitir información de control**

30 Prioridad:

**07.11.2011 US 201161556557 P**

**29.01.2012 US 201261591929 P**

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

**11.07.2018**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

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

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

**ES 2 675 515 T3**

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

## DESCRIPCIÓN

Métodos y disposiciones para transmitir información de control

**Campo técnico**

5 La presente invención se relaciona generalmente con métodos y disposiciones para transmitir y recibir información de control.

**Antecedentes**

10 La tecnología de Evolución a Largo Plazo (LTE) del 3GPP es una tecnología de comunicación inalámbrica de banda ancha móvil en la cual las transmisiones desde las estaciones base (referidas como eNB) a las estaciones móviles (referidas como equipo de usuario (UE)) son enviadas mediante el uso de multiplexación por división de frecuencias ortogonales (OFDM). La OFDM divide la señal en múltiples subportadoras paralelas en frecuencia. La unidad básica de transmisión en LTE es un bloque de recursos (RB) que en su configuración más común consiste en 12 subportadoras y 7 símbolos OFDM (un intervalo). Una unidad de una subportadora y 1 símbolo OFDM es referida como un elemento de recursos (RE) véase la Figura 1. Así, un RB consiste en 86 RE. Una subtrama de radio LTE está compuesta de múltiples bloques de recursos con el número de RB que determinan el ancho de banda del sistema y dos intervalos en el tiempo, véase la Figura 2. Además, los dos RB en una subtrama que son adyacentes en el tiempo son denotados como par de RB.

En el dominio del tiempo, las transmisiones en el enlace descendente de LTE se organizan en tramas de radio de 10ms, cada trama de radio consistente en diez subtramas iguales en tamaño de longitud  $T_{\text{subtrama}} = 1 \text{ ms}$ .

20 La señal transmitida por el eNB en una subtrama del enlace descendente (el enlace que lleva las transmisiones desde el eNB al UE) puede ser transmitida desde múltiples antenas y la señal puede ser recibida en el UE que tiene múltiples antenas. El canal de radio distorsiona las señales transmitidas desde los múltiples puertos de antena. Para demodular cualquier transmisión en el enlace descendente, un UE depende de las señales de referencia (RS) que se transmiten en el enlace descendente. La RS consiste en una colección de símbolos de referencia y esos símbolos de referencia y sus posiciones en la cuadrícula de tiempo-frecuencia son conocidos por el UE y por lo tanto puede usarlos para determinar estimaciones del canal mediante la medición del efecto del canal de radio en estos símbolos.

25 Debería observarse en este contexto que el canal que mide un UE no es necesariamente desde un elemento de antena transmisor físico particular en el eNB al elemento de antena receptor de los UE, dado que el UE basa la medición en una RS transmitida y el canal que mide depende de cómo se ha transmitido la RS particular desde los múltiples elementos de antena físicos en el eNB. Por lo tanto, se introduce el concepto de puerto de antena, donde un puerto de antena es una antena virtual que está asociada con una RS.

En el documento TS 36.211 del 3GPP, un puerto de antena se define tal que el canal sobre el cual un símbolo en el puerto de antena es transportado puede ser interferido desde el canal sobre el cual otro símbolo en el mismo puerto de antena es transportado. Esta definición también aplica a la presente descripción.

35 Un UE mide el canal desde un puerto de antena al elemento de antena receptor que usa la RS asociada con ese puerto de antena. Qué elementos de antena transmisores físicos, o grupos de elementos se usan realmente para la transmisión de esta RS es transparente y también irrelevante para el UE; la transmisión en un puerto de antena puede usar un único elemento de antena físico o una combinación de señales desde múltiples elementos de antena. Por lo tanto, la precodificación o correspondencia a elementos de antena físicos que fue aplicada por el eNB es incluida de forma transparente en el canal efectivo que el UE mide desde el puerto de antena.

40 Un ejemplo de utilización de múltiples elementos de antena es el uso de transmitir precodificación para dirigir la energía transmitida hacia un UE receptor particular, mediante el uso de todos los elementos de antena disponibles para transmitir el mismo mensaje, pero donde se aplican pesos de fases y posiblemente amplitudes individuales a cada elemento de antena transmisor. Esto se denota a veces precodificación específica del UE y la RS en este caso es denotada RS específica del UE. Si la RS específica del UE en el RB es precodificada mediante el uso de una única antena virtual, esto es un único puerto de antena, y el UE solo necesita realizar estimación del canal mediante el uso de esta única RS específica del UE y la usa como una referencia para demodular los datos en este RB. En otras palabras, el UE no necesita conocer el vector de precodificación que fue aplicado por el eNB cuando transmitió los datos. Seleccionar y adaptar el vector de precodificación es dejado normalmente a la implementación, y así no está descrito en especificaciones del estándar.

45 Las RS específicas del UE son transmitidas solo cuando los datos son transmitidos al UE en la subtrama, de otra forma no están presentes. En LTE, las RS específicas del UE son incluidas como parte de los RB que están asignados a un UE para la recepción de datos de usuario. Ejemplos de señales de referencia específicas del UE en LTE se pueden encontrar en la Figura 3 donde por ejemplo todos los RE denotados como  $R_7$  contienen símbolos de referencia modulados que pertenecen a una "RS". Por lo tanto, lo que se conoce como una RS es una colección de símbolos de referencia transmitidos en un conjunto de RE distribuidos.

Otro tipo de señales de referencia son las que pueden ser usadas por todos los UE y así tener cobertura de área de celda amplia. Un ejemplo de estas son las señales de referencia comunes (CRS) que son usadas por los UE para varios propósitos incluyendo estimación de canal y mediciones de movilidad. Estas CRS son definidas de forma que ocupan ciertos RE predefinidos dentro de todas las subtramas en el ancho de banda del sistema independientemente de si hay algún dato siendo transmitido a los usuarios en una subtrama o no. Estas CRS se muestran como “símbolos de referencia” en la Figura 2.

Los mensajes transmitidos sobre el enlace de radio a los usuarios pueden clasificarse en general como mensajes de control o mensajes de datos. Los mensajes de control son usados para facilitar la operación propia del sistema así como la operación propia de cada UE en el sistema. Los mensajes de control podrían incluir comandos para controlar funciones tales como la potencia transmitida desde un UE, la señalización de los RB dentro de los cuales los datos han de ser recibidos por el UE o transmitidos desde el UE y así. Ejemplos de mensajes de control son el canal de control del enlace descendente físico (PDCCH) que por ejemplo lleva información de planificación y mensajes de control de potencia, el canal indicador de HARQ físico (PHICH), que lleva ACK/NACK en respuesta a transmisiones del enlace ascendente previas y el canal de difusión físico (PBCH) que lleva información del sistema.

En la Ver-10 de LTE, los mensajes de control son demodulados mediante el uso de la CRS (excepto para el R-PDCCH, véase a continuación), por lo tanto tiene una cobertura de celda amplia para alcanzar a todos los UE en la celda sin tener que conocer su posición. El primero de cuatro símbolos OFDM, dependiendo de la configuración, en una subtrama se reserva para información de control, véase la Figura 2. Los mensajes de control podrían categorizarse en los tipos de mensajes que necesitan enviarse solo a un UE (control específico del UE) y los que necesitan enviarse a todos los UE o algún subconjunto de los UE de número más de uno (control común) dentro de la celda cubierta por el eNB.

Se observará en este contexto que en versiones de LTE futuras, habrán nuevos tipos de portadoras que pueden no tener una transmisión de PDCCH o transmisión de CRS.

Los mensajes de control de tipo PDCCH son transmitidos en múltiples unidades llamados elementos de canal de control (CCE) donde los símbolos modulados de cada CCE se corresponden con 36 RE. Un PDCCH puede tener un nivel de agregación (AL) de 1, 2, 4 u 8 CCE para permitir la adaptación al enlace del mensaje de control. Así, el término “nivel de agregación” es usado en esta descripción para referirse al número de CCE que forma un PDCCH. Además, los 36 símbolos modulados de cada CCE se hacen corresponder con 9 grupos de elementos de recursos (REG) que consisten en 4 RE cada uno. Estos REG son distribuidos sobre todo el ancho de banda para proporcionar diversidad de frecuencia para un CCE, véase la Figura 4. Por lo tanto, un PDCCH, que consiste en hasta 8 CCE, abarca el ancho de banda del sistema completo en los primeros  $n = \{1, 2, 3 \text{ ó } 4\}$  símbolos OFDM, dependiendo del valor de configuración de  $n$ .

Tras la codificación del canal, aleatorización, modulación e intercalado de la información de control, los símbolos modulados se hacen corresponder con los elementos de recursos en la región de control. En total hay  $N_{CCE}$  CCE disponibles para todos los PDCCH a transmitir en la subtrama y en número  $N_{CCE}$  varía de subtrama a subtrama dependiendo del número de símbolos de control  $n$ , el número de puertos de antena asociados con las CRS y el número configurado de canales indicadores de HARQ (PHICH).

Como el número de símbolos de control  $n$  es indicado por el canal indicador de formato con control (PCFICH) en cada subtrama, el valor de  $N_{CCE}$  varía de subtrama en subtrama, el terminal necesita determinar a ciegas la posición y el número de CCE usados para su PDCCH. También, un UE necesita buscar a ciegas y detectar si el canal de control es válido para él, sin conocer el nivel de agregación de CCE de antemano, lo que puede ser una tarea de codificación computacionalmente intensiva debido al gran valor de  $N_{CCE}$ . Por lo tanto, se han introducido algunas restricciones en el número de posibles decodificaciones ciegas por las que un terminal necesita pasar. Por ejemplo, los CCE son numerados y los niveles de agregación de los CCE de tamaño  $K$  solo pueden comenzar en números de CCE divisibles por  $K$ , véase la Figura 5.

El conjunto de CCE donde un terminal necesita decodificar a ciegas y buscar un PDCCH válido es llamado *espacio de búsqueda*. Esto es el conjunto de CCE en un AL que un terminal debería monitorizar para las asignaciones de planificación u otra información de control, véase la Figura 6. En cada subtrama y en cada AL, un terminal intentará decodificar todos los PDCCH que se pueden formar a partir de los CCE en su espacio de búsqueda. Si el CRC se comprueba, entonces el contenido del PDCCH se asume que es válido para el terminal y además procesa la información recibida. A menudo, dos o más terminales tendrán espacios de búsqueda solapados y la red tiene que seleccionar uno de ellos para planificar y transmitir el canal de control. Cuando esto ocurre, los terminales no planificados se dice que están *bloqueados*. Los espacios de búsqueda varían de manera pseudo aleatoria de subtrama en subtrama para minimizar la probabilidad de bloqueo.

Un espacio de búsqueda es además dividido en una parte común y una parte específica del terminal (UE). En el espacio de búsqueda común, el PDCCH que contiene la información a todos o a un grupo de los terminales es transmitido (busca, información de sistema etc). Si la agregación de portadora se usa, un terminal encontrará el espacio de búsqueda común presente en solo la primera portadora de componente (PCC). El espacio de búsqueda común está restringido a los niveles de agregación 4 y 8 para dar suficiente protección de código de canal para

todos los terminales en la celda. Dado que es un canal de difusión, la adaptación del enlace no se puede usar. Los primeros  $m_8$  y  $m_4$  del PDCCH (con más bajo número de CCE) en un AL de 8 ó 4 respectivamente pertenece al espacio de búsqueda común. Para un uso eficiente de los CCE en el sistema, el espacio de búsqueda restante es específico del terminal en cada nivel de agregación.

5 Un CCE consiste en 36 símbolos modulados QPSK que se corresponden con los 36 RE únicos para este CCE. Para maximizar la diversidad y aleatorización de interferencia, el entrelazado de todos los CCE se usa antes de un desplazamiento cíclico específico de la celda y correspondencia a los RE, véanse los pasos del procesamiento en la Figura 7. Observe que en la mayoría de casos algunos CCE están vacíos durante la transmisión debido a la restricción de ubicación del PDCCH para los espacios de búsqueda de terminal y niveles de agregación. Los CCE vacíos son incluidos en el mismo el proceso de entrelazado y correspondencia al RE como cualquier otro PDCCH para mantener la estructura del espacio de búsqueda. Los CCE vacíos se ajustan a potencia cero y esta potencia se puede usar en su lugar por CCE no vacíos para mejorar más el rendimiento del enlace de la transmisión del PDCCH.

15 Además, para habilitar el uso de diversidad de TX de antena de 4, un grupo de 4 símbolos QPSK adyacentes en un CCE se hace corresponder con 4 RE adyacentes, denotado como un grupo RE (REG). Por lo tanto, el entrelazado de CCE es de base cuádruplex (grupo de 4) y el proceso de correspondencia tiene una granularidad de 1 REG y un CCE se corresponde con 9 REG (=36 RE).

20 La transmisión en el canal de datos compartidos del enlace descendente físico (PDSCH) a los UE, es mediante el uso del RE en un par de RB que no esté usado para los mensajes de control o la RS. El PDSCH puede bien ser transmitido mediante el uso de símbolos de referencia específicos del UE o los CRS como una referencia de demodulación, dependiendo del modo de transmisión configurado. El uso de la RS específica del UE permite a un eNB multi antena optimizar la transmisión mediante el uso del precodificado de tanto datos como señales de referencia transmitidas desde las múltiples antenas de forma que la energía de la señal recibida aumenta en el UE. En consecuencia, el rendimiento de la estimación del canal es mejorado y la tasa de datos de la transmisión puede ser aumentada.

30 En la Ver-10 de LTE también se definió un canal de control de retransmisión, denotado como R-PDCCH, para transmitir información de control desde el eNB a los nodos de retransmisión. El R-PDCCH es ubicado en la región de datos, por lo tanto, de manera similar a la transmisión del PDSCH. La transmisión del R-PDCCH puede bien configurarse para usar el CRS para proporcionar cobertura de celda amplia, o señales de referencia específicas del nodo de retransmisión (RN) para mejorar el rendimiento del enlace hacia un RN particular mediante la precodificación, similar a la mejora de la transmisión del PDSCH con RS específicas del UE. La RS específica del UE es en el último caso usada también para la transmisión del R-PDCCH. El R-PDCCH ocupa un número de pares de RB configurados en el ancho de banda del sistema y es así multiplexado en frecuencia con la transmisión del PDSCH en los pares de RB restantes, véase la Figura 8.

35 En las discusiones de la Ver.11 de LTE, la atención ha girado para adoptar el mismo principio de la transmisión específica del UE como para el PDSCH y el R-PDCCH también para canales de control (incluyendo PDCCH, PHICH, PCFICH, y PBCH) permitiendo la transmisión de mensajes de control genéricos al UE que usa tales transmisiones para ser señales de referencia específicas del UE. Esto significa que se puede alcanzar ganancia de precodificación también para los canales de control, de este modo consiguiendo un canal de control extendido o mejorado. Otro beneficio es que diferentes pares de RB configurados para el canal de control extendido se pueden configurar en diferentes celdas o diferentes puntos de transmisión en una celda. De este modo, se puede conseguir la coordinación de interferencia entre celdas entre canales de control extendidos. Esta coordinación de frecuencia no es posible con el PDCCH dado que el PDCCH abarca todo el ancho de banda. La Figura 9 muestra un PDCCH extendido o mejorado (ePDCCH) que, de forma similar al CCE en el PDCCH, es dividido en múltiples grupos y se hace corresponder con uno de los pares de RB configurados para canales de control mejorados, aquí denotados como regiones de control mejoradas.

50 Observe que en la Figura 9, la región de control mejorada no comienza en el símbolo OFDM cero, para alojar la transmisión simultánea de un PDCCH en la subtrama. Sin embargo, como se mencionó anteriormente, pueden haber tipos de portadoras en versiones de LTE futuras que no tengan un PDCCH, en cuyo caso la región de control mejorada podría comenzar desde el símbolo OFDM cero dentro de la subtrama.

55 Aun sí el canal de control mejorado permite la precodificación específica del UE y también posiblemente transmisión localizada (dentro de un par de RB) como se ilustra en la Figura 9, puede en algunos casos ser útil ser capaz de transmitir un canal de control mejorado en una forma de difusión, cobertura de área amplia. Esto es útil si el eNB no tiene información de confianza para realizar el precodificado hacia un cierto UE. En este caso, una transmisión de cobertura de área amplia es más robusta, aunque la ganancia de precodificación se pierde. Otro caso cuando la transmisión de difusión y área amplia es útil es cuando el mensaje de control particular está destinado para más de un UE. En este caso, la precodificación específica del UE no se puede usar. Un ejemplo de esto es la transmisión de información de control común que usa el ePDCCH (esto es en el espacio de búsqueda común). Aun otro caso donde la transmisión de banda ancha es útil es cuando se usa la precodificación de subbanda. Dado que el UE estima el canal en cada par de RB individualmente, el eNB puede elegir diferentes vectores de precodificación en los

diferentes pares de RB, si el eNB tiene tal información que los vectores de precodificación preferidos son diferentes en diferentes partes de la banda de frecuencia. En cualquier otro caso, una transmisión distribuida puede usarse, véase la Figura 10, donde el eREG perteneciente al mismo ePDCCH está distribuido sobre las regiones de control mejoradas.

- 5 Así, existe la necesidad de mecanismos para proporcionar tanto transmisiones localizadas como distribuidas de información de control del enlace descendente en un modo eficiente y flexible.

El documento de contribución del 3GPP R1-113202 describe una correspondencia CCE a RE del ePDCCH, con candidatos CCE localizados para conseguir ganancia de planificación de frecuencia, y CCE distribuidos para diversidad de frecuencia.

- 10 El documento de contribución del 3GPP R1-113100 describe estructuras de canales de control mejorados y diseño de señal de referencia. Cuando la señalización de control mejorada basada en la DMRS específica del US se usa, el UE ubicará un puerto de la DMRS exclusivo para cada decodificación del eCCH.

- 15 El documento de contribución del 3GPP R1-105344 describe un espacio de búsqueda para el R-PDCCH. En caso de la DMRS, se usa un esquema de único puerto de antena, con un puerto de antena y una ID aleatorizada que son configurados en capas más altas.

El documento de contribución del 3GPP R1-113195 describe una transmisión del PDCCH mejorado mediante el uso de dos diferentes enfoques, uno donde no se permite la multiplexación espacial, y otro donde se permite la multiplexación espacial de E-PDCCH para múltiples usuarios.

- 20 El documento de contribución del 3GPP R1-113238 describe una transmisión del E-PDCCH que transmite diversidad. Los esquemas de transmisión son descritos para localizar y distribuir la asignación de RB y usar diferentes números de puertos de la DMRS.

### Compendio

La invención se define por las reivindicaciones anexas 1-15. Las realizaciones que no caen bajo el alcance de las reivindicaciones tienen que interpretarse como ejemplos útiles para el entendimiento de la invención.

- 25 Algunas realizaciones proporcionan un método para transmitir un canal de control del enlace descendente en al menos un bloque de recursos. El canal de control del enlace descendente comprende un conjunto de grupos de elementos de recursos. El método puede ser ejecutado por un nodo de transmisión, por ejemplo, un eNB. El nodo de transmisión determina primero si transmitir el canal de control del enlace descendente mediante el uso de transmisión localizada o distribuida. En respuesta a la determinación de usar transmisión localizada, el nodo de  
30 transmisión realiza la transmisión tal que todos los grupos de elementos de recursos en el conjunto que están comprendidos en el mismo bloque de recursos se hacen corresponder al mismo puerto de antena, y el puerto de antena depende de en qué subconjunto de los grupos de elementos de recursos en el bloque de recursos son usados para el canal de control del enlace descendente.

- 35 Algunas realizaciones proporcionan un nodo de transmisión para transmitir un canal de control del enlace descendente en al menos un bloque de recursos, donde el canal de control del enlace descendente comprende un conjunto de grupos de elementos de recursos. El nodo de transmisión comprende circuitos de radio y circuitos de procesamiento. Los circuitos de procesamiento están configurados para determinar si transmitir el canal de control del enlace descendente mediante el uso de transmisión localizada o distribuida. Los circuitos de procesamiento están además configurados para, en respuesta a la determinación de usar transmisión localizada, realizar la  
40 transmisión a través de los circuitos de radio tal que todos los grupos de elementos de recursos en el conjunto que estén comprendidos en el mismo bloque de recursos o par de bloques de recursos se hagan corresponder al mismo puerto de antena, y el puerto de antena depende de qué grupos de elementos de recursos están comprendidos en el bloque de recursos o par de bloques de recursos.

- 45 Algunas realizaciones proporcionan un método en un equipo de usuario para recibir un canal de control del enlace descendente en al menos un bloque de recursos, donde el canal de control del enlace descendente comprende un conjunto de grupos de elementos de recursos. El equipo de usuario selecciona un conjunto de candidatos de grupos de elementos de recursos, correspondiente a un canal de control del enlace descendente candidato, a partir de un espacio de búsqueda configurado para el equipo de usuario. Entonces, para cada grupo de elementos de recursos en el conjunto candidato, el equipo de usuario identifica un puerto de antena al que el grupo de elementos de  
50 recursos se ha hecho corresponder en base al grupo de elementos de recursos. El equipo de usuario entonces intenta decodificar el canal de control del enlace descendente en base al canal estimado desde el puerto de antena identificado para cada grupo de elementos de recursos.

