

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 659 963**

51 Int. Cl.:

H04L 5/00 (2006.01)

H04L 1/00 (2006.01)

H04L 27/26 (2006.01)

H04W 72/04 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.09.2011 E 14182686 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.12.2017 EP 2824865**

54 Título: **Espacio de búsqueda para R-PDCCH no intercalado**

30 Prioridad:

01.10.2010 EP 10012822

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

20.03.2018

73 Titular/es:

**SUN PATENT TRUST (100.0%)
450 Lexington Avenue, 38th Floor
New York, NY 10017, US**

72 Inventor/es:

**GOLITSCHKE EDLER VON ELBWART,
ALEXANDER;
FENG, SUJUAN;
SUZUKI, HIDETOSHI y
WENGERTER, CHRISTIAN**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 659 963 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

Espacio de búsqueda para R-PDCCH no intercalado

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a señalización de concesión de enlace ascendente y enlace descendente en un sistema de comunicación móvil basado en OFDM. En particular, la presente invención se refiere a procedimientos y aparatos para configuración de espacio de búsqueda y a estructura de canal de espacio de búsqueda para señalización de la información de control de concesión de enlace ascendente y enlace descendente.

Antecedentes de la invención

10 Los sistemas móviles de la tercera generación (3G), tales como, por ejemplo, los sistemas universales de telecomunicación móvil (UMTS) normalizados dentro del proyecto común de tecnologías inalámbricas de la tercera generación (3GPP) se han basado en la tecnología de acceso de radio de acceso múltiple por división de código de banda ancha (WCDMA). Hoy en día, los sistemas de 3G se están desplegando a una amplia escala alrededor de todo el mundo. Después de mejorar esta tecnología introduciendo el acceso de paquetes de enlace descendente de alta velocidad (HSDPA) y un enlace ascendente mejorado, también denominado como el acceso de paquetes de
15 enlace ascendente de alta velocidad (HSUPA), la siguiente etapa principal en la evolución de la norma UMTS ha traído la combinación de multiplexación por división ortogonal de frecuencia (OFDM) para el enlace descendente y el acceso de multiplexación por división de frecuencia de portadora única (SC-FDMA) para el enlace ascendente. Este sistema se ha denominado la evolución a largo plazo (LTE) puesto que se ha pretendido que haga frente a las evoluciones de la tecnología futura.

20 El sistema de LTE representa el acceso de radio basado en paquetes eficaz y las redes de acceso de radio que proporcionarán funcionalidades basadas en IP completas con baja latencia y bajo coste. Los requisitos del sistema detallados se proporcionan en el documento 3GPP TR 25.913, "Requirements for evolved UTRA (EUTRA) and evolved UTRAN (E-UTRAN)," v8.0.0, enero de 2009, (disponible en <http://www.3gpp.org/>). El enlace descendente soportará esquemas de modulación de datos QPSK, 16QAM, y 64QAM y el enlace ascendente soportará BPSK, QPSK, 8PSK y 16QAM.

30 El acceso de red de la LTE ha de ser extremadamente flexible, usando un número de anchos de banda de canal definidos entre 1,25 y 20 MHz, contrastado con el acceso de radio terrestre de UMTS (UTRA) de canales de 5 MHz fijados. La eficacia espectral se aumenta hasta cuatro veces en comparación con UTRA, y las mejoras en arquitectura y señalización reducen la latencia de ida y vuelta. La tecnología de antena de Múltiple Entrada / Múltiple Salida (MIMO) debería posibilitar 10 veces más usuarios por célula que la tecnología de acceso de radio de WCDMA original del 3GPP. Para adecuarse a tantas disposiciones de asignación de banda de frecuencia como sean posibles, se soporta tanto la operación de banda emparejada (dúplex por división de frecuencia FDD) como desemparejada (dúplex por división en el tiempo TDD). LTE puede co-existir con tecnologías de radio de 3GPP anteriores, incluso en canales adyacentes, y las llamadas pueden traspasarse a y desde todas las tecnologías de
35 acceso de radio anteriores al 3GPP.

La Figura 1 ilustra la estructura de una portadora de componente en la LTE versión 8. La portadora componente de enlace descendente de la LTE Versión 8 de 3GPP se subdivide en el dominio de tiempo-frecuencia en las denominadas subtramas 100, cada una de las cuales se divide en dos intervalos 110 y 120 de enlace descendente que corresponden a un periodo de tiempo $T_{intervalo}$. El primer intervalo de enlace descendente comprende una región de canal de control en el primer símbolo o símbolos de OFDM. Cada subtrama consiste en un número dado de símbolos de OFDM en el dominio del tiempo, abarcando cada símbolo de OFDM a través de todo el ancho de banda de la portadora componente.

La Figura 2 es un ejemplo que ilustra detalles adicionales de recursos de LTE. En particular, la unidad más pequeña de los recursos que pueden asignarse por un planificador es un bloque de recurso también denominado bloque de
45 recurso físico (PRB). Un PRB 210 se define como N_{symb}^{DL} símbolos consecutivos de OFDM en el dominio del tiempo y N_{sc}^{RB} subportadoras consecutivas en el dominio de la frecuencia. En la práctica, los recursos de enlace descendente se asignan en pares de bloques de recursos. Un par de bloque de recursos consiste en dos bloques de recursos. Abarca N_{sc}^{RB} subportadoras consecutivas en el dominio de la frecuencia y la totalidad de los $2 \cdot N_{symb}^{DL}$ símbolos de modulación de la subtrama en el dominio del tiempo. N_{symb}^{DL} pueden ser 6 o 7 dando como resultado 12 o 14
50 símbolos de OFDM en total. En consecuencia, un bloque 210 de recursos físico consiste en $N_{symb}^{DL} \times N_{sc}^{RB}$ elementos 220 de recursos que corresponden a un intervalo en el dominio del tiempo y a 180 kHz en el dominio de la frecuencia (pueden hallarse detalles adicionales sobre la cuadrícula de recursos de enlace descendente, por ejemplo, en el documento 3GPP TS 36.211, "Evolved universal terrestrial radio access (E-UTRA); physical channels and modulations (Release 8)", versión 8.9.0, diciembre de 2009, sección 6.2, disponible en <http://www.3gpp.org/>). El
55 número de bloques de recursos físicos N_{RB}^{DL} en el enlace descendente depende del ancho de banda de transmisión

de enlace descendente configurado en la célula y se define actualmente en la LTE como que es desde el intervalo de 6 a 110 PRB.

Los datos se mapean en bloques de recursos físicos por medio de pares de bloques de recursos virtuales. Un par de bloques de recursos virtuales se mapea en un par de bloques de recursos físicos. Los siguientes dos tipos de bloques de recursos virtuales se definen de acuerdo con su mapeo en los bloques de recursos físicos en el enlace descendente de LTE:

Bloque de Recurso Virtual Localizado (LVRB)

Bloque de Recurso Virtual Distribuido (DVRB)

En el modo de transmisión localizado que usa los VRB localizados, el eNB tiene control total de cuáles y cuántos bloques de recursos se usan, y debería usar este control normalmente para tomar bloques de recursos que dan como resultado una gran eficacia espectral. En la mayoría de los sistemas de comunicación móvil, esto da como resultado bloques de recursos físicos adyacentes o múltiples agrupaciones de bloques de recursos físicos adyacentes para la transmisión a un único equipo de usuario, puesto que el canal de radio es coherente en el dominio de la frecuencia, que implica que si un bloque de recurso físico ofrece una gran eficacia espectral, entonces es muy probable que un bloque de recurso físico adyacente ofrezca una eficacia espectral similarmente grande. En el modo de transmisión distribuido que usa los VRB distribuidos, los bloques de recursos físicos que llevan datos para el mismo UE se distribuyen a través de la banda de frecuencia para alcanzar al menos algunos bloques de recursos físicos que ofrecen una eficacia espectral suficientemente grande, obteniendo de esta manera diversidad de frecuencia.

En 3GPP LTE Versión 8 existe únicamente una portadora componente en el enlace ascendente y el enlace descendente. La señalización de control de enlace descendente se lleva básicamente por los siguientes tres canales físicos:

Canal de indicador de formato de control físico (PCFICH) para indicar el número de símbolos de OFDM usados para señalización de control en una subtrama (es decir la región de tamaño del canal de control);

Canal indicador de ARQ híbrido físico (PHICH) para llevar el ACK/NACK de enlace descendente asociado con la transmisión de datos de enlace ascendente; y

Canal de control de enlace descendente físico (PDCCH) para llevar asignaciones de planificación de enlace descendente y asignaciones de planificación de enlace ascendente.

El PCFICH se envía desde una posición conocida en la región de señalización de control de una subtrama de enlace descendente usando un esquema de modulación y codificación predefinido conocido. El equipo de usuario decodifica el PCFICH para obtener información acerca de un tamaño de la región de señalización de control en una subtrama, por ejemplo, el número de símbolos de OFDM. Si el equipo de usuario (UE) no puede decodificar el PCFICH o si obtiene un valor de PCFICH erróneo, no podrá decodificar correctamente la señalización de control de L1/L2 (PDCCH) comprendida en la región de señalización de control, que puede dar como resultado perder todas las asignaciones de recursos contenidas en la misma.

El PDCCH lleva información de control, tal como, por ejemplo, concesiones de planificación para asignar recursos para transmisión de datos de enlace descendente o de enlace ascendente. Un canal de control físico se transmite en una agregación de uno o varios elementos de canal de control (CCE) consecutivos. Cada CCE corresponde a un conjunto de elementos de recursos agrupados en denominados grupos de elementos de recursos (REG). Un elemento de canal de control típicamente corresponde a 9 grupos de elementos de recursos. Una concesión de planificación en PDCCH se define basándose en elementos de canal de control (CCE). Se usan grupos de elementos de recursos para definir el mapeo de canales de control a elementos de recursos. Cada REG consiste en cuatro elementos de recursos consecutivos excluyendo señales de referencia en el mismo símbolo de OFDM. Existen REG en el primero a cuatro símbolos de OFDM en una subtrama. El PDCCH para el equipo de usuario se transmite en el primero de uno cualquiera, dos o tres símbolos de OFDM de acuerdo con PCFICH en una subtrama.

Otra unidad lógica usada en el mapeo de datos en recursos físicos en 3GPP LTE Versión 8 (y versiones posteriores) es un grupo de bloques de recursos (RBG). Un grupo de bloques de recursos es un conjunto de bloques de recursos físicos consecutivos (en frecuencia). El concepto de RBG proporciona una posibilidad de direccionar RBG particulares para el fin de indicar una posición de recursos asignados a un nodo de recepción (por ejemplo UE), para minimizar la tara para una indicación de este tipo, reduciendo de esta manera la relación de tara de control a datos para una transmisión. El tamaño de RBG se especifica actualmente para que sea 1, 2, 3 o 4, dependiendo del ancho

de banda de sistema, en particular, de N_{RB}^{DL} . Pueden hallarse detalles adicionales de mapeo de RBG para PDCCH en LTE Versión 8 en el documento del 3GPP TS 36.213 "Evolved Universal terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical layer procedures", v8.8.0, septiembre de 2009, sección 7.1.6.1, disponible de manera gratuita en <http://www.3gpp.org/>. El canal compartido de enlace descendente físico (PDSCH) se usa para transportar datos de usuario. PDSCH se mapea a los restantes símbolos de OFDM en una subtrama después del PDCCH. Los recursos

de PDSCH asignados para un UE se encuentran en las unidades de bloque de recurso para cada subtrama.