- 55 Algunas realizaciones proporcionan un nodo de recepción para recibir un canal de control del enlace descendente en al menos un bloque de recursos, donde el canal de control del enlace descendente comprende un conjunto de grupos de elementos de recursos. El nodo de transmisión comprende circuitos de radio y circuitos de procesamiento. Los circuitos de procesamiento están configurados para seleccionar un conjunto candidato de grupos de elementos

5 de recursos, que se corresponden con un canal de control del enlace descendente, desde un espacio de búsqueda configurado para el equipo de usuario. Los circuitos de procesamiento están además configurados para, para cada grupo de elementos de recursos en el conjunto candidato, identificar el puerto de antena al cual el grupo de elementos de recursos se ha hecho corresponder, en base al grupo de elementos de recursos. El circuito de procesamiento está además configurado para intentar decodificar el canal de control del enlace descendente en base al canal estimado a partir del puerto de antena identificado para cada grupo de elementos de recursos.

10 Algunas realizaciones proporcionan un método para configurar la transmisión del canal de control del enlace descendente para un equipo de usuario. El método se puede ejecutar en un nodo de transmisión, por ejemplo, un eNB. Según el método, el nodo de transmisión envía un mensaje al equipo de usuario que indica un conjunto de bloques de recursos, o grupos de elementos de recursos que están reservados para la transmisión localizadas de un canal de control del enlace descendente.

15 Algunas realizaciones proporcionan un método para configurar la transmisión del canal de control del enlace descendente para un equipo de usuario. El método se puede ejecutar en un nodo de transmisión, por ejemplo, un eNB. Según el método, el nodo de transmisión envía un mensaje al equipo de usuario que indica un conjunto de bloques de recursos, o grupos de elementos de recursos que están reservados para la transmisión distribuida de un canal de control del enlace descendente.

20 Algunas realizaciones proporcionan un método para configurar la transmisión del canal de control del enlace descendente para un equipo de usuario. El método se puede ejecutar en un nodo de transmisión, por ejemplo, un eNB. Según el método, el nodo de transmisión envía un mensaje al equipo de usuario que indica un conjunto de bloques de recursos, o grupos de elementos de recursos que están reservados para la transmisión localizada de un canal de control del enlace descendente, y que indica un segundo conjunto de bloques de recursos, o grupos de elementos de recursos, que están reservados para la transmisión distribuida de un canal de control del enlace descendente.

25 Algunas realizaciones proporcionan un método para recibir información de configuración sobre la transmisión del canal de control del enlace descendente. El método se puede ejecutar en un nodo de recepción, por ejemplo, un equipo de usuario. Según el método, el equipo de usuario recibe un mensaje que indica un conjunto de bloques de recursos, o grupos de elementos de recursos, que están reservados para la transmisión localizada de un canal de control del enlace descendente.

30 Algunas realizaciones proporcionan un método para recibir información de configuración sobre la transmisión del canal de control del enlace descendente. El método se puede ejecutar en un nodo de recepción, por ejemplo, un equipo de usuario. Según el método, el equipo de usuario recibe un mensaje que indica un conjunto de bloques de recursos, o grupos de elementos de recursos, que están reservados para la transmisión distribuida de un canal de control del enlace descendente.

35 Algunas realizaciones proporcionan un método para recibir información de configuración sobre la transmisión del canal de control del enlace descendente. El método se puede ejecutar en un nodo de recepción, por ejemplo, un equipo de usuario. Según el método, el equipo de usuario recibe un mensaje que indica un conjunto de bloques de recursos, o grupos de elementos de recursos, que están reservados para la transmisión localizada de un canal de control del enlace descendente, y que indica un segundo conjunto de bloques de recursos, o grupos de elementos de recursos, que están reservados para la transmisión distribuida de un canal de control del enlace descendente.

40 Modificaciones y otras realizaciones de la o las invenciones descritas vendrán a la mente de alguien experto en la técnica que tenga el beneficio de las enseñanzas presentadas en las descripciones precedentes y los dibujos asociados. Por lo tanto, se ha de entender que la o las invenciones no están limitadas a las realizaciones específicas descritas y que modificaciones y otras realizaciones están destinadas a estar incluidas dentro del alcance de esta descripción. Aunque se pueden emplear términos específicos en este documento, se usan solo en un sentido genérico y descriptivo y no con propósito de limitación.

**Breve descripción de los dibujos**

La Figura 1 es un diagrama esquemático que muestra los recursos físicos del enlace descendente de LTE

La Figura 2 es un diagrama esquemático que muestra una subtrama del enlace descendente

La Figura 3 es un diagrama esquemático que muestra símbolos de referencia específicos del UE

50 La Figura 4 es un diagrama esquemático que muestra la correspondencia de un CCE

La Figura 5 es un diagrama esquemático que muestra la agregación de CCE

La Figura 6 es un diagrama esquemático que muestra un espacio de búsqueda

La Figura 7 es un diagrama de flujo que ilustra los pasos del procesamiento para transmitir un PDCCH

La Figura 8 es un diagrama esquemático que ilustra un R-PDCCH

La Figura 9 es un diagrama esquemático que muestra un ejemplo de transmisión localizada

La Figura 10 es un diagrama esquemático que muestra un ejemplo de transmisión distribuida

5 La Figura 11 es un diagrama esquemático que muestra un par de PRB con eREG

Las Figuras 12-13 son diagramas esquemáticos que muestran ejemplos de asociaciones eREG-a-AP

La Figura 14 es un diagrama esquemático que muestra transmisión multi-capas MIMO

La Figura 15 es un diagrama esquemático que muestra un ejemplo de bloque de recursos de tipo D

Las Figuras 16-18 son diagramas esquemáticos que muestran ejemplos de bloques de recursos de tipo L

10 Las Figuras 19-25 ilustran ejemplos de pares de PRB con eREG priorizados para transmisión L o D

La Figura 26 es un diagrama esquemático que muestra un ejemplo de red inalámbrica

La Figura 27 es un diagrama de señalización y un diagrama de flujo combinados que ilustran algunas realizaciones

Las Figuras 28-29 son diagramas de flujo que ilustran algunas realizaciones

La Figura 30 muestra un ejemplo de asociación entre eREG y AP

15 Las Figuras 31-35 son diagramas de flujo que ilustran algunas realizaciones

La Figura 36 es un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de nodo de red

La Figura 37 es un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de dispositivo inalámbrico

Las Figuras 38-39 muestran ejemplos de correspondencia de puerto de antena

### Descripción detallada

20 Se debería observar que aunque la terminología de LTE del 3GPP ha sido usada en esta descripción para ejemplificar la invención, esto no debería verse como limitante del alcance de la invención a solo el sistema mencionando anteriormente. Otros sistemas inalámbricos que emplean transmisión multi antena pueden también beneficiarse de explotar las ideas cubiertas dentro de esta descripción.

25 Ejemplos específicos en esta descripción se refieren al ePDCCH, PDCCH mejorado, PDCCH extendido, canal de control extendido, canal de control mejorado, canal de control del enlace descendente extendido o canal de control del enlace descendente mejorado. El canal de control mejorado o extendido discutido en esta descripción también engloba la transmisión de HARQ-ACK para la transmisión del enlace ascendente, así un PHICH extendido o mejorado (ePHICH). Debería por tanto observarse que estos términos están destinados a englobar cualquier canal de control, en particular un canal de control del enlace descendente, que está multiplexado en frecuencia con datos, y que tiene señales de referencia independientes para la demodulación (DMRS) dentro del bloque de recursos ocupado por la información de control asociada. Tal canal de control puede también referirse como un canal de control extendido. Así, cuando los ejemplos en este documento se refieren específicamente a un ePDCCH, o PDCCH mejorado, esto no se debería interpretar como limitante. Los conceptos presentados en esta descripción aplican de manera general a canales de control mejorados o extendidos.

35 La expresión "bloque de recursos" como se usa en esta descripción se refiere a un bloque o grupo de recursos, consecutivos en frecuencia y tiempo, configurados para la transmisión del canal de control mejorado. La entidad de recurso más pequeña es un elemento de recurso (RE). En dos ejemplos e implementaciones no limitantes, un "bloque de recursos" puede ser un bloque de recursos físico (PRB) o un par de bloques de recursos físicos (par de PRB). En LTE, un par de PRB se corresponde a una subtrama donde el primer PRB en el par ocupa el primer intervalo, y el segundo PRB en el par ocupa el segundo intervalo. Sin embargo, se debería observar que siempre que en esta descripción se refiera a usar un "par de PRB" esto no se debería interpretar como limitante. Es igualmente posible transmitir la información de control en un único PRB (por ejemplo en solo el primer intervalo, o solo el segundo intervalo), en una parte de un único PRB o en una parte de un par de PRB. Es también concebible usar un grupo mayor de recursos, por ejemplo, dos o cuatro pares de PRB.

45 Cuando esta descripción se refiere a un grupo de elementos de recursos que se hace "corresponder" con un puerto de antena, esto significa que el UE puede usar el canal estimado por la DMRS asociada con el puerto de antena cuando demodula un mensaje en el grupo de elementos de recursos que se dice que se ha hecho corresponder con el puerto de antena.

En un concepto posible para la transmisión de la señal de control mejorada con señales de referencia específicas del UE, múltiples recursos ortogonales se definen en cada RB o par de RB configurado usado para la transmisión del canal de control. Un recurso se define generalmente como una región en la cuadrícula OFDM de tiempo-frecuencia que consiste en un subconjunto del RE en el RB o en el par de RB más un código de cubierta de un conjunto de códigos de cubierta ortogonales. Por lo tanto, los recursos son multiplexados ortogonalmente en los dominios del tiempo, frecuencia y código (TDM, FDM y CDM respectivamente). Para la siguiente descripción, sin pérdida de generalidad, se asume que la división por código no se usa. En cambio, un recurso se define como una región en la cuadrícula del tiempo frecuencia solo.

Cada uno de los recursos de tiempo frecuencia es asociado con una única RS, o puerto de antena equivalente, que está localizado en el mismo RB o par de RB. Cuando un UE demodula la información en un recurso dado del RB o par de RB, usa la RS/puerto de antena asociada con ese recurso. La demodulación RS correspondiente a cierto puerto de antena se denotará también como DMRS a continuación. Además, cada recurso en un RB o par de RB se puede asignar de manera independiente a los UE. Véase la Figura 11 para un ejemplo donde se usa la división por tiempo y frecuencia de RE en recursos, denotado grupos de elementos de recursos mejorados o grupos RE, (el eREG es así un recurso). Cada eREG es asociado con una RS del conjunto de RS ortogonales en el RB o par de RB.

Cada eREG es asociado con un puerto de antena (AP) y esto puede por ejemplo describirse con un diagrama de nodo como se muestra en la Figura 12. Aquí se puede ver que eREG 1 y eREG 3 son asociados con el puerto de antena (AP) 0. Cuando un UE demodula parte de un ePDCCH transmitido en por ejemplo eREG1 usará la RS asociada con AP 0 para demodular. Se debería observar que en algunas realizaciones, un eREG puede asociarse con más de un puerto de antena, como se explicará a continuación. El número de puertos de antena puede ser menor que, el mismo que, o mayor que el número de antenas de transmisión físicas.

Los términos eREG, grupo de elementos de recursos mejorados, o simplemente grupo de elementos de recursos (REG), son usados de manera intercambiable en esta descripción para referirse a un grupo de elementos de recursos en la cuadrícula del tiempo-frecuencia que puede usarse para transmitir información de control del enlace descendente, esto es, los RE que no se usan para otros propósitos tales como PDCCH, PHICH, PCFICH, señales de referencia de demodulación, CRS, CSI-RS, etc. Los elementos de recursos en un grupo de elementos de recursos son comprendidos en el mismo bloque de recursos, por ejemplo, el mismo PRB o par de PRB, y cada grupo de elementos de recursos es asociado con al menos un puerto de antena. En varios ejemplos en esta descripción, un par de PRB se asume que contiene 9 eREG, pero esto no debería interpretarse como una limitación. Un bloque de recursos puede contener menos o más número de eREG, por ejemplo, 4, 6 ó 12 eREG.

Cada canal del control del enlace descendente mejorado comprende al menos un elemento de canal de control (CCE), donde los CCE pueden estar bien contenidos en un único bloque de recursos o distribuidos sobre varios bloques (esto es distribuidos en frecuencia). Cada CCE a su vez comprende un número fijo de eREG. En esta descripción, se asumen dos eREG por CCE, pero otras configuraciones son igualmente posibles.

Observe que aun si las RS ortogonales múltiples se usan en el bloque de recursos, por ejemplo el RB o par de RB, solo hay una capa de datos de control transmitidos. Como se puede ver en la Figura 12, es posible que más de un eREG esté usando un AP, que es posible dado que los eREG son ortogonales en la cuadrícula OFDM de tiempo-frecuencia. Observe que en este caso, tanto eREG1 como eREG3 usarán el mismo vector de precodificación dado que usan el mismo puerto de antena.

El uso de puertos de antena aquí no se confundirá con transmisión de capas múltiples MIMO en un par de RB, donde cada uno de las RS o AP múltiples se corresponden con una capa MIMO transmitida. Si este fuera el caso, un eREG tendría múltiples capas y cada eREG necesitaría entonces asociarse con más de un AP, uno por capa. El diagrama de nodo relacionado para este caso se muestra en la Figura 13. La Figura 14 muestra un ejemplo de transmisión multi-capas MIMO que usa dos puertos de antena, denotados AP-1 y AP-2. Observe que en MIMO, el número máximo de puertos de antena es comúnmente el mismo que el número de antenas físicas.

En cada recurso, la información de control es transmitida comprendiendo un PDCCH mejorado, un CCE o una fracción de CCE, un PHICH mejorado o un PBCH mejorado. Si el recurso es demasiado pequeño para encajar en un PDCCH mejorado, CCE, PHICH o PBCH completo, se puede transmitir una fracción en el recurso y la otra fracción en otros recursos en otro RB o pares de RB en otra parte en la misma subtrama, como se muestra en la Figura 10. Observe que los recursos en otros RB o pares de RB están asociados con sus respectivos puertos de antena dentro del mismo RB o par de RB.

La transmisión de un canal de control mejorado debería realizarse en un modo eficiente y flexible. En particular, debería ser ventajoso minimizar o al menos reducir la sobrecarga de la RS y usar solo el número de puertos de antena necesario dentro de un bloque de recursos, ya que cada puerto de antena adicional implica que se necesita realizar otra estimación de canal en el equipo de usuario, Además sería deseable soportar tanto la transmisión localizada como la distribuida de canales de control mejorados dentro de la misma trama de tiempo, por ejemplo dentro de la misma subtrama o intervalo. Esto haría posible aprovechar las ganancias del formado de haz cuando

hay disponible suficiente información de precodificación, mientras que es capaz también de transmitir información de control de difusión a varios equipos de usuario o en caso de que el canal al equipo no sea conocido.

5 Cuando un ePDCCH transmitido que usa precodificación específica del UE usa más de un eREG dentro de un par de PRB, entonces la necesidad de estimar múltiples canales en el UE debería evitarse. En este caso, una regla de asociación eREG a AP selecciona solo un AP por grupo de eREG usado según algunas realizaciones. Véase un ejemplo en la Figura, que muestra un caso donde los cuatro eREG son usados y el AP 7 es usado para la demodulación del ePDCCH transmitido que usa todos los eREG. Otra ventaja de tal asociación de AP es que la potencia de la DMRS puede a veces transferirse desde AP no usados a AP usados, lo que mejora el rendimiento de la estimación del canal.

10 La Figura 38 muestra un ejemplo de una asociación de puerto de antena para la precodificación específica del UE cuando un ePDCCH usa dos o más eREG dentro del par de PRB respectivamente. En el ejemplo de la izquierda, AP 9 no se usa. En el ejemplo de la derecha, un ePDCCH usa el par de PRB completo y solo se usa el AP7, los otros AP no se usan. En el ejemplo de la izquierda, eREG1 y eREG2 se usan para transmitir ePDCCH 1, y eREG4 se usa para transmitir ePDCCH 2. En el ejemplo de la derecha, eREG1-4 se usan para transmitir ePDCCH 1.

15 Observe que la estimación del canal en este caso será parte de la decodificación ciega dado que qué puerto de antena se usa depende de la hipótesis en el nivel de agregación del CCE y en consecuencia también el número de eREG usados.

20 Cuando la precodificación específica del UE no se usa, tal como cuando el canal de control transmitido contiene información de difusión o cuando el vector de precodificación preferido no es conocido en el eNB, entonces la DMRS se puede usar como una "señal de referencia común localizada", usada por múltiples UE para demodular el ePDCCH. De manera equivalente, se puede decir que el AP es compartido por múltiples mensajes del ePDCCH y/o múltiples UE. En este caso es suficiente usar uno o dos (para diversidad de antena) puertos de antena por par de PRB para todos los eREG, y un ejemplo de esta asociación se da en la Figura 3 donde dos puertos, AP 7 y AP 9 se usan para proporcionar diversidad de antena. Como AP 8 y 10 no se usan nunca, AP 7 y 9 pueden ver su potencia aumentada en 3dB.

25 La Figura 39 muestra una asociación entre eREG y AP en el caso de puertos de antena compartidos. Esto se puede usar para la transmisión distribuida del ePDCCH. En este caso la asociación eREG a AP es fija y no dependiente del número de eREG que un ePDCCH está usando. En el ejemplo de la izquierda, ePDCCH 1 es transmitido en eREG 1 y eREG2, y ePDCCH 2 es transmitido en eREG 3 y eREG 4. En el ejemplo a mano derecha, ePDCCH 1 es transmitido en eREG1-eREG4.

30 Además, dado que esos AP son compartidos por múltiples UE o múltiples mensajes del ePDCCH, es probable que se utilice una diversidad de antena, las asociaciones eREG a AP usadas deberían ser fijas y no dependientes de cuántos eREG se usan. Esto también implica que la potencia de la DMRS es siempre conocida y la estimación del canal se separa de la decodificación ciega, lo que puede simplificar el receptor.

35 Así, según algunas realizaciones, cada eREG se asocia con un puerto de antena. Cuando se usa la precodificación específica del UE, por ejemplo para la transmisión localizada, se usa un puerto de antena por par de PRB para una transmisión de ePDCCH dada. Qué AP usar depende de qué eREG se usan para la transmisión. Cuando no se usa la precodificación específica del UE y los AP se comparten (por ejemplo para algunos casos de transmisión distribuida), las asociaciones eREG a AP son fijas. En estas realizaciones, la correspondencia desde eREG a puertos de antena es dependiente de si se usa precodificación específica del usuario o no.

40 En el presente contexto, la transmisión distribuida se refiere a la distribución del ePDCCH en el dominio de la frecuencia para obtener diversidad de frecuencia. Así, en un caso típico el ePDCCH se extiende sobre varios PRB o pares de PRB diferentes, cubriendo una gran parte del espectro o incluso el espectro completo. Cada PRB o par de PRB contendrá así normalmente partes del ePDCCH para múltiples UE. La transmisión distribuida también será referida como transmisión "D" a continuación. La transmisión distribuida es a menudo usada cuando la precodificación específica del UE no se aplica. Así, se hace difusión del canal de control sobre un área amplia o, dicho de otra manera, se forma un haz ancho. De manera alternativa, el mensaje puede ser transmitido en diferentes partes y cada parte tener un precodificador seleccionado de manera pseudo aleatoria. Se señala, sin embargo, que la transmisión distribuida puede también usarse cuando la precodificación específica del usuario se aplica. Este modo de transmisión puede por ejemplo ser beneficiosa cuando el eNB solo tiene acceso a información de precodificación de banda ancha, y es entonces posible capturar alguna ganancia de conformado de haz y alguna ganancia de diversidad.

45 La transmisión localizada, por otro lado, se refiere a una transmisión que está localizada en frecuencia. El ePDCCH puede, en este caso, estar confinado dentro de un único PRB o par de PRB, pero también puede ocupar dos o más PRB o pares de PRB que serán normalmente adyacentes en frecuencia. Por ejemplo, el nivel de agregación más grande como se define actualmente (8 CCE) requiere  $8 * 36 = 228$  RE, que requiere dos pares de PRB si se usa la modulación QPSK. La transmisión localizada será también referida como transmisión "L" a continuación. La transmisión localizada es a menudo usada cuando la precodificación específica del UE se aplica. Se puede formar

entonces un haz que es dirigido a un equipo de usuario específico. Un requisito previo es que el transmisor tenga conocimiento del canal del enlace descendente al equipo de usuario.

Más realizaciones se describen a continuación. En algunas de esas realizaciones, se asumirá que la precodificación específica del usuario siempre se aplica junto con la transmisión localizada de un ePDCCH, y que la precodificación no específica del usuario siempre se aplica junto con la transmisión distribuida de un ePDCCH. Como se explicará en los siguientes párrafos, este es un caso común en la práctica. Sin embargo, no debería interpretarse como limitante y debería dar cuenta en particular de que la precodificación específica del usuario se puede aplicar independientemente de si la transmisión es localizada o distribuida. Dicho lo cual, se observa que en las realizaciones donde la precodificación específica del usuario implica transmisión localizada, y precodificación no específica del usuario implica transmisión distribuida, la correspondencia de eREG a AP puede ser determinada, como en realizaciones anteriores, en base a si la transmisión se realiza con precodificación específica del usuario o no – o de manera equivalente, la correspondencia de eREG a AP puede determinarse en base a si la transmisión es distribuida o localizada.

En algunas realizaciones, la asociación entre grupos de elementos de recursos y puertos de antena se determina entonces en base a ciertas lógicas o reglas. Por ejemplo, cuando la precodificación específica del usuario se aplica para un canal de control en un bloque de recursos, el puerto de antena puede determinarse en base a los grupos de elementos de recursos usados en ese bloque de recursos. De manera más específica, el puerto de antena puede determinarse en base al número de grupos de elementos de recursos usados y/o la localización de los grupos de elementos de recursos dentro del bloque de recursos. Se debería observar que dado que la precodificación específica del usuario se aplica, el mismo puerto de antena se usará para todos los grupos de elementos de recursos dentro del mismo bloque de recursos. Por lo tanto, el número de puertos de antena usados en un bloque de recursos es flexible y depende de los grupos de elementos de recursos usados. Mediante la adaptación del número de puertos de antena a los grupos de elementos de recursos usados de este modo, se puede obtener una reducción de la sobrecarga del puerto de antena, aumento de la eficiencia energética, y mejora de la estimación del canal, como se explicará más detalladamente a continuación.