La Figura 3 muestra un mapeo ejemplar de PDCCH y PDSCH en una subtrama. Los primeros dos símbolos de OFDM forman una región de canal de control (región de PDCCH) y se usan para señalización de control de L1/L2. Los restantes doce símbolos de OFDM forman la región de canal de datos (región de PDSCH) y se usan para datos. En un bloque de recursos los pares de todas las subtramas, señales de referencia específicas de célula, denominadas señales de referencia comunes (CRS), se transmiten en uno o varios puertos de antena 0 a 3. En el ejemplo de la Figura 3, las CRS se transmiten desde dos puertos de antena: R0 y R1.

Además, la subtrama también incluye señales de referencia específicas de UE, denominadas señales de referencia de demodulación (DM-RS) usadas por el equipo de usuario para demodular el PDSCH. Las DM-RS se transmiten únicamente en los bloques de recursos en los que se asigna el PDSCH para un cierto equipo de usuario. Para soportar múltiple entrada/múltiple salida (MIMO) con DM-RS, se definen cuatro capas DM-RS que significa que se soporta como máximo, MIMO de cuatro capas. En este ejemplo, en la Figura 3, las capas de DM-RS 1, 2, 3 y 4 corresponden a las capas de MIMO 1, 2, 3 y 4.

Una de las características clave de LTE es la posibilidad de transmitir datos de multidifusión o difusión desde múltiples células a través de una red de frecuencia única sincronizada que se conoce como operación de red de frecuencia única de difusión multimedia (MBSFN). En la operación de MBSFN, el UE recibe y combina señales sincronizadas desde múltiples células. Para facilitar esto, el UE necesita realizar una estimación de canal separada basándose en una señal de referencia de MBSFN. Para evitar el mezclado de la señal de referencia de MBSFN y la señal de referencia normal en la misma subtrama, se reservan ciertas subtramas conocidas como subtramas de MBSFN a partir de la transmisión de MBSFN. La estructura de una subtrama de MBSFN se muestra en la Figura 4, hasta dos de los primeros símbolos de OFDM se reservan para transmisión no de MBSFN y los restantes símbolos de OFDM se usan para transmisión de MBSFN. En el primero de hasta dos símbolos de OFDM, puede transmitirse el PDCCH para asignaciones de recurso de enlace ascendente y el PHICH, y la señal de referencia específica de célula es igual que la de subtramas de transmisión no de MBSFN. El patrón particular de subtramas de MBSFN en una célula se difunde en la información de sistema de la célula. Los UE que no pueden recibir MBSFN decodificarán el primero de hasta dos símbolos de OFDM e ignorarán los restantes símbolos de OFDM. La configuración de subtrama de MBSFN soporta periodicidad tanto de 10 ms como de 40 ms. Sin embargo, las subtramas con número 0, 4, 5 y 9 no pueden configurarse como subtramas de MBSFN. La Figura 4 ilustra el formato de una subtrama de MBSFN.

La información de PDCCH enviada en la señalización de control de L1/L2 puede separarse en la información de control compartida y la información de control especializada. El espectro de frecuencia para IMT-avanzada se decidió en la Conferencia de Comunicación de Radio Mundial (WRC-07) en noviembre de 2008. Sin embargo, el ancho de banda de frecuencia disponible real puede diferenciarse para cada región o país. La mejora de la LTE normalizada por el 3GPP se denomina LTE-avanzada (LTE-A) y se ha aprobado como la materia objeto de la Versión 10. LTE-A Versión 10 emplea agregación de portadora de acuerdo con la que dos o más portadoras de componente como se definen para LTE Versión 8 se agregan para soportar ancho de banda de transmisión más amplio, por ejemplo, ancho de banda de transmisión de hasta 100 MHz. Se supone comúnmente que la portadora de componente único no supera un ancho de banda de 20 MHz. Un terminal puede recibir y/o transmitir simultáneamente en una o múltiples portadoras de componente dependiendo de sus capacidades.

Otra característica clave de la LTE-A es proporcionar funcionalidad de retransmisión por medio de introducir nodos retransmisores a la arquitectura de UTRAN de 3GPP LTE-A. La retransmisión se considera para LTE-A como una herramienta para mejorar la cobertura de altas tasas de datos, movilidad de grupo, despliegue de red temporal, el caudal del borde de la célula y/o para proporcionar cobertura en nuevas áreas.

Un nodo de retransmisión se conecta inalámbricamente a la red de acceso de radio mediante una célula donante. Dependiendo de la estrategia de reenvío, un nodo de retransmisión puede ser parte de la célula donante o, como alternativa, puede controlar las células por sí mismo. En caso de que el nodo retransmisor sea una parte de la célula donante, el nodo retransmisor no tiene una identidad de célula por sí mismo, sin embargo, puede aún tener un ID de retransmisión. En el caso en que el nodo retransmisor controle células por sí mismo, controla una o varias células y se proporciona una única identidad de célula de capa física en cada una de las células controladas por el retransmisor. Al menos, los nodos retransmisores de "tipo 1" serán una parte de 3GPP LTE-A. Un nodo retransmisor de "tipo 1" es un nodo de retransmisión caracterizado por lo siguiente:

El nodo retransmisor controla células cada una de las cuales aparece para un equipo de usuario como una célula separada distinta de la célula donante.

Las células deberían tener su propio ID de célula física como se define en la LTE Versión 8 y el nodo retransmisor deberá transmitir sus propios canales de sincronización, símbolos de referencia etc.

Con respecto a la operación de célula única, el UE debería recibir información de planificación y realimentación de HARQ directamente desde el nodo retransmisor y enviar su información controlada (acuses de recibo, indicaciones de calidad de canal, solicitudes de planificación) al nodo retransmisor.

El nodo retransmisor debería aparecer como un eNodo B conforme con 3GPP LTE para el equipo de usuario conforme a 3GPP LTE para soportar la compatibilidad hacia atrás.

El nodo retransmisor debería aparecer de manera diferente al eNodo B de 3GPP LTE para permitir mejoras de rendimiento adicionales a los equipos de usuario conformes a 3GPP LTE-A.

5 La Figura 5 ilustra una estructura de red de 3GPP LTE-A de ejemplo que usa nodos retransmisores. Un eNodo B donante (d-eNB) 510 sirve directamente a un equipo de usuario UE1 515 y a un nodo retransmisor (RN) 520 que sirve adicionalmente al UE2 525. El enlace entre el eNodo B 510 donante y el nodo 520 retransmisor se denomina típicamente como enlace ascendente/enlace descendente de retroceso de retransmisión. El enlace entre el nodo 520 retransmisor y el equipo 525 de usuario conectado al nodo retransmisor (también indicado r-UE) se denomina enlace de acceso (retransmisor).

10 El eNodo B donante transmite control y datos de L1/L2 al micro-equipo de usuario UE1 515 y también a un nodo 520 retransmisor que transmite adicionalmente el control y datos de L1/L2 al equipo de usuario retransmisor UE2 525. El nodo retransmisor puede operar en un denominado modo de multiplexación de tiempo, en el que no puede realizarse operación de transmisión y recepción al mismo tiempo. En particular, si el enlace desde el eNodo B 510 al nodo 520 retransmisor opera en el mismo espectro de frecuencia que el enlace desde el nodo 520 retransmisor al UE2 525, debido a que el transmisor retransmisor provoca interferencias a su propio receptor, las transmisiones simultáneas de eNodo B-a-nodo retransmisor y de nodo retransmisor a UE en los mismos recursos de frecuencia pueden no ser posibles a menos que se proporcione suficiente aislamiento de las señales salientes y entrantes. Por lo tanto, cuando el nodo 520 retransmisor transmite al eNodo B 510 donante, puede recibir, al mismo tiempo, desde los UE 525 conectados al nodo retransmisor. De manera similar, cuando un nodo 520 retransmisor recibe datos desde el eNodo B donante, no puede transmitir datos a los UE 525 conectados al nodo retransmisor. Por lo tanto, hay un particionamiento de subtrama entre el enlace de retroceso retransmisor y el enlace de acceso retransmisor.

Con respecto al soporte de nodos retransmisores, en 3GPP se ha acordado actualmente que:

25 Las subtramas de enlace descendente de retroceso de retransmisión durante las que se configura el eNodo B para retransmitir transmisión de retroceso de enlace descendente, se asigna semi-estáticamente.

Las subtramas de enlace ascendente de retroceso de retransmisión durante las que se configura transmisión de retroceso de enlace ascendente de retransmisor a eNodo B se asignan semi-estáticamente o se derivan implícitamente por temporización de HARQ a partir de subtramas de enlace descendente de retroceso de retransmisión.

30 En subtramas de enlace descendente de retroceso de retransmisión, un nodo retransmisor transmitirá al eNodo B donante y en consecuencia a los r-UE que no se supone que esperan recibir dato alguno desde el nodo retransmisor. Para soportar la compatibilidad hacia atrás para los UE que no tienen conocimiento de su conexión a un nodo retransmisor (tal como los UE de Versión 8 para los que un nodo retransmisor parece ser un eNodo B convencional), el nodo retransmisor configura subtramas de enlace descendente de retroceso como subtramas de MBSFN.

35 A continuación, se supone una configuración de red como se muestra en la Figura 5 para fines ejemplares. El eNodo B donante transmite control y datos de L1/L2 al macro-equipo de usuario (UE1) y 510 también al retransmisor (nodo retransmisor) 520, y el nodo 520 retransmisor transmite control y datos de L1/L2 al equipo de usuario retransmisor (UE2) 525. Suponiendo además que el nodo retransmisor opera en un modo de duplexación en el tiempo, es decir las operaciones de transmisión y recepción no se realizan al mismo tiempo, llegamos a un comportamiento de entidad no exhaustivo a través del tiempo como se muestra en la Figura 6. Cada vez que el nodo retransmisor está en modo de "transmisión", el UE2 necesita recibir el canal de control de L1/L2 y el canal el compartido de enlace descendente físico (PDSCH), mientras cuando el nodo retransmisor está en modo de "recepción", es decir está recibiendo el canal de control de L1/L2 y el PDSCH desde el nodo B, no puede transmitir al UE2 y por lo tanto el UE2 no puede recibir ninguna información desde el nodo retransmisor en una subtrama de este tipo. En el caso que el UE2 no tenga conocimiento de que está conectado a un nodo retransmisor (por ejemplo, un UE de Versión 8), el nodo 520 retransmisor tiene que comportarse como un (e-)Nodo B normal. Como será evidente para los expertos en la materia, en un sistema de comunicación sin nodo retransmisor cualquier equipo de usuario puede suponer siempre que al menos la señal de control de L1/L2 está presente en cada subtrama. Para soportar un equipo de usuario de este tipo en la operación bajo un nodo retransmisor, el nodo retransmisor debería por lo tanto pretender un comportamiento esperado de este tipo en todas las subtramas.

50 Como se muestra en la Figura 3 y 4, cada subtrama de enlace descendente consiste en dos partes, la región de canal de control y la región de datos. La Figura 7 ilustra un ejemplo de configuración de tramas de MBSFN en el enlace de acceso de retransmisión en una situación, en la que tiene lugar la transmisión de retroceso de retransmisión. Cada subtrama comprende una porción 710, 720 de datos de control y una porción 730, 740 de datos. Los primeros símbolos 720 de OFDM en una subtrama de MBSFN se usan por el nodo 520 retransmisor para transmitir símbolos de control a los r-UE 525. En la restante parte de la subtrama, el nodo retransmisor puede recibir datos 740 desde el eNodo B 510 donante. Por lo tanto, puede no haber ninguna transmisión desde el nodo 520

retransmisor al r-UE 525 en la misma subtrama. El r-UE recibe el primero de hasta dos símbolos de control de OFDM e ignora la parte restante de la subtrama. Las subtramas no de MBSFN se transmiten desde el nodo 520 retransmisor al r-UE 525 y los símbolos 710 de control así como los símbolos 730 de datos se procesan por el r-UE 525. Una subtrama de MBSFN puede configurarse para cada 10 ms en cada 40 ms. Por lo tanto, las subtramas de enlace descendente de retroceso de retransmisión también soportan configuraciones tanto de 10 ms como de 40 ms. De manera similar a la configuración de subtrama de MBSFN, las subtramas de enlace descendente de retroceso de retransmisión no pueden configurarse en las subtramas con N.º 0, N.º 4, N.º 5 y N.º 9.