Para la transmisión de un canal de control sin precodificación específica del usuario, un número fijo de puertos de antena (por ejemplo dos puertos de antena) puede usarse en cada bloque de recursos, y el puerto de antena para cada grupo de elementos de recursos se determina según una correspondencia predefinida, esto es cada grupo de elementos de recursos se asocia con un puerto de antena predeterminado. Además, los grupos de elementos de recursos dentro del mismo bloque de recursos que se usan para el mismo canal de control pueden usar diferentes puertos de antena para obtener diversidad de antena.

En una realización particular, los bloques de recursos (por ejemplo PRB o pares de PRB) configurados para la transmisión del canal de control se categorizan en tipo “L” y tipo “D”, donde los bloques de tipo L se usan para transmisión localizada, y los bloques de tipo D se usan para transmisión distribuida. En esta realización particular, y en las mostradas en las Figuras 19-25, 29, 31, 33, 34, se asume que la precodificación específica del usuario se aplica para transmisiones localizadas, pero no para transmisiones distribuidas. Como se apuntó anteriormente, este no es necesariamente el caso. La categorización puede comunicarse desde el nodo de transmisión al equipo de usuario en un mensaje de configuración. Un espacio de búsqueda del UE puede abarcar tanto bloques de recursos de categoría D como L, para permitir que el eNB transmita de manera flexible un canal de control al UE mediante el uso de bien transmisión L o D. Pueden transmitirse canales de control diferentes para el mismo UE mediante el uso de una mezcla de transmisión L y D.

Además se apunta que en otras realizaciones, los bloques de recursos configurados para la transmisión del canal de control se categorizan tal que algunos bloques se reservan para la transmisión con precodificación específica del usuario, y otros bloques se reservan para la transmisión sin precodificación específica del usuario. La correspondencia de eREG a AP puede entonces determinarse en base al tipo del bloque.

En los ejemplos expuestos a continuación, se asume de manera general que hay disponibles un máximo de cuatro puertos de antena. Además, se asume que las señales de referencia para el puerto de antena 1 (AP-1) y el puerto de antena 2 (AP-2) son multiplexados por división de código en los elementos de recursos denotados R7 en la Figura 3, y que las señales de referencia para el puerto de antena 3 (AP-3) y el puerto de antena 4 (AP-4) son multiplexados por división de código en los elementos de recursos denotados R9 en la Figura 3. Sin embargo, debería entenderse que los conceptos descritos aquí aplican generalmente a cualquier número de puertos de antena, que pueden multiplexarse por código de una forma diferente o no multiplexarse por código en absoluto.

La Figura 15 muestra un ejemplo de bloque de recursos de tipo D. El bloque de recursos puede ser un RB o un par de RB y comprender 8 grupos de elementos de recursos, eREG-1 a eREG-8, ilustrados por los círculos negros. Como se indica por los óvalos que rodean los eREG, dos, cuatro, u ocho grupos de elementos de recursos se pueden agrupar juntos formando un canal de control o una parte de un canal de control. Cada eREG se asocia con un puerto de antena según una correspondencia predeterminada. En este ejemplo, eREG-1, 3, 5, y 7 se asocian con AP-1, y eREG-2, 4, 6, y 8 se asocian con bien AP-2 o AP-3. Así, un total de dos puertos de antena se usan en este bloque de recursos, bien AP-1 y AP-2, o AP-1 y AP-3. Dado que los eREG son ortogonales en el dominio del tiempo-frecuencia y la precodificación no es específica del usuario, la misma DMRS se puede usar para múltiples equipos

de usuario, lo que reduce la sobrecarga de la RS e incrementa la eficiencia energética. El número de puertos de antena usado en un bloque de tipo D es fijo en este ejemplo, pero puede ser configurable también por capas más altas, por ejemplo mediante el uso de señalización RRC. Los puertos de antena a usar (por ejemplo AP-1 y AP-2 o AP-1 y AP-3) pueden también ser fijos o configurables por capas más altas.

5 Las Figuras 16 (a)-(c) muestran tres ejemplos diferentes de bloques de recursos de tipo L. Como en la Figura 15, los bloques pueden ser RB o pares de RB y cada bloque comprende 8 eREG. Los óvalos que rodean los eREG se corresponden a un canal de control, o parte de un canal de control, transmitido en el bloque. Como se ve aquí, el número de puertos de antena usado en un bloque de tipo L depende de qué eREG se usan para un canal de control en el bloque. En la Figura 16 (a), se usan dos eREG para un canal de control, y se transmiten cuatro canales de control diferentes o canales de control parciales en el bloque (correspondiente a los cuatro óvalos). Se usan cuatro puertos de antena en total. En la Figura 16(b), se transmiten dos canales de control o canales de control parciales. eREG-1 a eREG-4, pertenecientes al primer canal de control, se hacen corresponder con el AP-1, y eREG5 a eREG8 pertenecientes al segundo canal de control se hacen corresponder con el AP-3. Así, se usan cuatro eREG para un canal de control y dos puertos de antena. Finalmente, en la Figura 16 (c), los 8 eREG se usan para un único canal de control y se hacen corresponder a un puerto de antena, AP-1. Así, en la Figura 16 (a)-(c) los puertos de antena a usar para un eREG dependen del número de eREG que se usan para el mismo canal de control, y del subconjunto particular de eREG usado. En cuanto a la Figura 15, los puertos de antena a usar para diferentes números de eREG y subconjuntos de eREG pueden ser fijos o configurables.

20 Se debería observar que en el caso donde un canal de control es contenido dentro de un único bloque de recursos, el número de eREG usado se corresponde con el nivel de agregación del canal de control. En la Figura 16(a) el nivel de agregación (AL) sería 1 (asumiendo que hay dos eREG en un CCE), la Figura 16(b) se correspondería con AL=2 y la Figura 16(c) se correspondería con AL=4. En este caso especial, el puerto de antena a usar se puede decir que depende del nivel de agregación del canal de control.

25 La Figura 17 ilustra un bloque de recursos de tipo L donde números diferentes de eREG (diferente AL) se usan para diferentes canales de control, eREG1 a eREG4 pertenecen a un canal de control y usan AP-1, eREG-5 y eREG-6 pertenecen a un segundo canal de control y usan AP-3, y eREG-7 y eREG-8 pertenecen a un tercer canal de control y usan AP-4. También en este ejemplo, el puerto de antena a usar para un eREG en un canal de control depende de qué subconjunto de eREG se usa para el canal de control.

30 Los beneficios de adaptar el número de puertos de antena para la transmisión localizada en base a qué subconjunto de eREG se ha usado para diferentes canales de control puede incluir sobrecarga de la RS reducida y adaptativa, aumento de la eficiencia energética, mejora de la estimación del canal y estimación del canal más eficiente. La Figura 18 ilustra la mejora. En la Figura 18 (a), cuatro ePDCCH se comprenden en un bloque de recursos. Cuatro puertos de antena y las RS correspondientes se usan para eREG-1 a eREG-4. En la Figura 18 (b), el mismo ePDCCH se transmite en los cuatro eREG, y un único AP se usa para todos los eREG. Así, solo una única DMRS necesita ser transmitida, en vez de las cuatro DMRS. Esto también implica que el equipo de usuario solo necesita realizar una única estimación de canal. En contraste, si un número fijo de puertos de antena (por ejemplo cuatro AP) se hubiera usado en (b), entonces el UE habría tenido que realizar una estimación de canal por eREG, lo que es menos eficiente. Además, la energía de la DMRS necesita ser dividida entre los AP asignados en el bloque de recursos que significa que la estimación del canal puede ser menos precisa.

40 En algunas realizaciones, los grupos de elementos de recursos dentro de todos los bloques de recursos configurados para la transmisión del canal de control se categorizan en dos grupos, donde el primer grupo es priorizado para la transmisión L y el segundo grupo es priorizado para la transmisión D. Así, la categorización L o D tiene lugar por grupo de elementos de recursos, en vez de por bloque de recursos (RB o par de RB). En esta realización, es posible usar un bloque de recursos (por ejemplo un RB o par de RB) para bien la transmisión L o D. Observe que categorizar bloques de recursos completos como bloques de tipo L o de tipo D puede verse como un caso especial de esta realización, donde todos los grupos de elementos de recursos en un bloque de recursos son priorizados para el mismo tipo de transmisión. La información sobre qué grupos de elementos de recursos se prioriza para diferentes tipos de transmisiones puede comunicarse desde el nodo de transmisión al equipo de usuario en un mensaje de configuración. Además, la priorización puede cambiar de manera dinámica, en cuyo caso el nodo de transmisión puede enviar otro mensaje de configuración al equipo de usuario. En una variante de esta realización, la asociación de eREG a grupos L o D es específica del equipo de usuario.

Además se apunta que en otras realizaciones, los grupos de elementos de recursos dentro de todos los bloques de recursos configurados para la transmisión del canal de control se categorizan en cambio tal que algunos grupos de elementos de recursos se reservan para la transmisión con precodificación específica del usuario, y otros grupos de elementos de recursos se reservan para la transmisión sin precodificación específica del usuario. La correspondencia de eREG a AP puede entonces determinarse en bases al tipo del grupo de elementos de recursos.

Una ventaja de esta realización es la flexibilidad aumentada, pues pares de PRB enteros no están atados a ser bien tipo L o tipo D como en la realización previa. Como en la realización previa, los eREG de tipo D tienen una asociación predefinida a un cierto puerto de antena, que puede ser fija o configurable por capas más altas. Para los eREG de tipo L, el puerto de antena depende de qué subconjunto de eREG se usan para el canal de control.

Las Figuras 19-25 ilustran varios ejemplos de pares de PRB donde los eREG se priorizan para transmisión D o L. Se asume en estas figuras que un número fijo de puertos de antena (2 AP) se usa para transmisión de diversidad. Como se mencionó anteriormente, este número puede ser configurable por capas más altas. Se asume además que hay 8 eREG por par de PRB, y dos eREG por CCE.

- 5 La Figura 19 ilustra un par de PRB que soporta la transmisión D de bien 1 CCE, 2 CCE, o 4 CCE. Los cuatro eREG superiores se priorizan para la transmisión D, véase la Figura 19(a). Sin embargo, en el caso de transmisión de 4-CCE que cubre eREG de tipo D y de tipo L, la transmisión D se priorizará, véase la Figura 19(b).

- 10 La Figura 21 muestra un par de PRB que soporta transmisión L de 2x1 CCE, 1x2 CCE, o 1x4 CCE. La sobrecarga de 4 AP se asume en la Figura 21(a), la sobrecarga de 3 AP se asume en la Figura 21(b) y la sobrecarga de 1 AP se asume para la Figura 21(c). Observe que 2 AP se reservan siempre para transmisión de diversidad (AP-1 y AP-2) excepto en el caso de la transmisión L de 4 CCE, donde el par de PRB entero se usa para la transmisión L. Así, cuando el canal de control abarca ambos eREG tipo L y tipo D, en este ejemplo la transmisión L se prioriza.

- 15 La Figura 22 muestra un par de PRB que se usa para la transmisión tanto L como D. Esto se puede referir como un "modo compartido". La sobrecarga de 4 AP se asume. 2 AP se usan para transmisión de diversidad, y 2 AP se usan para transmisión localizada. Como se puede ver en la Figura 22, un par de PRB soporta de manera simultánea transmisión D de 2x1 CCE o 1x2 CCE, y transmisión L de 2x1 CCE o 1x2 CCE.

Como se muestra en las Figuras 23-25, el número de eREG asignado a tipo L y tipo D puede variar, y los eREG pueden también ser reasignados a una categoría diferente si es necesario.

- 20 En la Figura 23, hay menos transmisiones de tipo D y por lo tanto, un gran número de eREG se asignan a la categoría de tipo D dentro del par de PRB. En la Figura 24, no hay transmisiones de tipo L, y por lo tanto todos los eREG de tipo L son reasignados al tipo D. Como resultado, solo hay una sobrecarga de 2 AP comparada con los 4 AP en la Figura 23. La Figura 25 también muestra el caso donde no hay transmisiones de tipo L, y todos los eREG se asignan al tipo D. Observe que la diversidad de cuarto orden es posible para una transmisión D de 1x4 CCE. Finalmente, en la situación inversa donde no se necesita transmisión de diversidad, es posible asignar todos los eREG al tipo L. Esto se corresponde con la situación mostrada en la Figura 16.

En caso de una reasignación de eREG a una categoría diferente, el UE necesitará ser informado, pues esto afecta a las suposiciones de decodificación de UE en términos de qué AP, y cuántos AP se usan en un par de PRB. Esto se puede conseguir por ejemplo mediante señalización RRC desde el eNB al UE.

- 30 Algunas realizaciones de la invención se pueden implementar en la red inalámbrica mostrada en la Figura 26. Esta figura ilustra un escenario de red heterogénea basada en una RRU. Un nodo de alta potencia tal como un eNB sirve a una macro celda. El eNB se conecta a una unidad de radio remota (RRU) que proporciona un área de cobertura adicional (región punteada) dentro de la macro celda. En este ejemplo, la RRU usa la misma ID de celda que la macro celda y por lo tanto, la región punteada no es una celda separada. Sin embargo, mediante el uso de la transmisión del canal de control extendido, el eNB puede conformar haz de información de control al UE dentro de la región punteada a través de la RRU. Así, la transmisión del canal de control extendido proporciona reutilización espacial intra celda de recursos en este ejemplo.

- 35 Se enfatiza que la presente invención puede usarse en varios otros escenarios también. Por ejemplo, la transmisión del canal de control extendido puede ser beneficiosa en la zona de expansión de una pico celda, donde la interferencia entre las macro y pico celdas hacen difícil recibir canales de control tal como el PDCCH, el PCFICH y el PHICH. Los métodos de coordinación de interferencia entre celdas convencional (ICIC) pueden usarse entonces, donde las pico y macro celdas pueden estar separadas en el dominio de la frecuencia y el ePDCCH más el ePHICH son transmitidos mediante el nodo de baja potencia (estación base pico) solo en el intervalo de frecuencias reservado para la pico celda. Además, se debería observar que la invención no está limitada a escenarios de HetNet. La conformación de haz para información de control puede por ejemplo ser beneficiosa si un equipo de usuario está ubicado en el borde de la celda de una macro celda. En general, la transmisión del canal de control extendido permite un uso más eficiente de múltiples antenas en el transmisor (por ejemplo eNB).

- 40 Un método para configurar la transmisión del canal de control del enlace descendente para un equipo de usuario según algunas realizaciones se describirá ahora, con referencia a la Figura 26 y el diagrama de señalización en la Figura 27. El método puede ejecutarse en un nodo de transmisión, tal como el eNB mostrado en la Figura 26. El método puede también ejecutarse en cualquier otro tipo de nodo de transmisión equipado con múltiples antenas, tal como un nodo de baja potencia (por ejemplo estación base pico).

El nodo de transmisión envía un mensaje al equipo de usuario que ha de ser configurado, donde el mensaje indica un conjunto de bloques de recursos que son reservados para la transmisión de un canal de control del enlace descendente con transmisión localizada.

- 55 El conjunto de bloques de recursos puede indicarse de varios diferentes modos, por ejemplo por medio de un mapa de bits, o como un índice a una tabla de configuración predefinida. Como otro ejemplo, el conjunto de bloques se puede indicar por un entero N, que indica que cada N-ene bloque o elemento de recursos en el ancho de banda del

sistema, o de manera alternativa cada N-ene bloque en el espacio de búsqueda del equipo de usuario, se comprende en el conjunto. En aun otro ejemplo, se indica un intervalo de bloques. En este caso, el mensaje puede comprender un índice de inicio y un índice de fin, que indican el intervalo de bloques. Varios intervalos pueden también indicarse, en cuyo caso el mensaje comprendería varios índices de inicio y de fin.

- 5 En una variante, el conjunto de bloques de recursos comprende solo bloques que están incluidos en un espacio de búsqueda del equipo de usuario.

En variantes particulares, un bloque de recursos se corresponde con un PRB o par de PRB.

- 10 El mensaje puede enviarse mediante el uso de señalización de capas más altas dedicadas, por ejemplo como un mensaje RRC. También es posible indicar el conjunto de bloques de recursos en un mensaje de difusión, por ejemplo en información del sistema. Esto asume que el conjunto de bloques reservados son el mismo para todos los equipos de usuario servidos por el nodo de transmisión.

- 15 En una variación de esta realización, un conjunto de grupos de elementos de recursos se indica, en vez de indicar bloques de recursos. Esto se corresponde a reservar recursos para transmisión localizada en forma de grupo de elementos de recursos. Se debería observar que "reservar" en este contexto no implica necesariamente que un grupo de elementos de recursos puede solo usarse por un cierto tipo de transmisión. Como se describió anteriormente, en ciertas situaciones, un grupo de elementos de recursos reservado para transmisión localizada pue de ser reasignado para transmisión distribuida, y viceversa. Dicho de otra forma, el conjunto de grupos de elementos de recursos se prioriza para, o se destina principalmente para transmisión localizada.

- 20 Otro método para configurar la transmisión del canal de control del enlace descendente para un equipo de usuario según algunas realizaciones se describirá ahora, con referencia a la Figura 26 y el diagrama de señalización en la Figura 27. Este método está basado en la realización anterior, pero en vez de indicar los bloques de recursos que se reservan para la transmisión localizada, el mensaje indica un conjunto de bloques de recursos, o grupos de elementos de recursos, que se reservan para la transmisión distribuida.

- 25 El nodo de transmisión envía un mensaje al equipo de usuario que ha de ser configurado, donde el mensaje indica un conjunto de bloques de recursos que son reservados para la transmisión distribuida de un canal de control del enlace descendente.

El conjunto de bloques de recursos puede indicarse en cualquiera de los modos descritos anteriormente.

En una variante, el conjunto de bloques de recursos comprende solo bloques que están incluidos en un espacio de búsqueda del equipo de usuario.

- 30 En variantes particulares, un bloque de recursos se corresponde con un PRB o par de PRB.

- 35 El mensaje puede enviarse mediante el uso de señalización RRC. También es posible indicar el conjunto de bloques de recursos en un mensaje de difusión, por ejemplo en información del sistema. Esto asume que el conjunto de bloques reservados son el mismo para todos los equipos de usuario servidos por el nodo de transmisión. Esto puede ser más probable para transmisión distribuida, pues es usada normalmente para información de control dirigida a todos los equipos de usuarios o a un grupo de equipos de usuarios.

En una variación de esta realización, un conjunto de grupos de elementos de recursos se indica, en vez de indicar bloques de recursos. Esto se corresponde a reservar recursos para transmisión localizada en forma de grupo de elementos de recursos.

- 40 Aun otra realización se describirá ahora, que es una combinación de las dos realizaciones expuestas anteriormente. Así, en esta realización dos conjuntos de bloques de recursos o grupos de elementos de recursos se indican en el mensaje: Un primer conjunto para transmisión localizada, y un segundo conjunto para transmisión distribuida. Tanto el primero como el segundo conjunto se pueden indicar en cualquiera de los modos mencionados anteriormente. Notablemente, se pueden usar diferentes mecanismos de indicación para el primer y el segundo conjuntos. Por ejemplo, el conjunto para la transmisión localizada puede indicarse por un mapa de bits, mientras que el conjunto para la transmisión distribuida puede indicarse por un índice o un entero N.

- 45 Como se puede ver en la Figura 27, la configuración descrita anteriormente puede ser seguida por una transmisión de un canal de control extendido, eCCH, mediante el uso de bien transmisión localizada o distribuida. Las siguientes realizaciones describirán métodos para realizar la transmisión. Así, los métodos descritos anteriormente para transmitir información de configuración se pueden combinar con cualquiera de los métodos descritos a continuación para transmitir o recibir un canal de control extendido.

- 50 Un método correspondiente ejecutado en un nodo de recepción, por ejemplo equipo de usuario, recibe el mensaje de configuración desde el nodo de transmisión, por ejemplo eNB. Esto permite al equipo de usuario tener la categoría de un bloque de recursos, o un grupo de elementos de recursos, en cuenta en su hipótesis de decodificación ciega.

Así, en algunas variantes, el paso de recibir el mensaje de configuración es seguido por cualquiera de los métodos descritos a continuación para recibir un canal de control extendido.

La Figura 28 ilustra un método en un nodo de red, por ejemplo el eNB de la Figura 26, para transmitir un canal de control extendido.

5 Se describirá ahora un método para transmitir un canal de control extendido a un UE según una realización, con referencia al diagrama de flujo en la Figura 29. En este ejemplo, el método es ejecutado por un eNB, pero hablando generalmente el método puede ser ejecutado en cualquier nodo de transmisión equipado con antenas múltiples.

10 El eNB primero decide si usar información localizada o distribuida del canal de control extendido. Como anteriormente, la transmisión localizada significa que la precodificación específica del UE se aplica, y la transmisión distribuida significa que la precodificación no específica del UE se aplica.

Se considerará primero el caso cuando el eNB decide transmitir un canal de control mejorado en forma de un ePDCCH al UE por medio de una transmisión localizada. El eNB se asume que tiene el conocimiento del vector de precodificación preferido y la calidad del canal del enlace descendente mediante la retroalimentación de la información del estado del canal a partir del UE.