Puesto que las subtramas de MBSFN se configuran en nodos retransmisores como subtramas de enlace descendente de retroceso de enlace descendente, el nodo retransmisor no puede recibir el PDCCH desde el eNodo B donante. Por lo tanto, se usa un nuevo canal de control físico (RPDCCH) para asignar dinámicamente o “semi-persistentemente” recursos en las subtramas asignadas semi-estáticamente para los datos de retroceso de enlace descendente y de enlace ascendente. Los datos de retroceso de enlace descendente se transmiten en un nuevo canal de datos físico (R-PDSCH) y los datos de retroceso de enlace ascendente se transmiten en un nuevo canal de datos físico (R-PUSCH). El o los R-PDCCH para el nodo retransmisor se mapea/mapean a una región de R-PDCCH en la región de PDSCH de la subtrama. El nodo retransmisor espera recibir el R-PDCCH en la región de la subtrama. En el dominio de tiempo, la región R-PDCCH abarca las subtramas de retroceso de enlace descendente configuradas. En dominio de frecuencia, la región de R-PDCCH existe en ciertos bloques de recursos preconfigurados para el nodo retransmisor por señalización de capa superior. Con respecto al diseño y uso de una región de R-PDCCH en una subtrama, se han acordado las siguientes características hasta ahora en la normalización:

R-PDCCH tiene PRB asignados para transmisión semi-estáticamente. Además, el conjunto de recursos a usarse actualmente para transmisión de R-PDCCH en los PRB asignados semi-estáticamente anteriores puede variar dinámicamente, entre subtramas.

Los recursos configurables dinámicamente pueden cubrir el conjunto completo de símbolos de OFDM disponibles para el enlace de retroceso o pueden estar restringidos a su subconjunto.

Los recursos que no se usan para R-PDCCH en los PRB asignados semi-estáticamente pueden usarse para llevar R-PDSCH o PDSCH.

En caso de subtramas de MBSFN, el nodo retransmisor transmite señales de control a los r-UE. A continuación, puede hacerse necesario conmutar la transmisión al modo de recepción de modo que el nodo retransmisor pueda recibir datos transmitidos por el eNodo B donante en la misma subtrama. Además de este hueco, tiene que tenerse en cuenta el retardo de propagación para la señal entre el eNodo B donante y el nodo retransmisor. Por lo tanto, el R-PDCCH se transmite en primer lugar empezando desde un símbolo de OFDM que, en la subtrama, es suficientemente tardío para que un nodo retransmisor lo reciba.

El mapeo de R-PDCCH en los recursos físicos puede realizarse de una manera distribuida en frecuencia o de una manera localizada en frecuencia.

La intercalación de R-PDCCH en el número limitado de PRB puede conseguir ganancia de diversidad y, al mismo tiempo, limitar el número de PRB desperdiciados.

En subtramas no de MBSFN, se usa la DM-RS Versión 10 cuando se configuran las DM-RS por el eNodo B. De otra manera, se usan las CRS Versión 8. En subtramas de MBSFN, se usan las DM-RS Versión 10.

R-PDCCH puede usarse para asignar la concesión de enlace descendente o concesión de enlace ascendente para el enlace de retroceso. El límite del espacio de búsqueda de concesión de enlace descendente y el espacio de búsqueda de concesión de enlace ascendente es un límite de intervalo de la subtrama. En particular, la concesión de enlace descendente se transmite únicamente en el primer intervalo y la concesión de enlace ascendente se transmite únicamente en el segundo intervalo de la subtrama.

No se aplica intercalación cuando se demodula con DM-RS. Cuando se demodula con CRS, se soporta tanto la intercalación de nivel de REG como la no intercalación.

Basándose en el acuerdo anterior, hay básicamente tres opciones diferentes para configuración del espacio de búsqueda de R-PDCCH:

R-PDCCH no intercalado localizado en frecuencia,

R-PDCCH no intercalado distribuido en frecuencia, y

R-PDCCH intercalado de nivel REG.

Para el R-PDCCH intercalado de nivel REG, se volverá a usar el esquema de espacio de búsqueda de PDCCH Versión 8 en los PRB configurados semi-estáticamente para R-PDCCH (el denominado ancho de banda virtual de R-PDCCH). Para el R-PDCCH no intercalado, podría aplicarse teóricamente el concepto de espacio de búsqueda de

PDCCH Versión 8 de aleatorización de las posiciones de candidatos de PDCCH para diferentes niveles de agregación a través del ancho de banda total, pero podría no facilitar el beneficio de que los candidatos puedan estar en posiciones que puedan asignarse libremente por el eNodo B. Esto, a su vez, haría imposible aprovechar el beneficio de planificación de frecuencia selectiva completa para el canal de control.

5 La contribución del 3GPP R1-104657 por LG Electronics, titulada "Search space design for non-interleaved R-PDCCH", reunión RAN WG1 en Madrid, España, 17 de agosto de 2010 se refiere a un espacio de búsqueda para nivel de agregación superior del R-PDCCH. Se muestra una configuración de espacio de búsqueda para R-PDCCH de frecuencia localizada y configuración de espacio de búsqueda para R-PDCCH de frecuencia distribuida. Ambas configuraciones se muestran para los mismos posibles niveles de agregación. Se propone una conmutación basada en RRC entre la configuración de espacio de búsqueda localizada y distribuida.