15 El planificador del ePDCCH en el eNB decide sobre el nivel de agregación para la transmisión del ePDCCH, en base a la calidad del canal del enlace descendente para asegurar una recepción robusta. Si la calidad del canal es pobre, se elige un nivel de agregación mayor. Entonces el eNB identifica el espacio de búsqueda y los pares de PRB usados que el UE ha sido configurado para monitorizar. El eNB entonces asigna el mensaje del ePDCCH codificado y modulado a uno o más de los eREG que el UE monitoriza para el nivel de agregación dado.

20 Si el ePDCCH abarca múltiples pares de PRB, un puerto de antena se selecciona en cada par de PRB para el mensaje. La selección se basa en una regla predefinida que cuando un subconjunto de los eREG en un par de PRB se usa, entonces se asigna un único puerto de antena. Ejemplos de tales reglas predefinidas se muestran en la Figura 16. Por ejemplo, si el ePDCCH está usando eREG-1+eREG2 en este par de PRB, entonces el puerto de antena 1 (AP-1) se usa. De manera alternativa, si se usan los eREG5-eREG8, entonces el AP-3 se usa.

25 El eNB entonces precodifica el ePDCCH y la DMRS usada dentro de cada par de PRB usado, con el mismo vector de precodificación preferido. Si el eNB tiene información de precodificación detallada disponible, entonces el vector de precodificación usado puede ser diferente en cada par de PRB, para obtener beneficios de precodificación por sub banda. El eNB entonces transmite el ePDCCH y la DMRS precodificados desde las múltiples antenas del eNB.

30 En una alternativa de la realización, el número de eREG usados en un par de PRB puede también usarse para determinar la potencia usada para la DMRS. Por ejemplo, asume que el AP1 y el AP2 son multiplexados en código sobre los RE usados y el AP3 y el AP4 son multiplexados en código en un conjunto diferente de RE. Entonces si el AP-1 y el AP-2 se usan de manera simultánea en el par de PRB, entonces  $\frac{1}{2}$  de la energía total por elemento de recurso (EPRE) se asigna a la DMRS asociada con cada AP. Por otro lado, si no hay otro uso de esas DMRS para otro puerto de antena (como en el caso de los 8 eREG anterior), entonces el eNB puede usar, y el UE puede asumir, el EPRE completo para la DMRS del AP usado.

35 Se considerará ahora el caso donde el canal de control mejorado se transmite al UE por medio de una transmisión distribuida y el caso donde el eNB asume no tener conocimiento del vector de precodificación preferido sino algún conocimiento de la calidad del canal del enlace descendente mediante la retroalimentación de la información del estado del canal a partir del UE.

40 El planificador del ePDCCH en el eNB decide sobre el nivel de agregación para la transmisión del ePDCCH, en base a la calidad del canal del enlace descendente para asegurar una recepción robusta. Si la calidad del canal es pobre, se elige un nivel de agregación mayor. Entonces, el eNB identifica el espacio de búsqueda y los pares de PRB usados que el UE ha sido configurado para monitorizar. El eNB entonces asigna el mensaje del ePDCCH codificado y modulado a uno o más de los eREG que el UE monitoriza para el nivel de agregación dado. Estos eREG están distribuidos sobre múltiples pares de PRB, separados suficientemente espaciados, para que se obtenga la diversidad de frecuencia.

45 Dos puertos de antena se usan en cada par de PRB usados para el mensaje y cada eREG usa bien el AP-1 o el AP alternativo. El AP alternativo puede ser el AP-2 y así las DMRS correspondientes son entonces multiplexadas en código con el AP-2. De manera alternativa, el AP-3 se usa, que entonces es multiplexado en tiempo-frecuencia con el AP-1. Esto tiene la ventaja de tener la posibilidad de usar el EPRE completo por AP.

Un ejemplo de asociación entre eREG y AP se muestra en la Figura 30.

55 El eNB entonces precodifica el ePDCCH y las DMRS usadas según los AP usados dentro de cada par de PRB usado. Sin embargo, dado que pueden haber múltiples ePDCCH transmitidos en este par de PRB, mediante el uso de los eREG restantes, y dado que usan los mismos AP, la precodificación específica del UE no se puede usar en este caso. Un ejemplo de unos vectores de precodificación a usar en un caso de eNB de 2 antenas podría

simplemente ser [1 0] y [0 1] para los dos AP respectivamente, por lo tanto haciendo corresponder el primer AP con la primera antena y el segundo AP con la segunda antena. De este modo, se obtiene la cobertura sobre la celda completa. El eNB entonces transmite el ePDCCH y la DMRS precodificados desde las múltiples antenas del eNB.

5 En variantes particulares de esta realización, el eNB selecciona los pares de PRB a usar para la transmisión desde un conjunto de pares de PRB predefinido. Si se ha seleccionado la transmisión localizada, los pares de PRB se eligen desde un conjunto predefinido de pares de PRB que se reservan para la transmisión localizada. Correspondientemente, si la transmisión distribuida se selecciona, los pares de PRB se eligen desde un segundo conjunto predefinido de pares de PRB reservados para la transmisión distribuida. Además de estar incluidos en el conjunto predefinido aplicable, los pares de PRB seleccionados deberían estar también comprendidos dentro de un espacio de búsqueda del UE.

Para la transmisión distribuida, los grupos de elementos de recursos mejorados usados para el canal de control dentro del mismo par de PRB puede hacerse corresponder con diferentes puertos de antena para conseguir la diversidad de antena, particularmente si el canal de control está confinado dentro de un único par de PRB.

15 En otras variaciones de esta realización, el eNB selecciona los eREG a usar para la transmisión a partir de un conjunto predefinido de eREG. Esto se ilustra en la Figura 31. Si se selecciona la transmisión localizada, los eREG se eligen desde un conjunto predefinido de eREG que están reservados para la transmisión localizada. Correspondientemente, si la transmisión distribuida es seleccionada, los eREG se eligen desde un segundo conjunto predefinido de eREG reservados para la transmisión distribuida. Además de estar incluidos en el conjunto predefinido aplicable, los eREG seleccionados deberían estar comprendidos dentro de un espacio de búsqueda del UE. El eNB puede seleccionar los eREG directamente, sin seleccionar primero pares de PRB, o puede empezar seleccionando pares de PRB y entonces elegir los eREG dentro de los pares de PRB que están comprendidos en el conjunto aplicable de eREG reservados.

20 Para la transmisión distribuida, los grupos de elementos de recursos mejorados dentro del mismo par de PRB se pueden hacer corresponder con diferentes puertos de antena para conseguir la diversidad de antena, particularmente si el canal de control está confinado dentro de un único par de PRB.

25 En una variante particular, el eNB puede seleccionar eREG desde tanto el primer conjunto como el segundo conjunto para la transmisión de un canal de control. Esto se corresponde con la reasignación de ciertos eREG a un tipo diferente, por ejemplo reasignar eREG de tipo L a tipo D y viceversa. Esto puede ser beneficioso si solo se necesita un tipo de transmisión (por ejemplo solo transmisión localizada) o si hay más necesidad de transmisión distribuida que localizada (o viceversa).

30 Los conjuntos de pares de PRB o eREG reservados para transmisión localizada y distribuida, respectivamente, pueden comunicarse a los UE en un mensaje de configuración, como se describió anteriormente.

35 Con referencia a los diagramas de flujos en las Figuras 32-33, se describirá ahora un método en un equipo de usuario para recibir un canal de control del enlace descendente, que comprende un conjunto de grupos de elementos de recursos mejorados en al menos un bloque de recursos. En este ejemplo, un bloque de recursos (por ejemplo PRB o par de PRB) es designado como de tipo L o de tipo D, y basándose en este conocimiento el UE puede deducir qué puerto de antena es usado para un cierto grupo de elementos de recursos.

40 El UE comienza mediante la selección de un conjunto candidato de grupos de elementos de recursos mejorados, correspondientes a un canal de control del enlace descendente candidato, a partir de un espacio configurado para el equipo de usuario. El número de CCE en el conjunto candidato se corresponde con el nivel de agregación asumido por el UE en este intento de decodificación ciega. Como se mencionó anteriormente, normalmente hay dos eREG por CCE.

Para cada grupo de elementos de recursos en el conjunto candidato, el UE ahora necesita identificar un puerto de antena al que el grupo de elementos de recursos se ha hecho corresponder.

45 El primer UE determina al menos un bloque de recursos en el cual el conjunto candidato de grupos de elementos de recursos mejorados está comprendido.

50 Entonces, el UE comprueba el tipo de uno de los bloques. En otras palabras, el UE determina si el bloque está comprendido en un primero o un segundo conjunto predefinido de bloques de recursos, donde el primer conjunto predefinido es reservado para la transmisión localizada, y el segundo conjunto predefinido está reservado para la transmisión distribuida. Los conjuntos predefinidos pueden haber sido comunicados al UE previamente en un mensaje de configuración, como se describió anteriormente. De manera alternativa, uno o ambos conjuntos pueden ser codificados, por ejemplo definidos en un documento de estándar.

55 En respuesta a la determinación de que el bloque está comprendido en el primer conjunto predefinido de bloques de recursos, el UE identifica el mismo puerto de antena para todos los grupos de elementos de recursos mejorados en ese bloque y que pertenece al canal de control del enlace descendente candidato. Qué puerto de antena es

identificado depende de qué subconjunto de grupos de elementos de recursos mejorados es usado para el canal de control del enlace descendente en el bloque de recursos.

5 En una variante particular, el UE identifica un primer puerto de antena (AP-1) si el canal de control del enlace descendente candidato usa todos los grupos de elementos de recursos mejorados, o la primera mitad de los grupos de elementos de recursos mejorados, o el primer par de grupos de elementos de recursos mejorados, en el bloque de recursos. El UE identifica un segundo puerto de antena (AP-2) si el canal de control del enlace descendente candidato usa la segunda mitad de los grupos de elementos de recursos mejorados, o el segundo par de los grupos de elementos de recursos mejorados en el bloque de recursos. El UE identifica un tercer puerto de antena (AP-3) si el canal de control del enlace descendente usa el tercer par de los grupos de elementos de recursos mejorados en el bloque de recursos. Finalmente, el UE identifica un cuarto puerto de antena (AP-4) si el canal de control del enlace descendente usa el cuarto par de los grupos de elementos de recursos mejorados en el bloque de recursos.

15 En respuesta a la determinación de que el bloque de recursos está comprendido en el segundo conjunto predefinido, el UE identifica los puertos de antena para cada grupo de elementos de recursos mejorados comprendidos en el bloque de recursos en base a una correspondencia predeterminada entre los grupos de elementos de recursos mejorados y los puertos de antena.

En un ejemplo particular, el UE identifica un tercer puerto de antena si el canal de control del enlace descendente candidato usa la mitad de los grupos de elementos de recursos mejorados en el bloque de recursos. De otro modo, el UE identifica un tercer o cuarto puerto de antena dependiendo de qué subconjunto del bloque de recursos es usado por el canal de control del enlace descendente candidato.

20 Un procedimiento similar se sigue para los otros bloques de recursos que pertenecen al canal de control del enlace descendente candidato. Se debería observar que no es estrictamente necesario comprobar el tipo de cada bloque, dado que todos los bloques que son usados para el canal de control del enlace descendente candidato se pueden asumir que tengan el mismo tipo. Así, es posible comprobar el tipo de cada bloque, o comprobar el tipo de solo el primer bloque y entonces asumir el mismo tipo para los otros bloques para este canal candidato.

25 Finalmente, el UE intenta decodificar el canal de control del enlace descendente candidato en base al canal estimado desde el puerto de antena identificado para cada grupo de elementos de recursos mejorados. El proceso de decodificación puede implicar varios subpasos, como se muestra en la Figura 32.

Un bloque de recursos se puede corresponder con un bloque de recursos físico o un par de bloques de recursos físicos.

30 En variantes particulares, el canal de control del enlace descendente es multiplexado en frecuencia con datos, y cada puerto de antena es asociado con una señal de referencia de demodulación que es transmitida dentro del bloque de recursos ocupado por el correspondiente grupo de elementos de recursos mejorado. Esto puede también referirse como un canal de control mejorado o extendido.

35 Con referencia a los diagramas de flujos en las Figuras 32 y 34, se describirá ahora un método en un equipo de usuario para recibir un canal de control del enlace descendente, que comprende un conjunto de grupos de elementos de recursos mejorados en al menos un bloque de recursos.

40 El UE comienza mediante la selección de un conjunto candidato de grupos de elementos de recursos mejorados, correspondiente a un canal de control del enlace descendente candidato, a partir de un espacio de búsqueda configurado para el equipo de usuario. El número de CCE en el conjunto candidato se corresponde con el nivel de agregación asumido por el UE en su intento de decodificación ciega. Como se mencionó anteriormente, normalmente hay dos eREG por CCE.

Para cada grupo de elementos de recursos mejorados en el conjunto candidato, el UE ahora necesita identificar un puerto de antena al cual se ha hecho corresponder el grupo de elementos de recursos mejorados.

45 El UE comienza mediante la comprobación del tipo de uno de los grupos de elementos de recursos mejorados. En otras palabras, el UE determina si el REG está comprendido en un primero o un segundo conjunto predefinido de bloques de REG, donde el primer conjunto predefinido es reservado o priorizado para la transmisión localizada, y el segundo conjunto predefinido es reservado o priorizado para la transmisión distribuida. Los conjuntos predefinidos pueden haberse comunicado con el UE anteriormente en un mensaje de configuración, como se describió anteriormente. De manera alternativa, uno o ambos conjuntos se pueden codificar, por ejemplo definidos en un documento de estándar.

50 En respuesta a la determinación de que el grupo de elementos de recursos mejorado está comprendido en el primer conjunto predefinido de bloques de recursos, el UE determina el bloque de recursos en el que el grupo de elementos de recursos mejorado está comprendido. Entonces, el UE identifica los puertos de antena para el grupo de elementos de recursos mejorado en base a qué subconjunto de los grupos de elementos de recursos mejorados en el bloque es usado para el canal de control del enlace descendente candidato.

55

En un ejemplo particular, el UE identifica un primer puerto de antena si el canal de control del enlace descendente candidato usa todos los grupos de elementos de recursos mejorados, o la primera mitad de los grupos de elementos de recursos mejorados, o el primer par de grupos de elementos de recursos mejorados, en el bloque de recursos. De otro modo, el UE identifica un segundo puerto de antena si el canal de control del enlace descendente candidato usa la segunda mitad de los grupos de elementos de recursos mejorados, o el segundo par de los grupos de elementos de recursos mejorados en el bloque de recursos. De otro modo, el UE identifica un tercer puerto de antena si el canal de control del enlace descendente candidato usa el tercer par de los grupos de elementos de recursos mejorados en el bloque de recursos. Finalmente, el UE identifica un cuarto puerto de antena si el canal de control del enlace descendente candidato usa el cuarto par de los grupos de elementos de recursos mejorados en el bloque de recursos.

En respuesta a la determinación de que el bloque de recursos está comprendido en el segundo conjunto predefinido, el UE identifica los puertos de antena para el grupo de elementos de recursos en base a una correspondencia predeterminada entre los grupos de elementos de recursos mejorados y los puertos de antena.

En un ejemplo particular, el UE identifica un tercer puerto de antena si el canal de control del enlace descendente candidato usa la mitad de los grupos de elementos de recursos mejorados en el bloque de recursos. De otro modo, el UE identifica un tercero o cuarto puerto de antena dependiendo de qué subconjunto del bloque de recursos es usado por el canal de control del enlace descendente candidato.

Un procedimiento similar se sigue para los otros REG que pertenecen al canal de control del enlace descendente candidato. Se debería observar que no es estrictamente necesario comprobar el tipo de cada REG, dado que todos los REG que son usados para el canal de control del enlace descendente candidato se puede asumir que tienen el mismo tipo. Así, es posible comprobar el tipo de cada REG, o comprobar el tipo de solo el primer REG y entonces asumir el mismo tipo para los otros REG para este canal candidato.

Finalmente, el UE intenta decodificar el canal de control del enlace descendente candidato en base al canal estimado desde el puerto de antena identificado para cada grupo de elementos de recursos mejorados. El proceso de decodificación puede implicar varios subpasos, como se muestra en la Figura 32.

Un bloque de recursos se puede corresponder con un bloque de recursos físico o un par de bloques de recursos físicos.

En variantes particulares, el canal de control del enlace descendente es multiplexado en frecuencia con datos, y cada puerto de antena es asociado con una señal de referencia de demodulación que es transmitida dentro del bloque de recursos ocupado por el correspondiente grupo de elementos de recursos mejorados. Esto puede también referirse como un canal de control mejorado o extendido.

En otra realización más, ilustrada en la Figura 35, el UE no necesita determinar el AP para cada eREG basándose en reglas, como en las realizaciones previas. En cambio, los pares de PRB, que el eREG usa dentro de los pares de PRB, y los puertos de antena asociados son ya definidos para cada ePDCCH candidato que está siendo buscado como parte de la definición del candidato del ePDCCH.

Cuando se intenta decodificar un canal de control del enlace descendente, el UE tiene una lista de candidatos de ePDCCH en su espacio de búsqueda que necesita comprobar.

Cada ePDCCH candidato está compuesto de un conjunto de correspondencias PRB/eREG/AP. Por ejemplo, un UE puede tener un ePDCCH candidato con  $AL = 2$  con el conjunto de búsqueda [(PRB1, eREG1, AP1), (PRB1, eREG2, AP2)].

El UE entonces simplemente busca sobre cada uno de sus ePDCCH candidatos.

De manera adicional, la lista de candidatos de ePDCCH para un UE puede cambiar de una forma pseudoaleatoria para evitar colisiones.

Observe que si una lista de UE contiene un ePDCCH candidato donde dos elementos en su conjunto contienen el mismo eREG correspondido con múltiples AP, esto implícitamente señala transmisión multi capa. Un ejemplo de  $AL = 2$  sería [(PRB1, eREG1, AP1), (PRB1, eREG1, AP2)]. Aquí, AP1 y AP2 son ambos asignados a eREG1 así señalando implícitamente al UE que la transmisión multi capa se está usando en este eREG.

Aunque las soluciones descritas se pueden implementar en cualquier tipo apropiado de sistema de comunicación que soporte cualquier estándar de comunicación adecuado y mediante el uso de cualquier componente adecuado, realizaciones particulares de las soluciones descritas se pueden implementar en una red LTE, tal como la ilustrada en la Figura 26.

La red ejemplo puede además incluir cualquier elemento adicional adecuado para soportar la comunicación entre dispositivos inalámbricos o entre un dispositivo inalámbrico y otro dispositivo de comunicación (tal como un teléfono fijo). Aunque el dispositivo inalámbrico ilustrado puede representar un dispositivo de comunicación que incluye

cualquier combinación adecuada de hardware y/o software, este dispositivo inalámbrico puede, en realizaciones particulares, representar un dispositivo como el dispositivo 900 inalámbrico del ejemplo ilustrado en más detalle por la Figura 37. De manera similar, aunque el nodo de red ilustrado puede representar un nodo de red que incluye cualquier combinación adecuada de hardware y/o software, este nodo de red puede, en realizaciones particulares, representar un dispositivo tal como el nodo 800 de red ejemplo ilustrado en más detalle por la Figura 36.

Como se muestra en la Figura 37, el dispositivo 900 inalámbrico ejemplar incluye circuitos 920 de procesamiento, una memoria 930, circuitos 910 de radio, y al menos una antena. Los circuitos de radio pueden comprender circuitos de RF y circuitos de procesamiento de banda base (no mostrados). En realizaciones particulares, algunas o todas las funcionalidades descritas anteriormente como proporcionadas por los dispositivos de comunicación móvil u otras formas de dispositivos inalámbricos se pueden proporcionar por los circuitos 920 de procesamiento que ejecutan instrucciones almacenadas en un medio legible por un ordenador, tal como la memoria 930 mostrada en la Figura 37. Realizaciones alternativas del dispositivo 900 inalámbrico pueden incluir componentes adicionales más allá de los mostrados en la Figura 37 que pueden ser responsables de proporcionar ciertos aspectos de la funcionalidad del dispositivo inalámbrico, incluyendo cualquiera de las funcionalidades descritas anteriormente y/o cualquier funcionalidad necesaria para soportar la solución descrita anteriormente.

Como se muestra en la Figura 36, el nodo 800 de red ejemplar incluye circuitos 820 de procesamiento, una memoria 830, circuitos 810 de radio, y al menos una antena. Los circuitos 820 de procesamiento pueden comprender circuitos de RF y circuitos de procesamiento de banda base (no mostrados). En realizaciones particulares, algunas o todas las funcionalidades descritas anteriormente como proporcionadas por una estación base móvil, un controlador de estación base, un nodo de retransmisión, un NodoB, y NodoB mejorado, y/o cualquier otro tipo de nodo de comunicaciones móviles se pueden proporcionar por los circuitos 820 de procesamiento que ejecutan instrucciones almacenadas en un medio legible por un ordenador, tal como la memoria 830 mostrada en la Figura 36. Realizaciones alternativas del nodo 800 de red pueden incluir componentes adicionales responsables de proporcionar funcionalidad adicional, incluyendo cualquiera de las funcionalidades identificadas anteriormente y/o cualquier funcionalidad necesaria para soportar la solución descrita anteriormente.

Cuando se usa la palabra “comprende” o “que comprende” se deberá interpretar como no limitante, esto es como si significara “consiste en al menos”.

Algunas realizaciones proporcionan un método para transmitir un canal de control del enlace descendente en al menos un bloque de recursos, donde el canal de control del enlace descendente comprende un conjunto de grupos de elementos de recursos. El método comprende la determinación de si realizar la transmisión mediante el uso del precodificado específico del equipo de usuario, o sin el precodificado específico del equipo de usuario, y, en respuesta a la determinación de realizar la transmisión mediante el uso de la precodificación específica del equipo de usuario, realizar la transmisión de forma que todos los grupos de elementos de recursos en el conjunto que están comprendidos en el mismo bloque de recursos se hagan corresponder con el mismo puerto de antena, y el puerto de antena depende de en qué subconjunto de los grupos de elementos de recursos en el bloque de recursos son usados para el canal de control del enlace descendente.

El conjunto de grupos de elementos de recursos a usar por la transmisión puede, en algunas variantes, ser seleccionado a partir de un primer conjunto predefinido de grupos de elementos de recursos. En estas variantes, al menos uno de los grupos de elementos de recursos a usar por la transmisión puede ser seleccionado a partir de un segundo conjunto predefinido de grupos de elementos de recursos.

De manera opcional, el método además comprende seleccionar al menos un bloque de recursos, y seleccionar, dentro de cada bloque de recursos seleccionado, un conjunto de grupos de elementos de recursos a usar por la transmisión del canal de control del enlace descendente. El al menos un bloque de recursos puede ser seleccionado a partir de un primer conjunto predefinido de bloques de recursos.

En algunas variantes, el puerto de antena depende del número de grupos de elementos de recursos en el bloque de recursos que son usados por el canal de control del enlace descendente, y en la ubicación de los grupos de elementos de recursos dentro del bloque de recursos que son usados por el canal de control del enlace descendente.

De manera opcional, el método puede además comprender el paso de, en respuesta a la determinación de la realización de la transmisión sin precodificación específica del equipo de usuario, transmitir el canal de control del enlace descendente de forma que cada grupo de elementos de recursos en el conjunto se haga corresponder con un puerto de antena que está asociado con ese grupo de elementos de recursos según una correspondencia predeterminada. En algunas variantes, el método además comprende la selección de al menos un bloque de recursos, y seleccionar, dentro de cada bloque de recursos seleccionado, un conjunto de grupos de elementos de recursos a usar por la transmisión del canal de control del enlace descendente. Aun más, estas variantes pueden comprender la selección de al menos un bloque de recursos a partir de un segundo conjunto de bloques de recursos predefinido. También es posible seleccionar grupos de elementos de recursos a usar por la transmisión a partir de un segundo conjunto predefinido de grupos de elementos de recursos, y seleccionar al menos un grupo de

elementos de recursos a usar por la transmisión a partir del primer conjunto predefinido de grupos de elementos de recursos.

5 El método puede además comprender la selección de un nivel de agregación para el canal de control del enlace descendente, donde el nivel de agregación se corresponde con el número de grupos de elementos de recursos a usar por la transmisión del canal de control del enlace descendente, para realizar la precodificación de la transmisión de cada grupo de elementos de recursos en el conjunto y de la señal de referencia para el puerto de antena a la que el grupo de elementos de recursos se ha hecho corresponder, y transmitir el canal de control del enlace descendente a través de múltiples antenas de transmisión.

10 Los grupos de elementos de recursos a usar por la transmisión pueden ser seleccionados a partir los grupos de elementos de recursos comprendidos en un espacio de búsqueda del uno o más equipos de usuarios al cual se dirige la transmisión.

15 Algunas realizaciones proporcionan un nodo de transmisión para transmitir un canal de control del enlace descendente en al menos un bloque de recursos, donde el canal de control del enlace descendente comprende un conjunto de grupos de elementos de recursos, el nodo de transmisión comprende los circuitos de radio y los circuitos de procesamiento. Los circuitos de procesamiento están configurado para determinar si realizar la transmisión usando precodificación específica del equipo de usuario, o sin precodificación específica del equipo de usuario, y en respuesta a la determinación de realizar la transmisión mediante el uso de la precodificación específica del equipo de usuario, realizar la transmisión, a través de los circuitos de radio, de forma tal que todos los grupos de elementos de recursos en el conjunto que están comprendidos en el mismo bloque de recursos o par de bloques de recursos se han hecho corresponder con el mismo puerto de antena, y el puerto de antena depende de qué grupos de elementos de recursos están comprendidos en el bloque de recursos o par de bloques de recursos.

20

**REIVINDICACIONES**

1. Un método para transmitir un canal de control del enlace descendente en al menos un bloque de recursos, donde el canal de control del enlace descendente comprende un conjunto de grupos de elementos de recursos mejorados, el método comprende
- 5 - determinar si transmitir el canal de control del enlace descendente mejorado mediante el uso de transmisión localizada o distribuida; y
- en respuesta a la determinación de usar transmisión localizada, realizar la transmisión de forma que los grupos de elementos de recursos mejorados en el conjunto que están comprendidos en el mismo bloque de recursos se hayan hecho corresponder con el mismo puerto de antena, y el puerto de antena depende de qué subconjunto de grupos
- 10 de elementos de recursos mejorados en el bloque de recursos se han usado para el canal de control del enlace descendente mejorado.
2. El método de la reivindicación 1, donde el puerto de antena depende del número de grupos de elementos de recursos mejorados en el bloque de recursos que son usados por el canal de control del enlace descendente mejorado, y en la ubicación de los grupos de elementos de recursos mejorados dentro del bloque de recurso que son usados por el canal de control del enlace descendente mejorado.
- 15 3. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1-2, que además comprende:
- seleccionar al menos un bloque de recursos; y
- seleccionar, dentro de cada bloque de recursos, un conjunto de grupos de elementos de recursos mejorados a usar por la transmisión del canal de control del enlace descendente mejorado.
- 20 4. El método de la reivindicación 3, que además comprende:
- seleccionar el al menos un bloque de recursos desde un primer conjunto predefinido de bloques de recursos.
5. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1-3, que además comprende:
- seleccionar el conjunto de grupos de elementos de recursos mejorados a usar para la transmisión desde un primer conjunto predefinido de grupos de elementos de bloques de recursos.
- 25 6. El método de la reivindicación 5, que además comprende:
- seleccionar al menos uno de los grupos de elementos de recursos mejorados para usar por la transmisión desde un segundo conjunto predefinido de grupos de elementos de recursos.
7. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1-6, que además comprende:
- en respuesta a la determinación del uso de transmisión distribuida, transmitir el canal de control del enlace descendente mejorado de forma tal que cada grupo de elementos de recursos mejorado en el conjunto se haga corresponder con un puerto de antena que está asociado con ese grupo de elementos de recursos mejorado según una correspondencia predeterminada.
- 30 8. El método de la reivindicación 7, que además comprende:
- seleccionar al menos un bloque de recursos; y
- 35 - seleccionar, dentro de cada bloque de recursos seleccionado, un conjunto de grupos de elementos de recursos mejorados a usar por la transmisión del canal de control del enlace descendente mejorado.
9. El método de la reivindicación 8, que además comprende:
- seleccionar el al menos uno de los bloques de recursos a partir de un segundo conjunto predefinido de bloques de recursos.
- 40 10. El método de la reivindicación 7 u 8, que además comprende:
- seleccionar grupos de elementos de recursos mejorados a usar por la transmisión desde un segundo conjunto predefinido de grupos de elementos de recursos.
11. El método de la reivindicación 10, que además comprende:
- 45 - seleccionar al menos un grupo de elementos de recursos mejorado a usar por la transmisión desde un primer conjunto predefinido de grupos de elementos de recursos.

12. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1-11, que además comprende:
- seleccionar un nivel de agregación para el canal de control del enlace descendente mejorado, donde el nivel de agregación se corresponde con el número de grupos de elementos de recursos mejorados a usar por la transmisión del canal de control del enlace descendente mejorado;
- 5
- realizar la precodificación de la transmisión de cada grupo de elementos de recursos mejorado en el conjunto y de la señal de referencia para el puerto de antena al que se ha hecho corresponder el grupo de elementos de recursos mejorados; y
  - transmitir el canal de control del enlace descendente mejorado a través de múltiples antenas de transmisión.
- 10
13. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1-12, que además comprende la selección de los grupos de elementos de recursos a usar por la transmisión desde los grupos de elementos de recursos mejorados comprendidos en un espacio de búsqueda del uno o más equipos de usuarios a los cuales se dirige la transmisión.
14. Un nodo de transmisión para transmitir un canal de control del enlace descendente mejorado en al menos un bloque de recursos, donde el canal de control del enlace descendente mejorado comprende un conjunto de grupos de elementos de recursos mejorados, el nodo de transmisión que está configurado para:
- 15
- determinar si transmitir el canal de control del enlace descendente mejorado mediante el uso de transmisión localizada o distribuida; y
- 20
- en respuesta a la determinación de usar transmisión localizada, realizar la transmisión, a través de los circuitos de radio, de forma que todos los grupos de elementos de recursos mejorados en el conjunto están comprendidos en el mismo bloque de recursos o par de bloques de recursos se hagan corresponder con el mismo puerto de antena, y el puerto de antena depende de en qué grupos de elementos de recursos mejorados están comprendidos en el bloque de recursos o par de bloques de recursos.
15. El nodo de transmisión de la reivindicación 14, además configurado para realizar el método de cualquiera de las reivindicaciones 2-13.

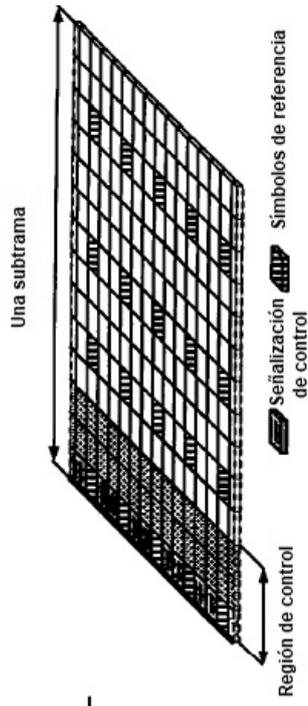


Figura 2 Subtrama del enlace descendente

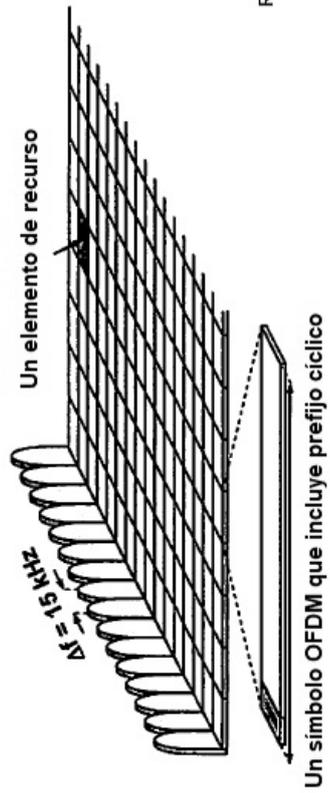


Figura 1 El recurso físico del enlace descendente de LTE

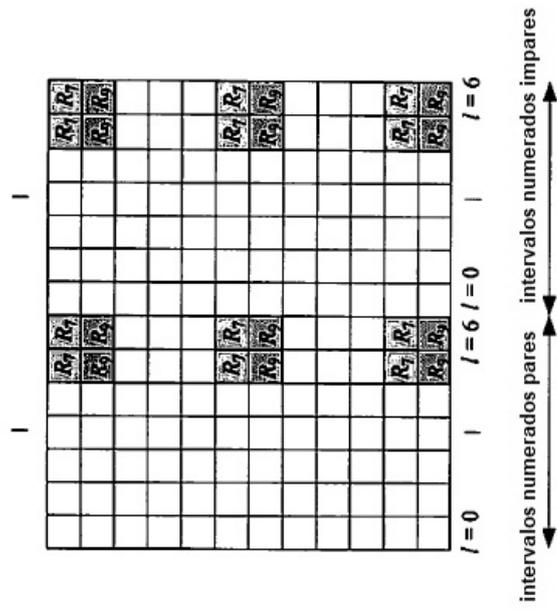


Figura 3 Ejemplos de símbolos de referencia específicos de UE en LTE

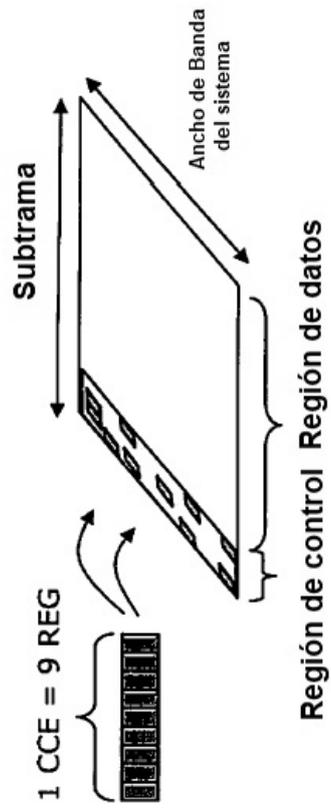


Figura 4 Correspondencia de un CCE que pertenece a un PDCCH a la región de control que abarca todo el ancho de banda del sistema

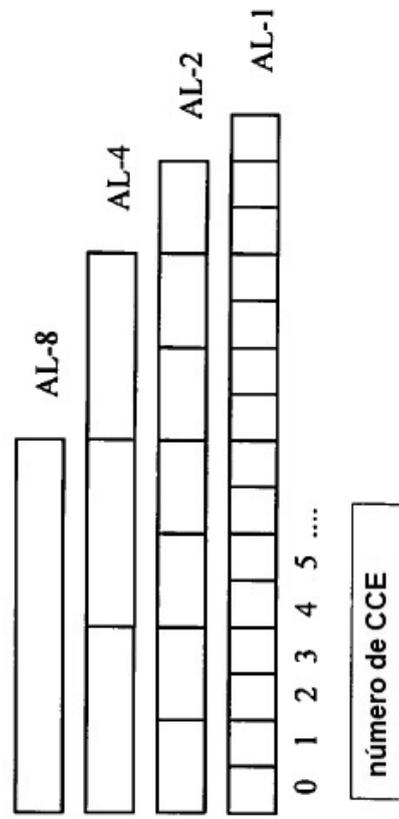


Figura 5 Agregación de CCE que ilustra los niveles de agregación (AL) 8, 4, 2 y 1.

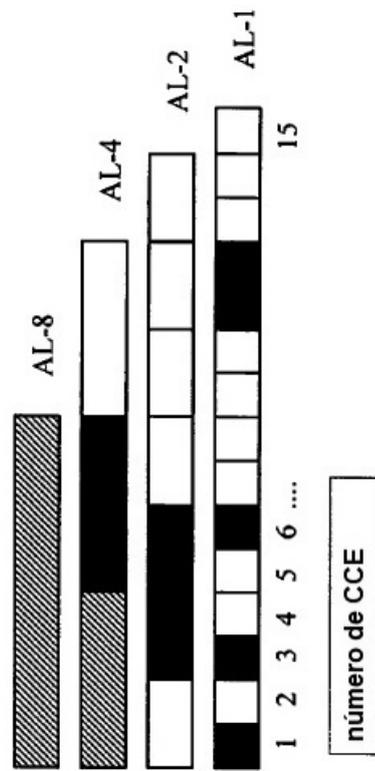


Figura 6 Un esquema ejemplar que muestra el espacio de búsqueda (negro) que un determinado terminal necesita monitorizar. En total hay  $NCCE=15$  CCE en este ejemplo y el espacio de búsqueda común se marca con líneas inclinadas.

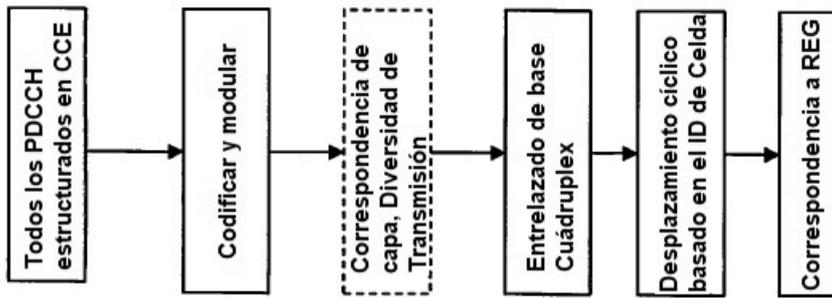


Figura 7 Pasos del procesamiento de todos los PDCCH a ser transmitidos en una subtrama.

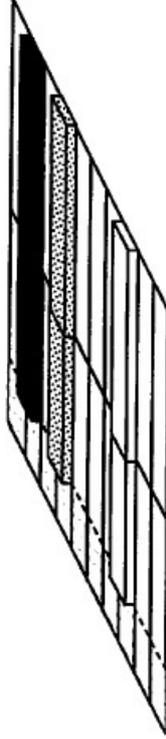


Figura 8 Subtrama del enlace descendente que muestra la transmisión de 10 pares de RB de 3 R-PDCCH (blanco, punteado, negro) de tamaño 1 par de RB cada uno. El R-PDCCH no se inicia en el símbolo OFDM cero para permitir que un PDCCH sea transmitido en los primeros uno a cuatro símbolos. El resto de pares de RB se pueden usar para las transmisiones de PDSCH

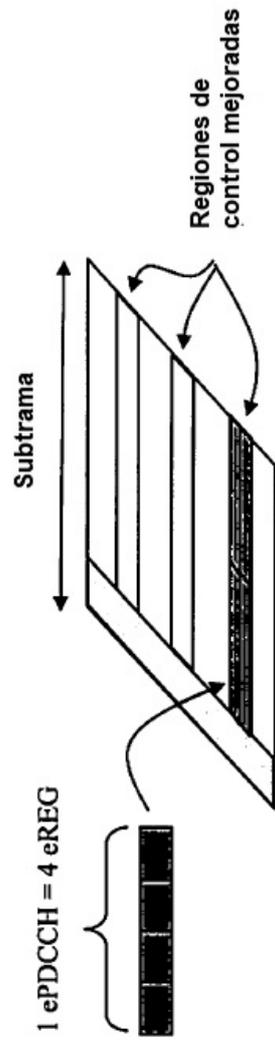
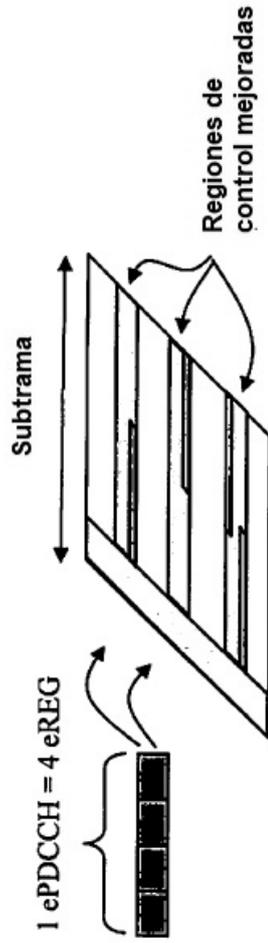


Figura 9 Subtrama del enlace descendente que muestra como un CCE que pertenece a un ePDCCH se hace corresponder a una de las regiones de control mejoradas, para alcanzar una transmisión localizada.



**Figura 10** Subtrama del enlace descendente que muestra como un CCE que pertenece a un ePDCCH se hace corresponder a múltiples de las regiones de control mejoradas, para alcanzar una transmisión distribuida y diversidad de frecuencia o precodificación de subbanda.

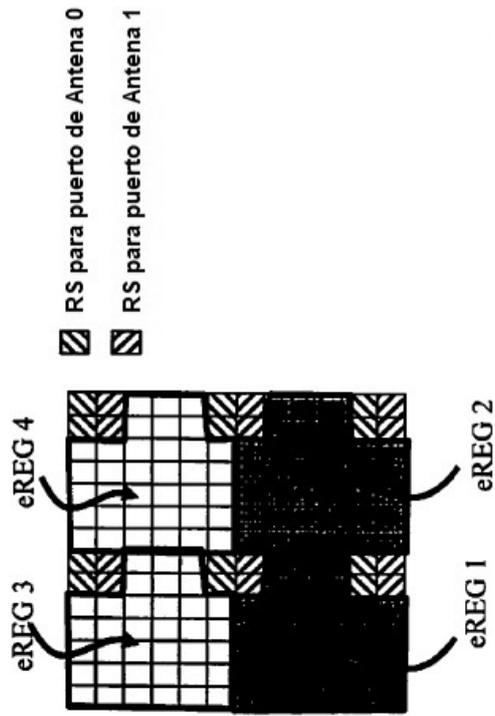


Figura 11 Par de RB del enlace descendente que muestra un ejemplo con 4 grupos de elementos de recursos mejorados (eREG) cada uno consistente de 36 RE y 2 puertos de antena (AP). Cada eREG se asocia con un puerto de antena y cada AP se asocia con 2 eREG.

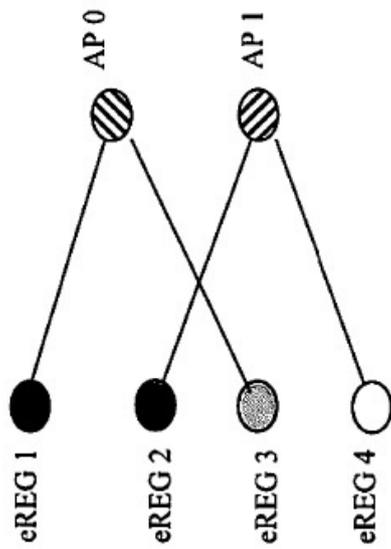


Figura 12 Asociación de AP a eREG en el ejemplo de la Figura 10.

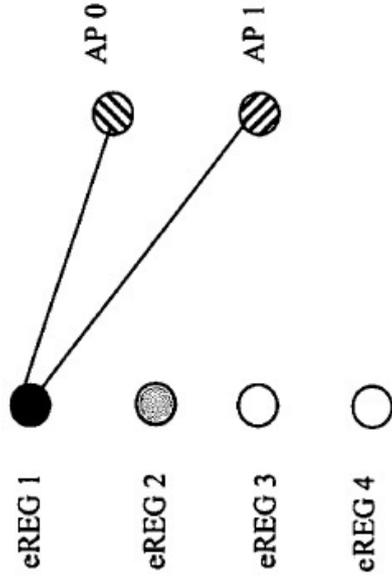


Figura 13 Asociación de AP a eREG en el caso de multiplexación espacial donde eREG1 contiene dos capas, cada una asociada a un AP.