Sumario de la invención

En vista de lo anterior, el objetivo de la presente invención es proporcionar un esquema eficaz para configurar un espacio de búsqueda en el que la información de control, que puede contener concesiones (o asignaciones) de enlace ascendente y de enlace descendente para un canal compartido, puede señalizarse a un receptor, o particularmente a un nodo retransmisor.

Esto se consigue por las características de las reivindicaciones independientes.

Las realizaciones de la invención ventajosas se ven sometidas a las reivindicaciones dependientes.

El enfoque particular de la presente invención es proporcionar una configuración de espacio de búsqueda con candidatos de nivel de agregación inferior localizados y al menos un candidato distribuido de un nivel de agregación superior.

De acuerdo con un aspecto de la presente invención, se proporciona un procedimiento para recibir datos de control en una subtrama en un sistema de comunicación de múltiples portadoras, comprendiendo el procedimiento las siguientes etapas a realizarse en un nodo de recepción: recibir una subtrama desde un nodo de transmisión, en el que la subtrama se divide lógicamente en bloques de recursos físicos y comprende una pluralidad de elementos de canal de control; y realizar una detección ciega para una información de control en un espacio de búsqueda de la subtrama predefinido. Dicho espacio de búsqueda se subdivide lógicamente en candidatos para realizar detección ciega, comprendiendo cada candidato uno o más elementos de canal de control agregados, en el que al menos un candidato que tiene un primer número de elementos de canal de control agregados consiste en elementos de canal de control colocados adyacentes en frecuencia, y al menos un candidato que tiene un segundo número de elementos de canal de control agregados, mayor que el primer número, consiste en elementos de canal de control al menos distribuidos parcialmente en frecuencia.

De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, se proporciona un procedimiento para transmitir información de control para al menos un nodo de recepción en una subtrama de un sistema de comunicación de múltiples portadoras, comprendiendo el procedimiento las siguientes etapas a realizarse en el nodo de transmisión: mapear información de control para un nodo de recepción en un espacio de búsqueda predefinido en una subtrama, comprendiendo el espacio de búsqueda recursos sobre los que un nodo de recepción ha de realizar una detección ciega, en el que dicho espacio de búsqueda se subdivide lógicamente en candidatos para detección ciega, comprendiendo cada candidato uno o más elementos de canal de control agregados, en el que al menos un candidato que tiene un primer número de elementos de canal de control agregados consiste en elementos de canal de control colocados adyacentes en frecuencia, y al menos un candidato que tiene un segundo número de elementos de canal de control agregados, mayor que el primer número, consiste en elementos de canal de control al menos distribuidos parcialmente en frecuencia; y transmitir la subtrama para el al menos un nodo de recepción.

De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, se proporciona un aparato de recepción para recibir una información de control en una subtrama de un sistema de comunicación de múltiples portadoras, comprendiendo el aparato: una unidad de recepción para recibir una subtrama desde un nodo de transmisión, en el que la subtrama comprende una pluralidad de elementos de canal de control; y una unidad de detección para realizar una detección ciega para una información de control en un espacio de búsqueda predefinido de la subtrama, en el que dicho espacio de búsqueda se subdivide lógicamente en candidatos para los que se ha de realizar la detección ciega, comprendiendo cada candidato uno o más elementos de canal de control agregados, en el que al menos un candidato que tiene un primer número de elementos de canal de control agregados consiste en elementos de canal de control colocados adyacentes en frecuencia, y al menos un candidato que tiene un segundo número de elementos de canal de control agregados, mayor que el primer número, consiste en elementos de canal de control al menos distribuidos parcialmente en frecuencia.

De acuerdo con otro aspecto de la presente invención se proporciona un aparato de transmisión para transmitir información de control para al menos un nodo de recepción en una subtrama de un sistema de comunicación de múltiples portadoras, comprendiendo el aparato: una unidad de mapeo para mapear información de control para un nodo de recepción en un espacio de búsqueda predefinido en una subtrama, comprendiendo el espacio de búsqueda recursos sobre los que un nodo de recepción ha de realizar una detección ciega, en el que dicho espacio

de búsqueda se subdivide lógicamente en candidatos para detección ciega, comprendiendo cada candidato uno o más elementos de canal de control agregados, en el que al menos un candidato que tiene un primer número de elementos de canal de control agregados consiste en elementos de canal de control colocados adyacentes en frecuencia, y al menos un candidato que tiene un segundo número de elementos de canal de control agregados, mayor que el primer número, consiste en elementos de canal de control al menos distribuidos parcialmente en frecuencia; y una unidad de transmisión para transmitir la subtrama para el al menos un nodo de recepción.

Por consiguiente, la robustez y resistencia frente al desvanecimiento se aumenta para los candidatos de nivel de agregación superior incluso si están configurados candidatos localizados. En otras palabras, la presente invención sugiere distribuir al menos parcialmente al menos uno de los candidatos de nivel de agregación superior en el dominio de la frecuencia. En este punto la expresión "distribuir" hace referencia a mapear el candidato en elementos de canal de control que no están todos mapeados en bloques de recursos físicos secuencialmente adyacentes en frecuencia. Por lo tanto, al menos otro bloque de recurso físico separa al menos dos porciones de los elementos de canal de control del candidato.