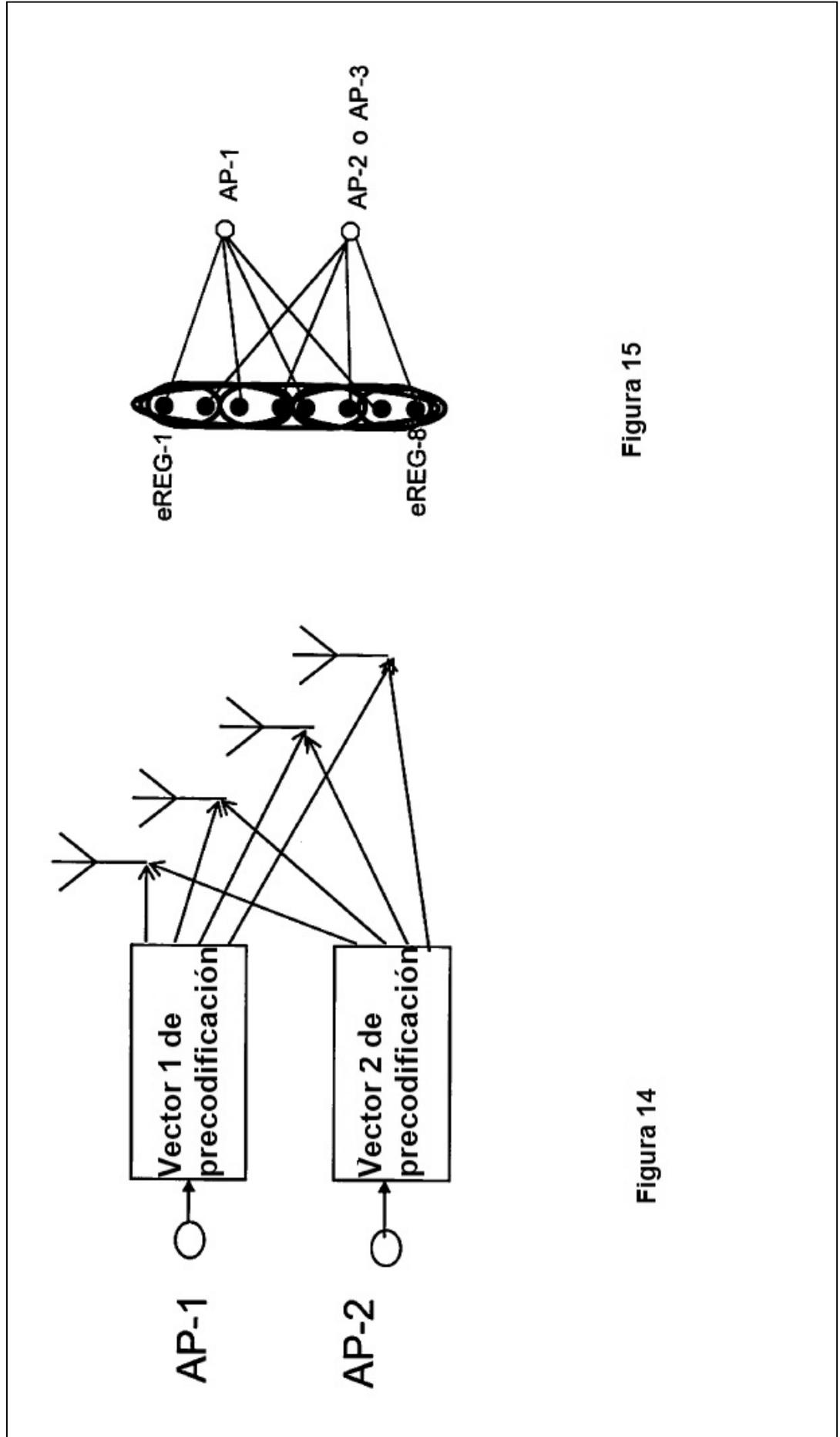


Figura 15

Figura 14

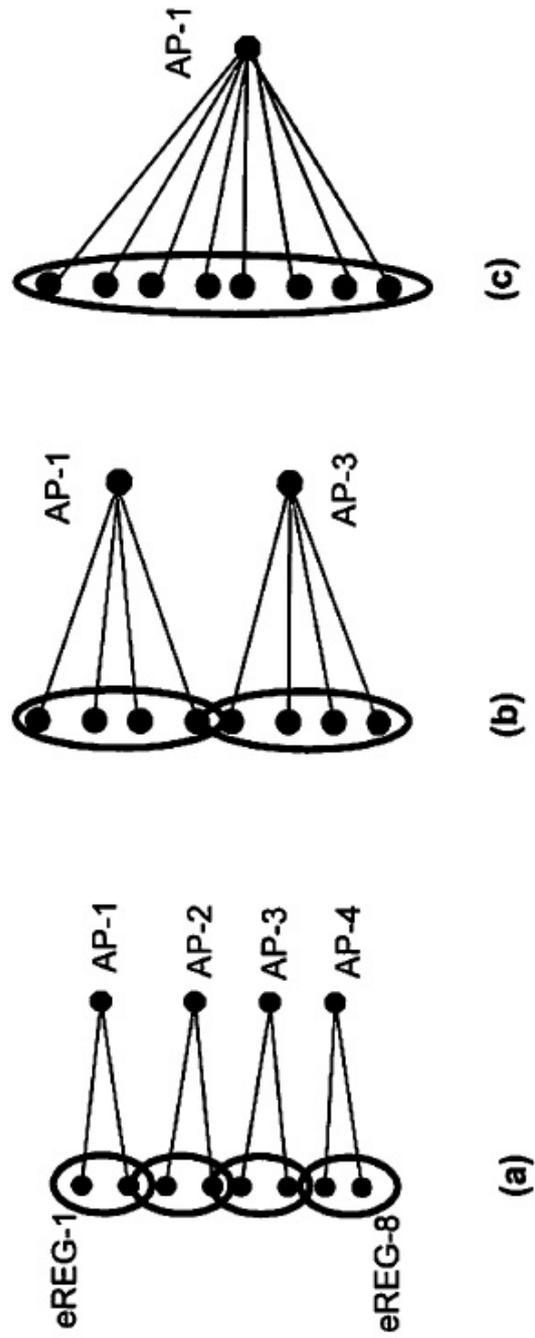


Figura 16

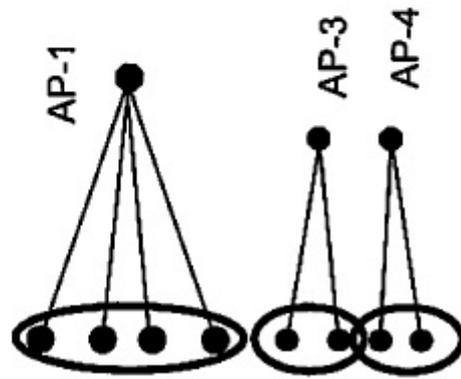


Figura 17

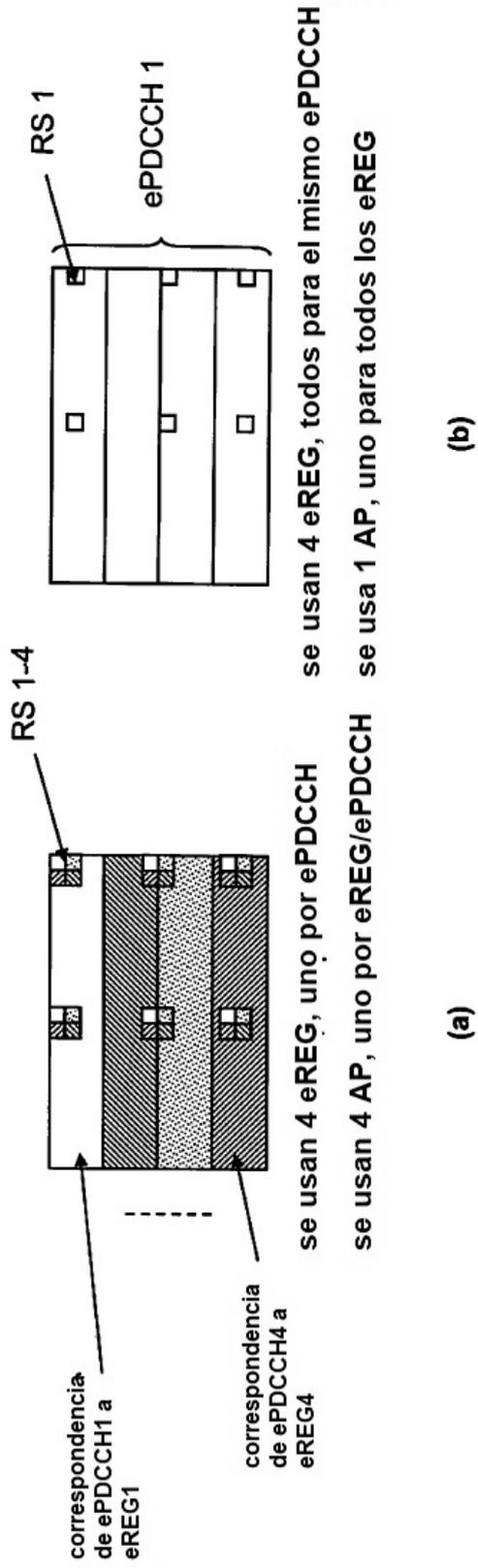


Figura 18

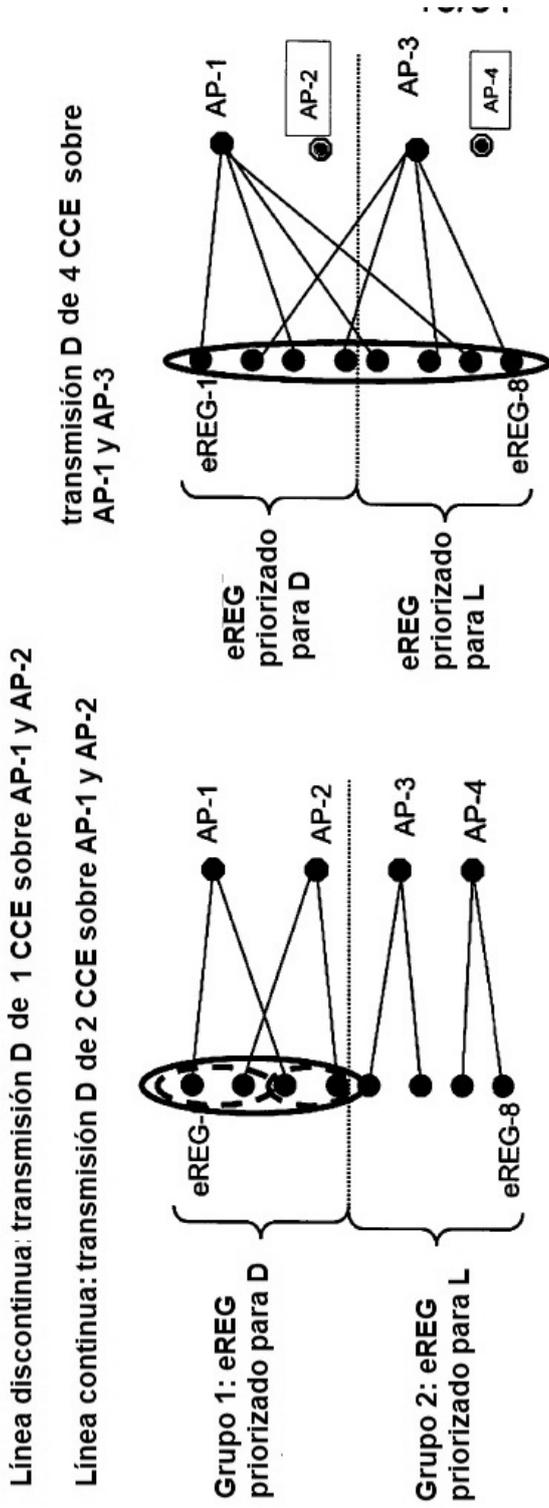


Figura 19 (a)

Figura 19 (b)

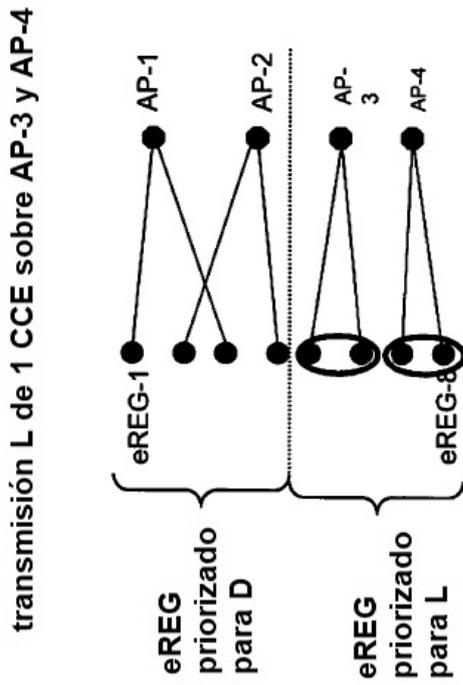
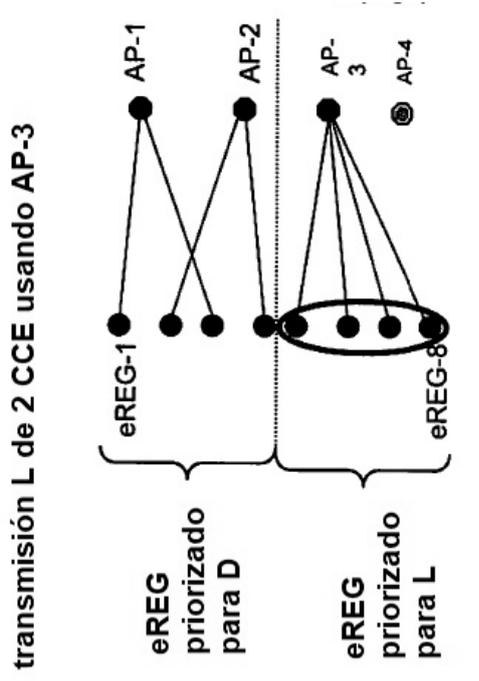


Figura 21 (b)

Figura 21 (a)

transmisión L de 4 CCE usando sólo AP-1

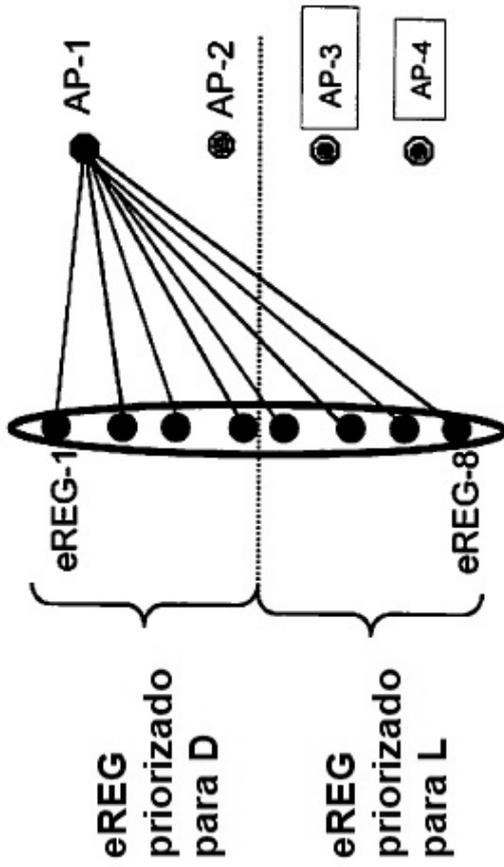


Figura 21(C)

Línea continua = transmisión D de 1 CCE sobre AP-1 y AP-2  
Línea discontinua = transmisión D de 2 CCE sobre AP-1 y AP-2

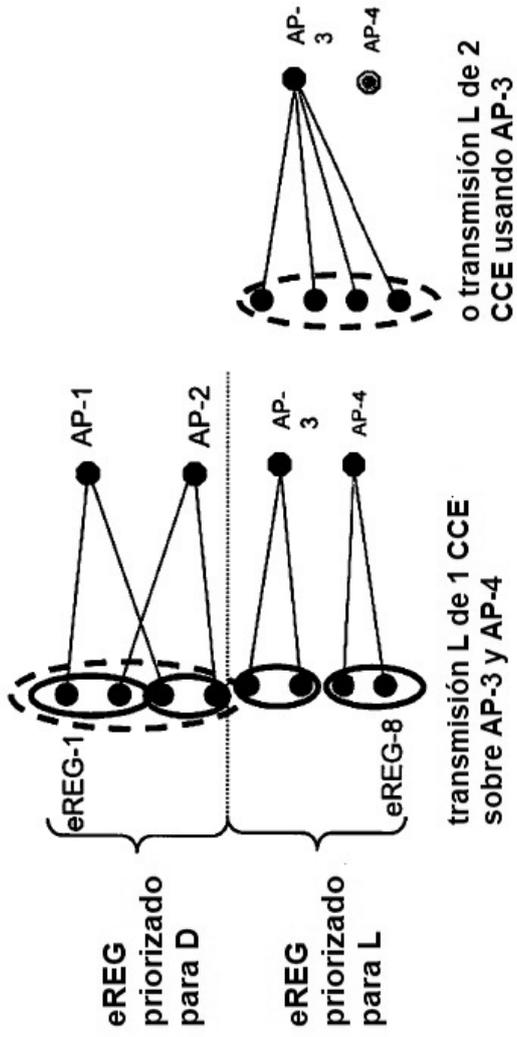
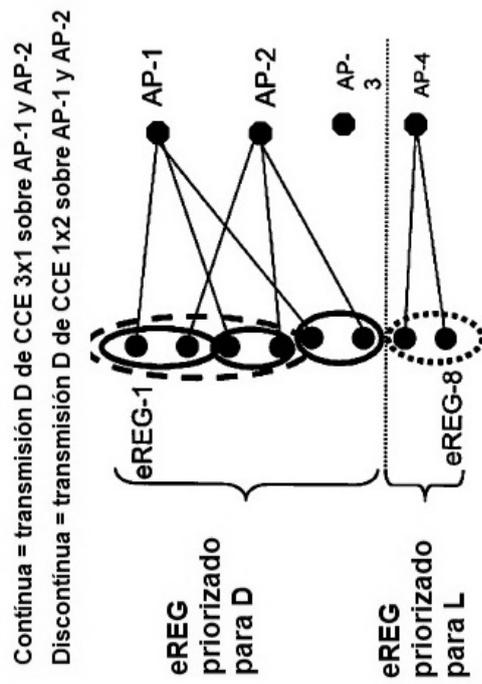
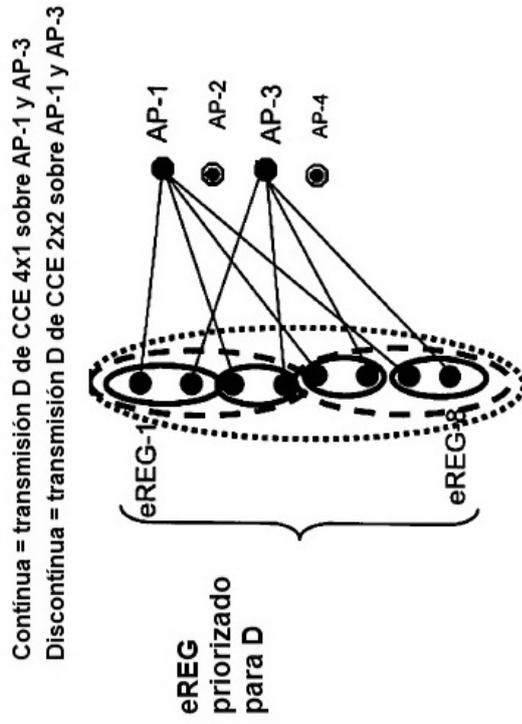


Figura 22



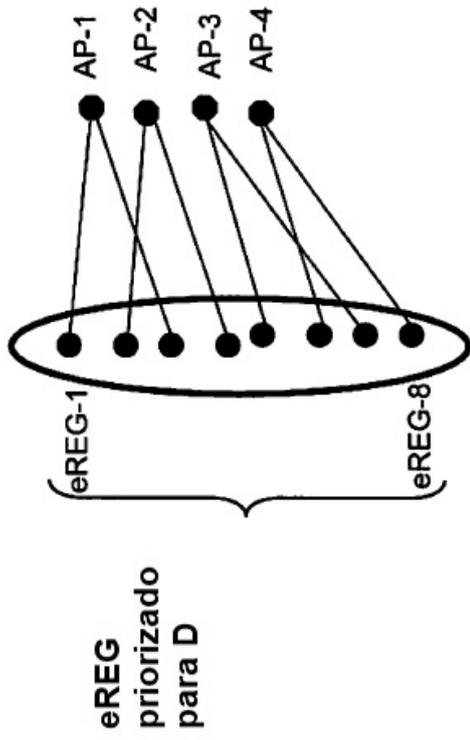
Punteada: transmisión L de CCE 1x1 usando AP-3

Figura 23



Punteada: transmisión D de CCE 1x4 sobre AP-1 y AP-3

Figura 24



transmisión D de CCE 1x4 sobre AP-1, AP-2, Ap-3 y AP-4

Figura 25

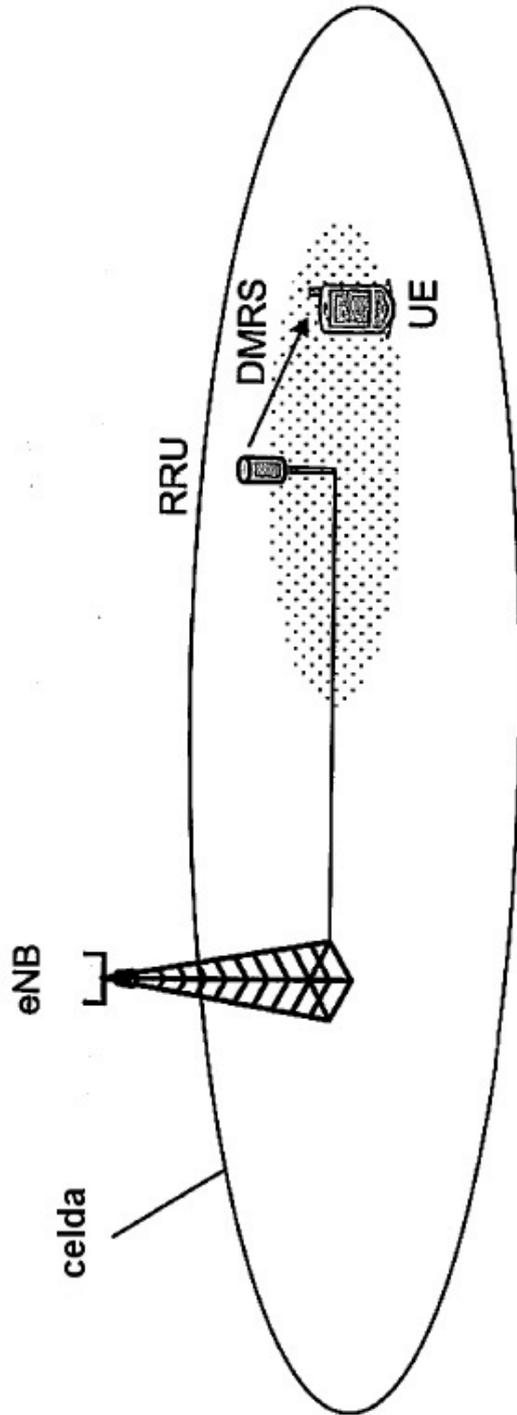


Figura 26

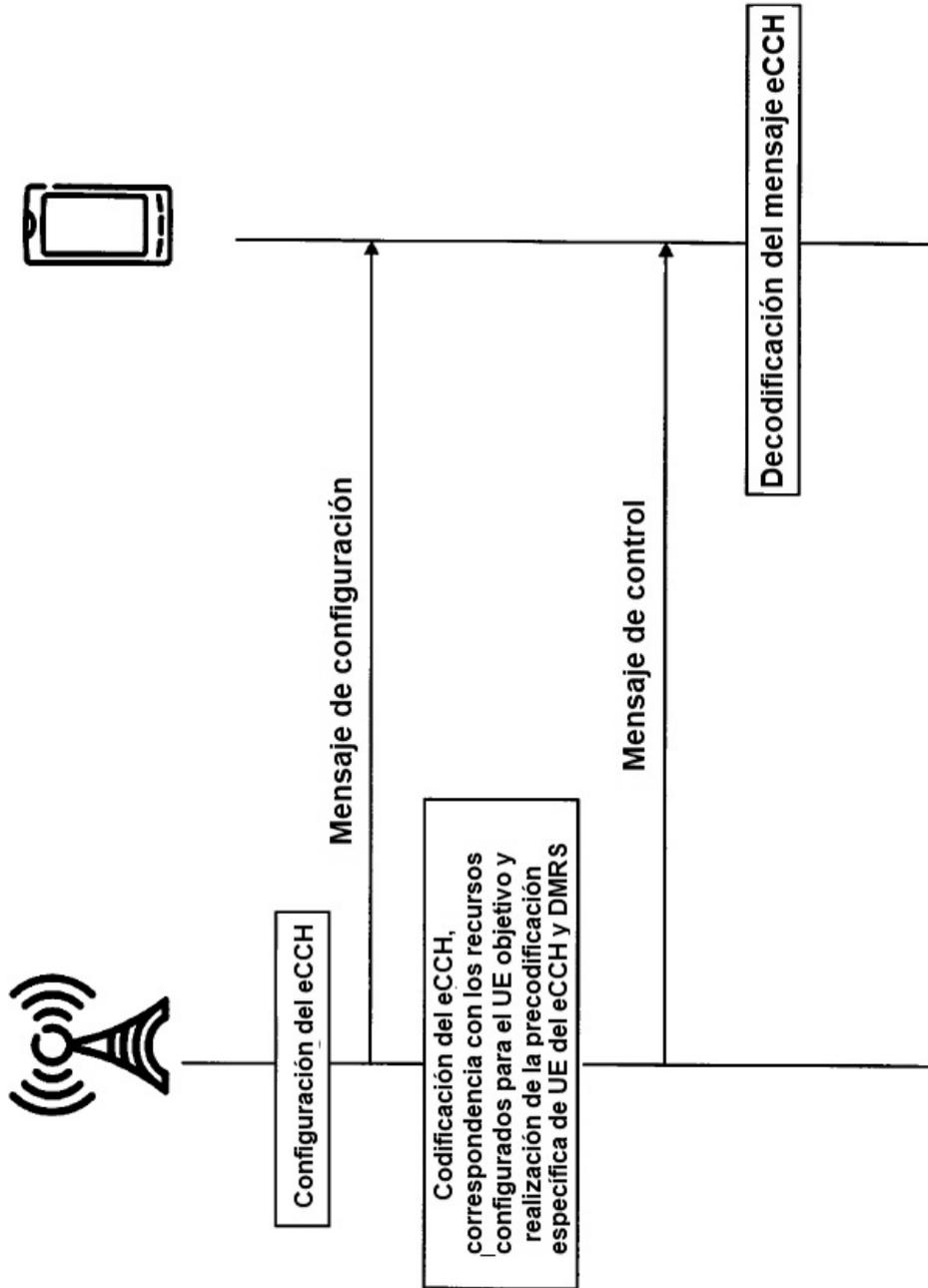


Figura 27

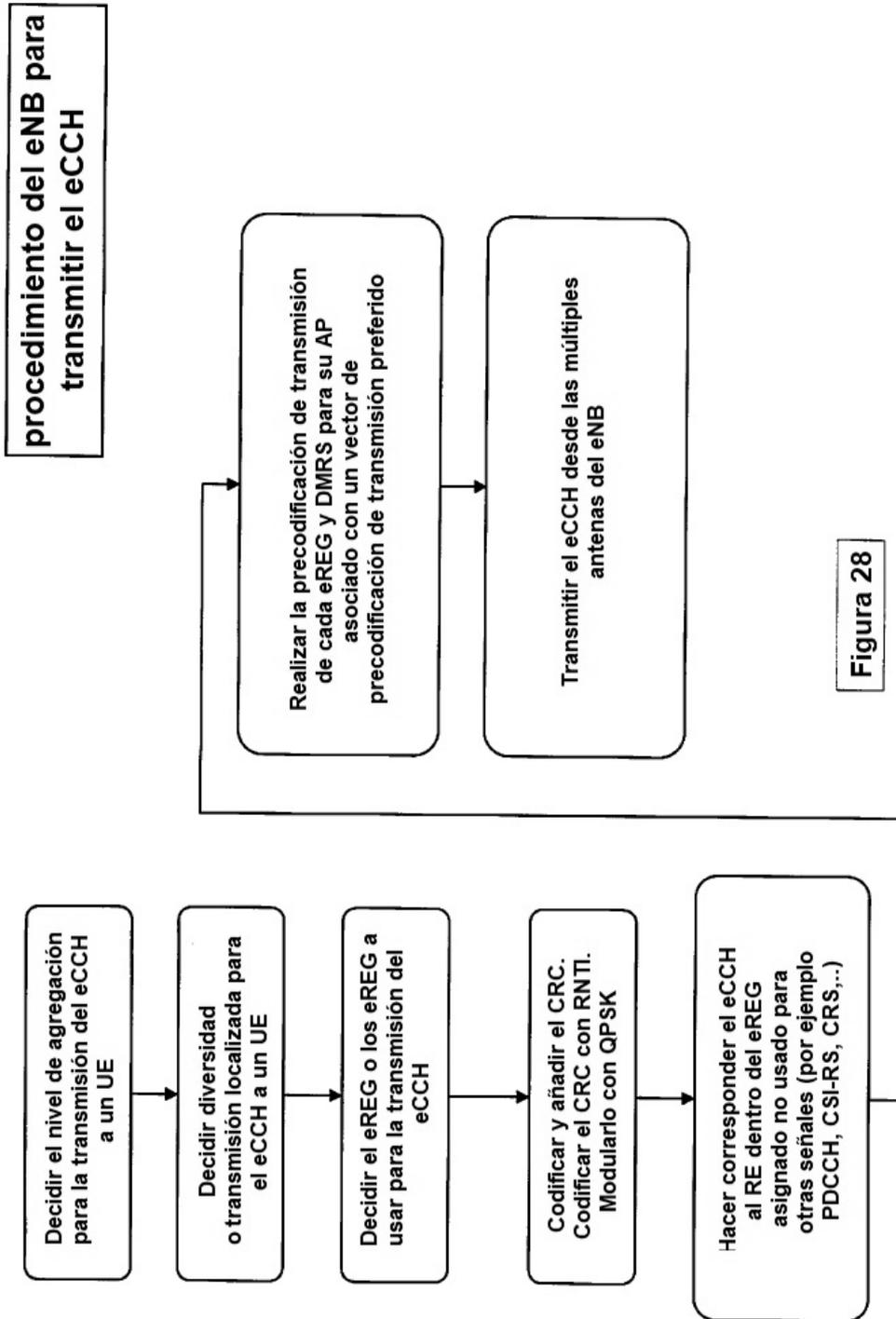


Figura 28

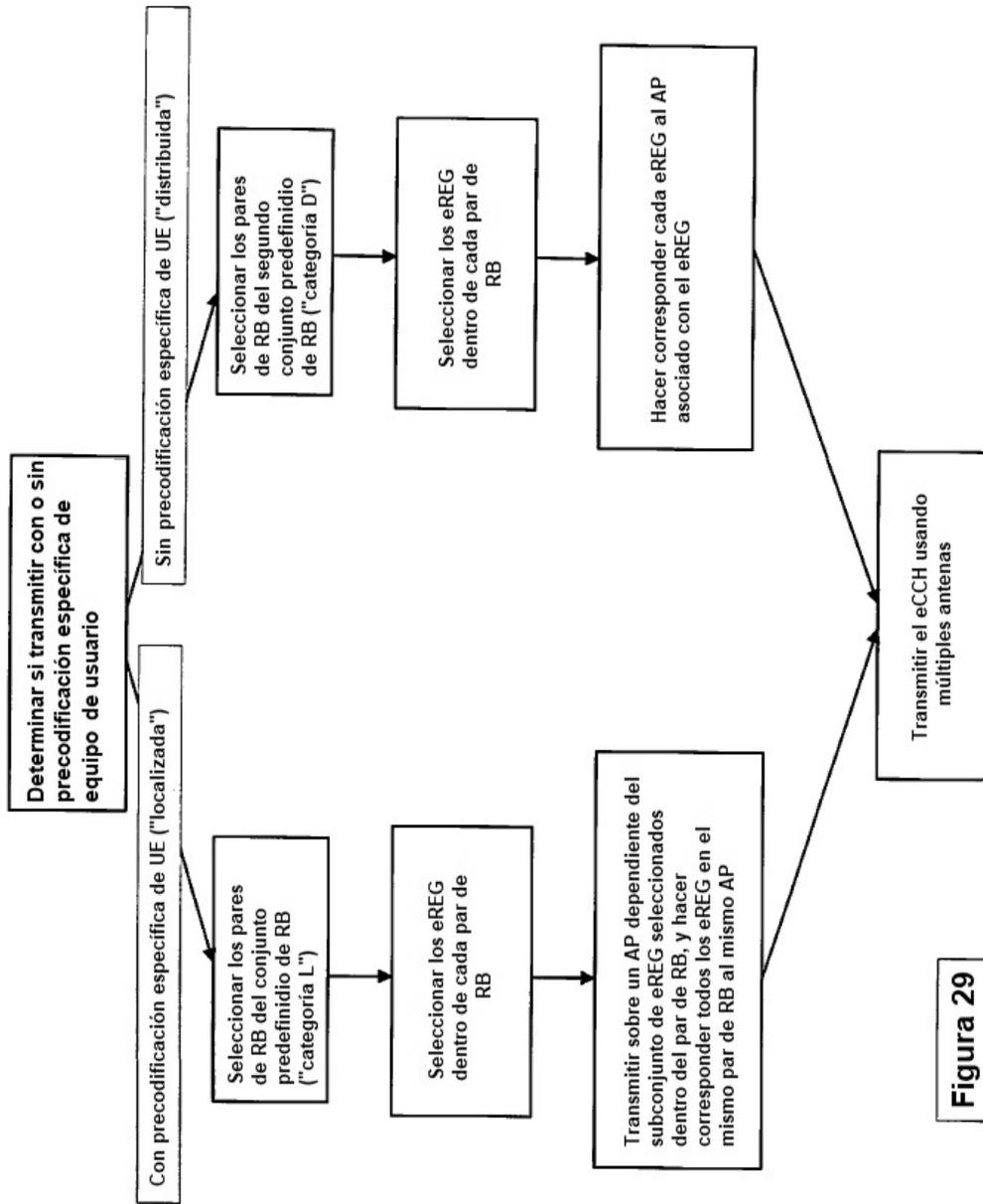


Figura 29

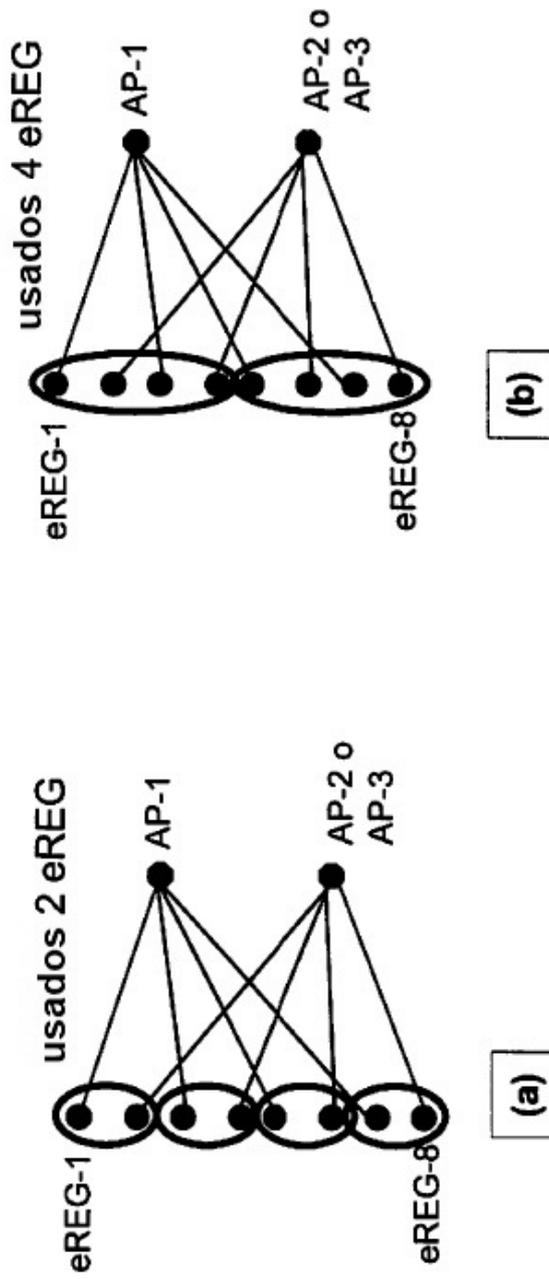


Figura 30

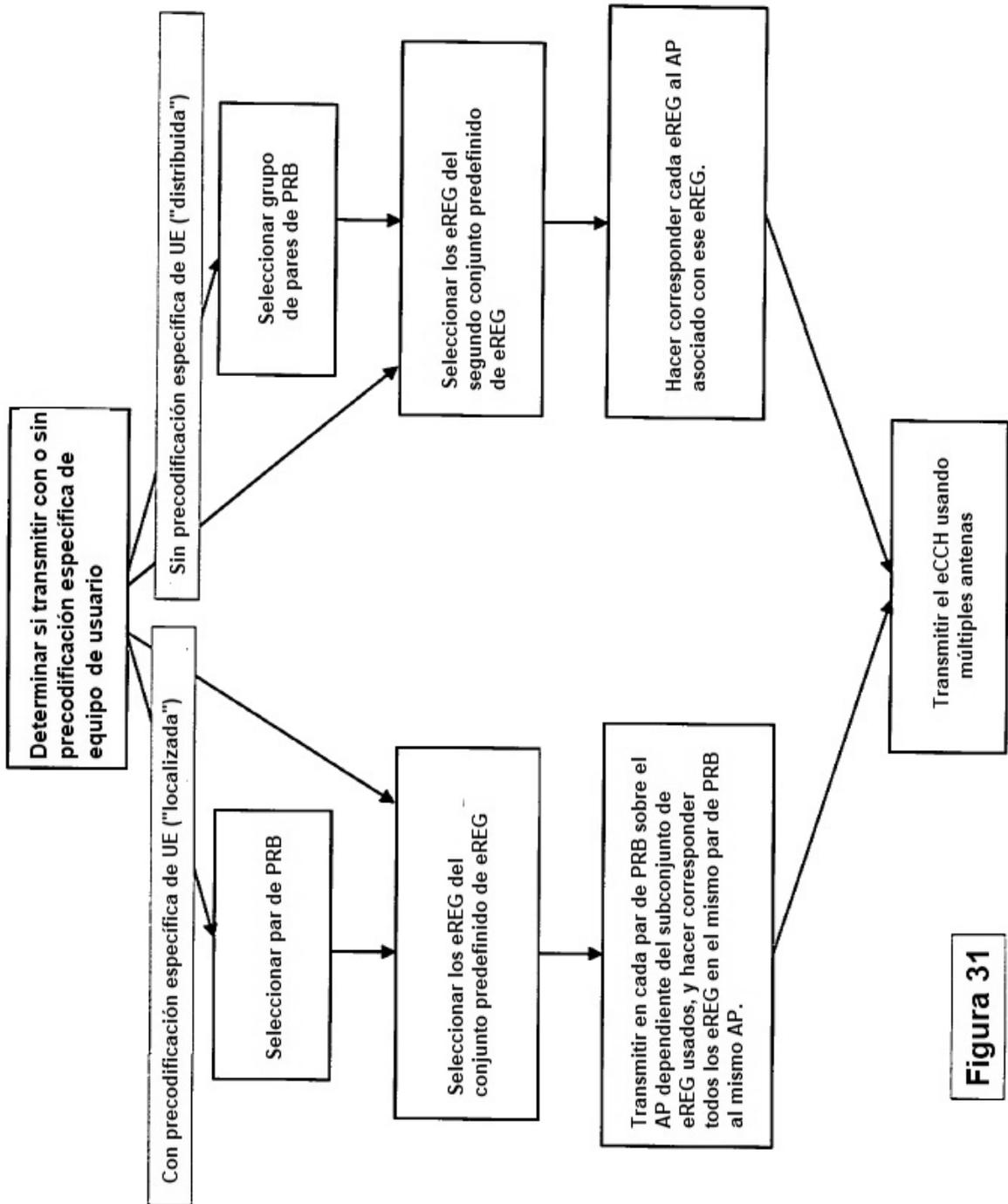


Figura 31

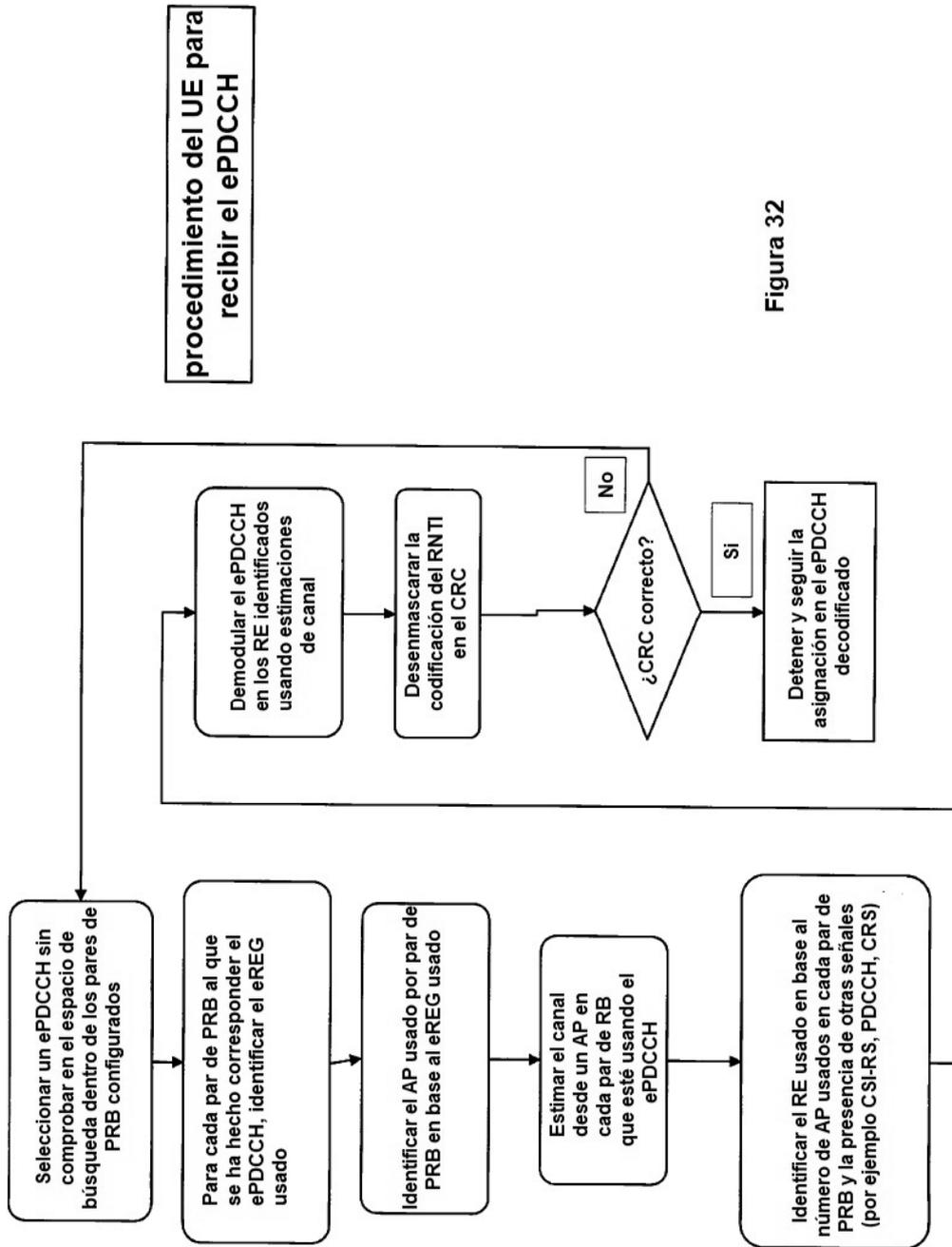


Figura 32

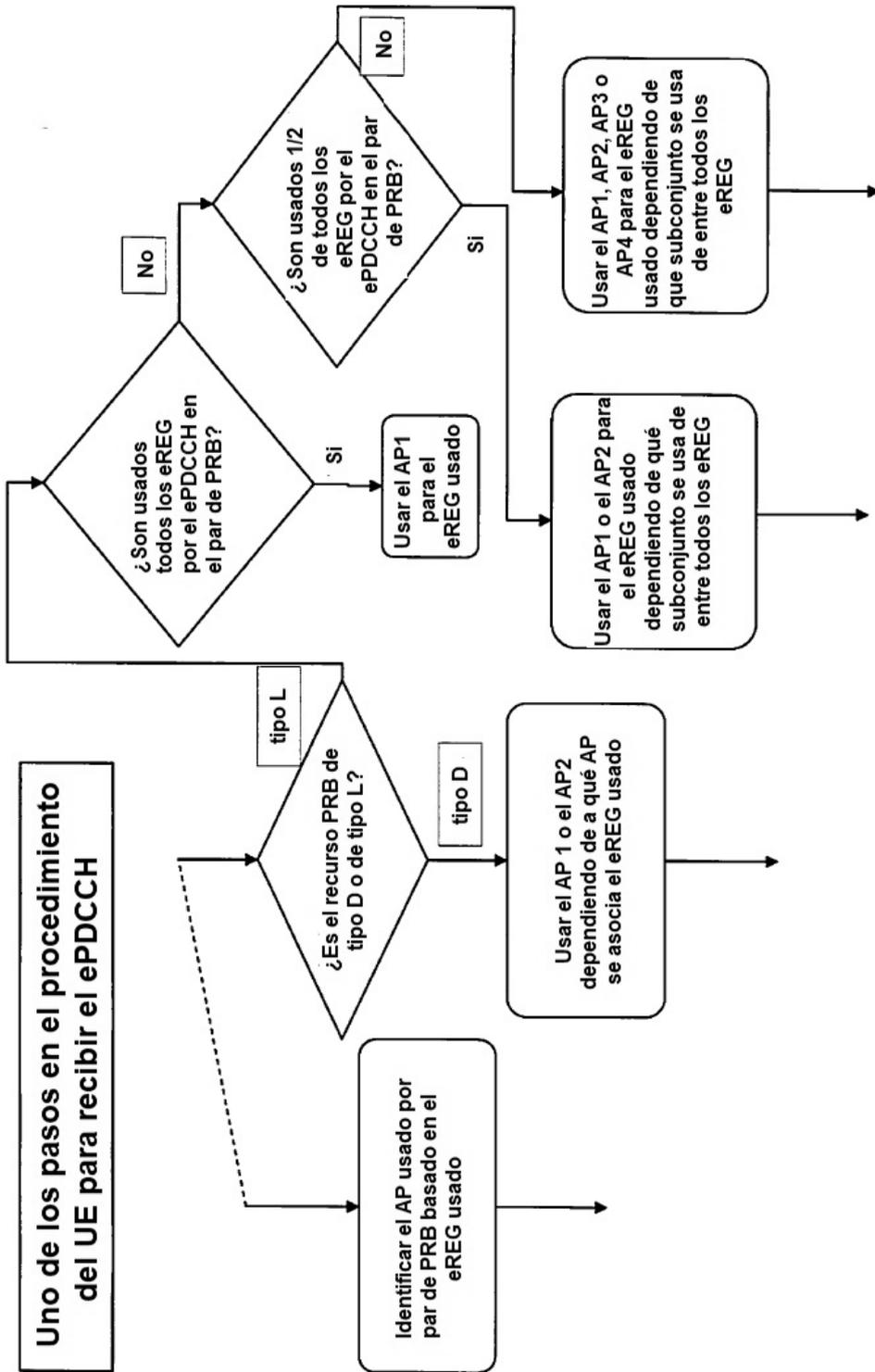


Figura 33

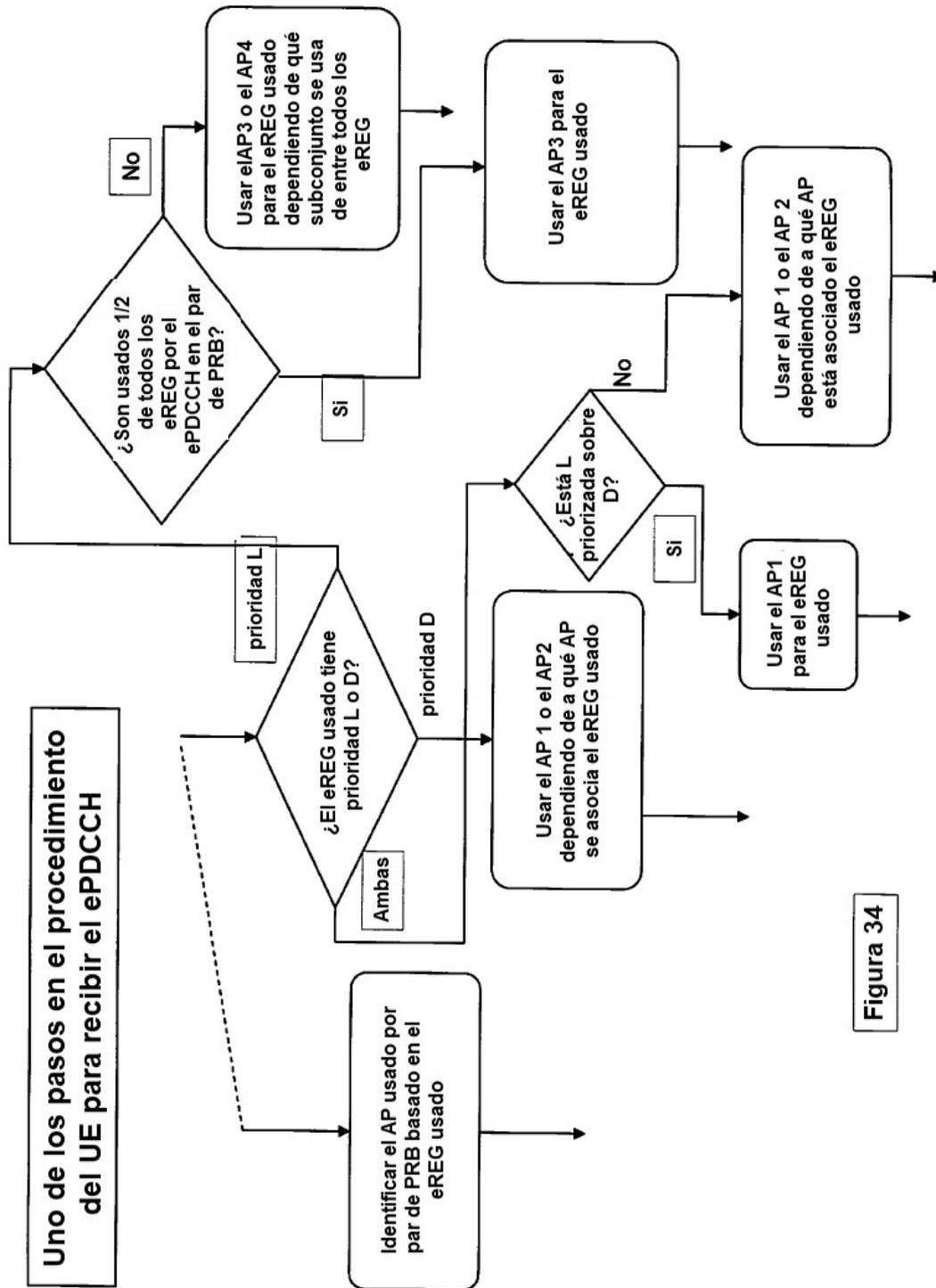