Ventajosamente, el primer número de elementos de canal de control agregados es 1 o 2 y el segundo número de elementos de canal de control agregados es 4 u 8. Preferentemente, un candidato con el segundo número de elementos de canal de control agregados se distribuye a través del único elemento de canal de control y/o el candidato con 8 elementos de canal de control agregados se distribuye a través de porciones con tamaño de 2 elementos de canal de control, donde una porción generalmente se asemeja a dos o más bloques de recursos físicos secuencialmente adyacentes. Estos números particulares son especialmente ventajosos con respecto al sistema LTE/LTE-A, que ahora soporta los niveles de agregación 1, 2, 4 y 8. La selección de estos números posibilita la localización del nivel de agregación 2 y distribuye al menos un candidato de nivel de agregación 4 y/u 8, que aumenta la robustez de detección de estos candidatos distribuidos. Sin embargo, la presente invención no está limitada a estos números. Dependiendo del sistema a desplegar, los niveles de agregación de 3, 5, 6, etc., pueden soportarse también. En general, la selección de los niveles de agregación, los candidatos de los cuales se han de distribuir, puede realizarse con respecto a la banda de frecuencia en la que se definen los candidatos y las características de desvanecimiento esperadas.

De acuerdo con una realización de la presente invención, los elementos de canal de control corresponden a los elementos de canal de control (CCE) como se define en 3GPP LTE/LTE-A. De acuerdo con otra realización de la presente invención, los elementos de canal de control corresponden a bloques de recursos físicos de 3GPP LTE/LTE-A. Sin embargo, la presente invención no está limitada a lo mismo y los elementos de canal de control de la presente invención pueden ser cualquier recurso definido en el dominio de tiempo/frecuencia.

Ventajosamente, al menos un candidato con el segundo número de elementos de canal de control agregados se mapea en bloques de recursos físicos adyacentes en frecuencia (es decir de una manera localizada) y al menos otro candidato con el segundo número de elementos de canal de control agregados se mapea en bloques de recursos físicos distribuidos en frecuencia. Se emplea ventajosamente una manera localizada si el desvanecimiento y/o característica de ruido e interferencia es plano en el dominio de frecuencia, de manera que los bloques de recursos físicos adyacentes tienen una muy alta probabilidad de tener características de canal muy similares. Para la mayoría de los aspectos, las características de canal más importantes incluyen amplitud y cambios de fase debido a desvanecimiento de señal y propagación, ruido, interferencia y/o desplazamiento de frecuencia. En consecuencia, con un buen conocimiento de la característica de canal, la capacidad de canal puede aprovecharse muy eficazmente usando una manera localizada usando selectivamente el mejor recurso o recursos de canal. A la inversa, sin un conocimiento de este tipo o con un conocimiento impreciso, es beneficioso usar recursos de canal distribuidos para intentar alcanzar al menos algunos recursos donde el estado de canal es bueno (es decir de una forma más o menos aleatoria).

Preferentemente, la distribución del candidato con el segundo número de elementos de canal de control agregados en frecuencia se realiza mapeando dicho candidato en porciones con un tercer número de elementos de canal de control, mapeándose adicionalmente las porciones a la frecuencia de una manera distribuida, es decir separándose entre sí por al menos un bloque de recurso físico. El tercer número es inferior al segundo número. En particular los elementos de canal de control de un candidato pueden distribuirse a las posiciones en frecuencia que corresponden a los candidatos de posiciones de un nivel de agregación inferior al segundo número. Por ejemplo, un candidato de nivel de agregación 4 u 8 puede distribuirse en múltiples porciones, donde una porción consiste en elementos de canal de control mapeados a dos bloques de recursos físicos adyacentes, y donde al menos una de tales porciones por sí misma constituiría un candidato de nivel de agregación 2, o incluso cada porción de este tipo constituiría un candidato de nivel de agregación 2. Sin embargo, la distribución de las porciones no necesita realizarse a través de posiciones de candidatos de nivel inferior. Puede tomarse cualquier posición de elemento de canal de control en frecuencia. Usar las mismas posiciones tiene los beneficios de empaquetar los candidatos en tan pocos bloques de recursos físicos como sea posible, minimizando de esta manera la cantidad de bloques de recursos físicos que no pueden usarse para transmisión de canal de datos compartido. Usar diferentes posiciones tiene beneficios para permitir la transmisión de diferentes candidatos con diferentes niveles de agregación sin afectarse los unos a los otros, es decir la transmisión de un candidato con un nivel de agregación inferior no bloquea la transmisión de un candidato con un nivel de agregación superior, y viceversa. Es ventajoso distribuir las porciones posiblemente alejadas entre sí en el dominio de la frecuencia y/o posiblemente lejos de otros candidatos para conseguir diversidad

superior.

Como alternativa, el candidato puede distribuirse a una pluralidad de elementos de canal de control únicos mapeados a bloques de recursos físicos separados entre sí en frecuencia por al menos un bloque de recurso físico.

5 Ventajosamente, las posiciones de candidatos distribuidos con el segundo número de elementos de canal de control agregados para un primer nodo de recepción son diferentes a las posiciones de candidatos distribuidos con el segundo número de elementos de canal de control agregados para un segundo nodo de recepción. Esto posibilita un mapeo eficaz sin bloquear los recursos para la señalización especializada de nodo de recepción.

10 De acuerdo con una realización de la presente invención, los candidatos con un número superior de elementos de canal de control agregados localizados en frecuencias adyacentes están localizados en frecuencia sin solapar con los candidatos con un número inferior de elementos de canal de control agregados. Una disposición de este tipo es particularmente ventajosa puesto que posibilita la utilización eficaz de recursos sin bloqueo. Esto significa, por ejemplo, que la asignación de los candidatos de nivel 1 no bloquea la asignación de un candidato de nivel 2 sino que en su lugar, ambos pueden asignarse al mismo o diferentes nodos de recepción.