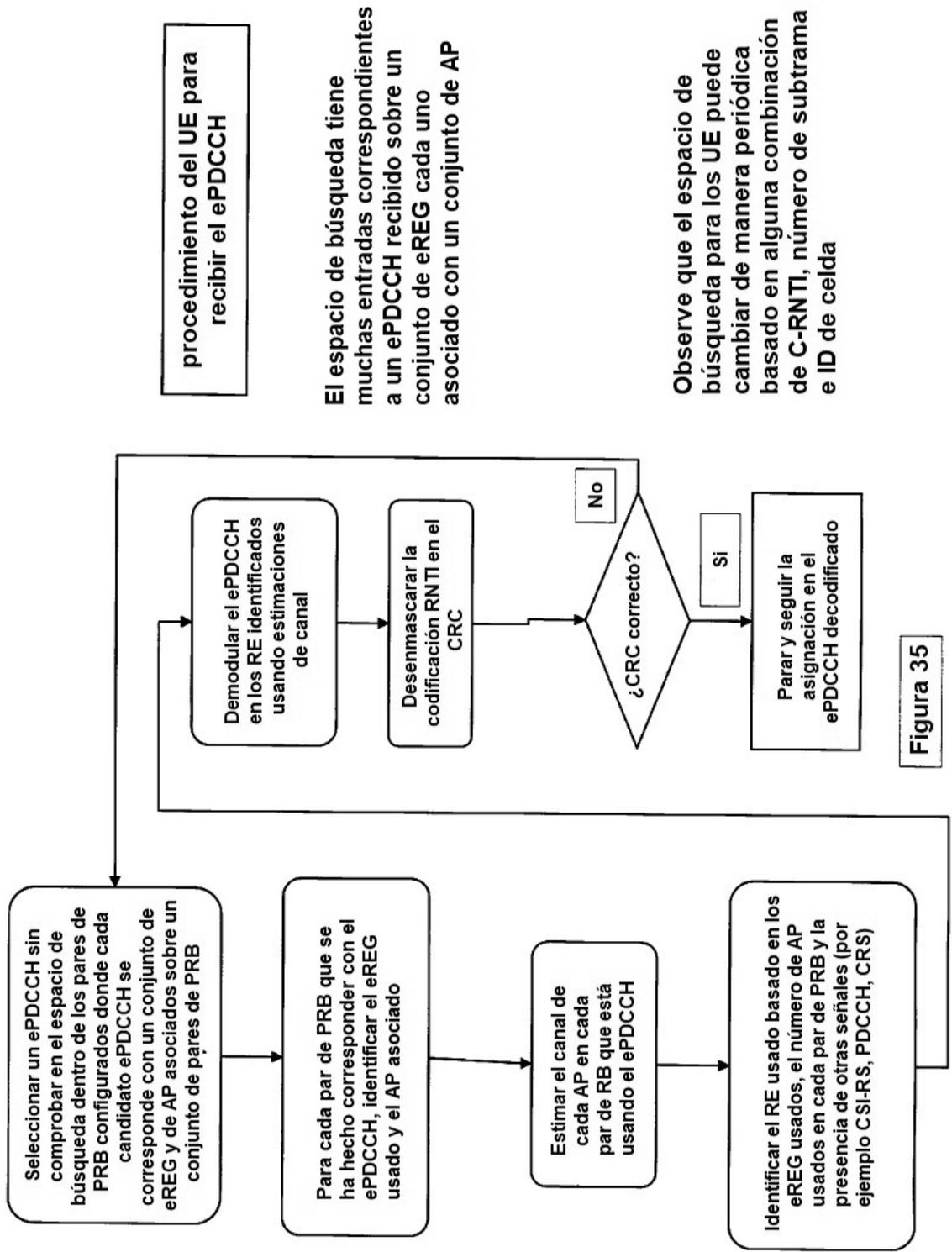


Figura 34



procedimiento del UE para recibir el ePDCCH

El espacio de búsqueda tiene muchas entradas correspondientes a un ePDCCH recibido sobre un conjunto de eREG cada uno asociado con un conjunto de AP

Observe que el espacio de búsqueda para los UE puede cambiar de manera periódica basado en alguna combinación de C-RNTI, número de subtrama e ID de celda

Figura 35

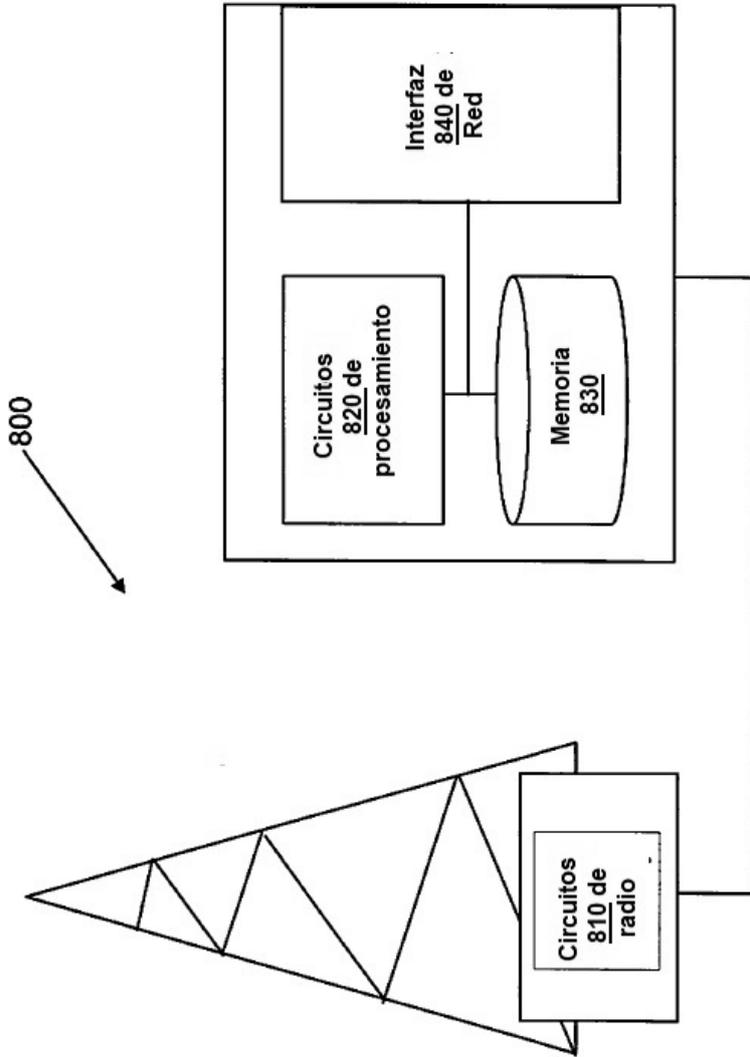


Figura 36

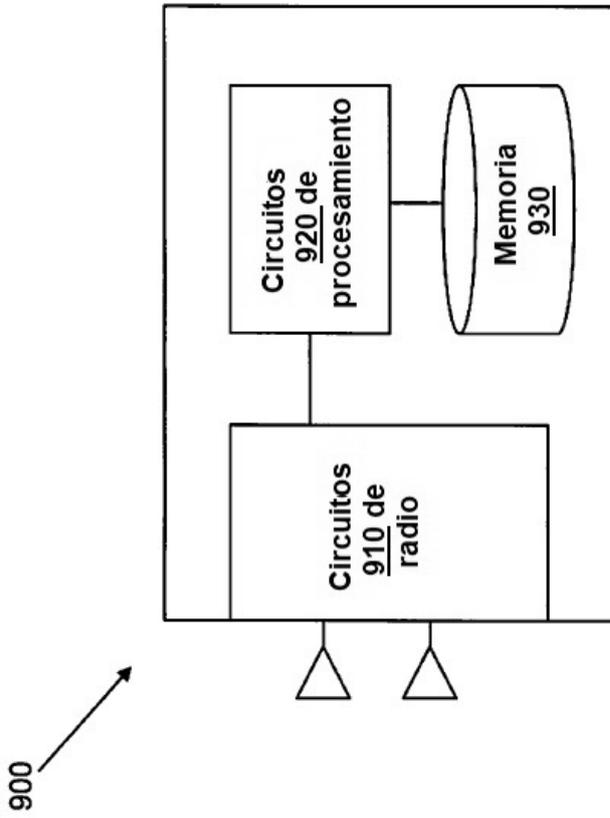


Figura 37

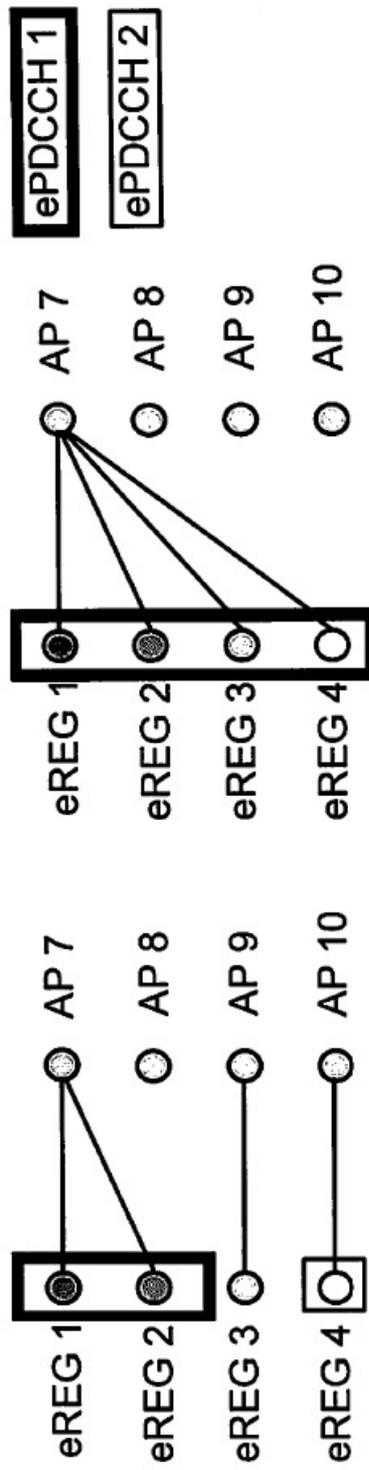


Figura 38

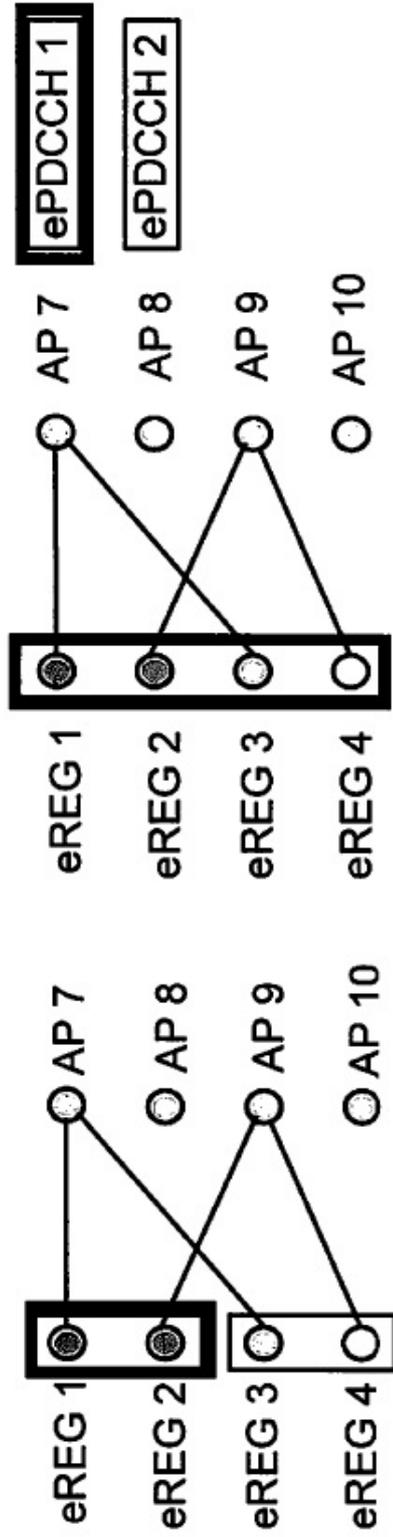


Figura 39