15 En particular, de acuerdo con una realización de la presente invención, los elementos de canal de control se mapean en bloques de recursos físicos y un cuarto número de bloques de recursos físicos forma un grupo de bloques de recursos, mapeándose los candidatos a elementos de canal de control que se incluyen en bloques de recursos físicos de un grupo de bloques de recursos. Los candidatos con un número inferior de elementos de canal de control están localizados, mapeados en bloques de recursos físicos adyacentes (en frecuencia) empezando con el primer bloque de recurso físico de un grupo de bloques de recursos, y los candidatos con un número superior de elementos de canal de control agregados están localizados, mapeados en bloques de recursos físicos adyacentes finalizando en el último bloque de recurso físico del grupo de bloques de recursos, donde para candidatos con un número superior de elementos de canal de control agregados que el tamaño de un grupo de bloques de recursos, un candidato rellena un primer grupo de bloques de recursos por completo y un segundo grupo de bloques de recursos adyacentes al menos parcialmente. Un mapeo de este tipo es probable que evite el solapamiento de candidatos de diferentes niveles de agregación y es eficaz, por lo tanto, con respecto a la utilización de recursos. El cuarto número puede ser, por ejemplo 2, 3 o 4. Sin embargo, en general puede soportarse también cualquier otro número. El cuarto número que equivale a 1 significa que un bloque de recursos físico en solitario corresponde a un grupo de bloques de recursos.

30 Como alternativa, para evitar el solapamiento de candidatos que tienen diferentes niveles de agregación, los candidatos con un número superior de elementos de canal de control agregados mapeados localizados en bloques de recursos físicos adyacentes están localizados en frecuencia en bloques de recursos físicos desplazados con respecto a las posiciones de los candidatos con un número inferior de elementos de canal de control agregados, cada candidato de agregación inferior estando mapeado localizado en bloques de recursos físicos adyacentes. En particular, el desplazamiento es suficiente de modo que los candidatos no solapan, por ejemplo pueden tener el tamaño del número inferior de elementos de canal de control agregados, que significa que el candidato de nivel superior se inicia en un bloque de recursos físico siguiente al candidato de nivel inferior.

40 Preferentemente, el nodo de recepción es un nodo retransmisor, el nodo retransmisor es un eNodo B donante en un sistema basado en 3GPP LTE(-A), y el canal de control de enlace descendente físico es R-PDCCH sin intercalación de bloque de recurso físico en el dominio de tiempo. Sin embargo, como alternativa o además, un terminal móvil normal puede actuar como el nodo de recepción, para beneficiarse de una transmisión de información de control localizada.

45 De acuerdo con otra realización de la presente invención, los candidatos de nivel superior de diferentes nodos de recepción se distribuyen a posiciones que no solapan. Las posiciones de candidatos localizados con el primer número de bloques de recursos físicos agregados pueden ser idénticas para un primer nodo de recepción y un segundo nodo de recepción.

De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, se proporciona un producto de programa informático que comprende un medio legible por ordenador que tiene un código de programa legible por ordenador incorporado en el mismo, el código de programa estando adaptado para llevar a cabo la presente invención.

50 Los anteriores y otros objetos y características de la presente invención se harán más evidentes a partir de la siguiente descripción y realizaciones preferidas dadas en conjunto con los dibujos adjuntos en los que:

La Figura 1 es un dibujo esquemático que muestra la estructura general de una subtrama en una portadora componente de enlace descendente definida para 3GPP LTE versión 8;

La Figura 2 es un dibujo esquemático que muestra una portadora componente de enlace descendente ejemplar de uno de dos intervalos de enlace descendente de una subtrama definida para 3GPP LTE versión 8;

55 La Figura 3 es un dibujo esquemático que ilustra la estructura de unas subtramas no de MBSFN y un par de bloques de recursos físicos de las mismas definido para 3GPP LTE versión 8 y 3GPP LTE-a versión 10;

La Figura 4 es un dibujo esquemático que ilustra una estructura de subtramas de MBSFN y un par de bloques de recursos físicos de las mismas definido para 3GPP LTE Versión 8 y 3GPP LTE-A Versión 10.

La Figura 5 es un dibujo esquemático de una configuración de red ejemplar que incluye un eNodo B donante, un nodo retransmisor y dos equipos de usuario;

5 La Figura 6 es un dibujo esquemático que ilustra el comportamiento ejemplar del eNodo B donante, el nodo retransmisor y los dos equipos de usuario de la Figura 3 con respecto a la operación en modo de transmisión y modo de recepción;

La Figura 7 es un dibujo esquemático que ilustra un ejemplo de una estructura de unas configuraciones de subtrama de enlace descendente de retroceso de retransmisión usadas en 3GPP LTE-A Versión 10;

10 La Figura 8 es un dibujo esquemático que ilustra un ejemplo de un espacio de búsqueda localizado para concesiones de enlace ascendente y de enlace descendente con candidatos de diversos niveles de agregación;

La Figura 9 es un dibujo esquemático que ilustra un ejemplo de un espacio de búsqueda distribuido para concesiones de enlace ascendente y de enlace descendente con candidatos de diversos niveles de agregación, y la relación entre bloques de recursos virtuales y bloques de recursos físicos en un caso de mapeo distribuido;

15 La Figura 10 es un dibujo esquemático que ilustra un ejemplo de mapeo de los candidatos de nivel de agregación 1, 2 y 4 con grupos de bloques de recursos de tamaño 4 de acuerdo con una realización de la presente invención;

La Figura 11 es un dibujo esquemático que ilustra un ejemplo de un espacio de búsqueda para diferentes tamaños de RBG con candidatos alineados con los extremos de respectivos RBG;

20 La Figura 12 es un dibujo esquemático que ilustra un ejemplo de un espacio de búsqueda para diferentes tamaños de RBG con algunos candidatos desplazados, donde sea posible, con respecto al comienzo de un RBG;

La Figura 13 es un dibujo esquemático que ilustra un ejemplo de un espacio de búsqueda para diferentes tamaños de RBG con alineación de candidatos al inicio y final del respectivo grupo;

25 La Figura 14 es un diagrama de flujo que ilustra una operación de un procedimiento de acuerdo con una realización de la presente invención; y

La Figura 15 es un dibujo esquemático que ilustra una red con dos nodos retransmisores y un eNodo B donante.

Descripción detallada

30 Los siguientes párrafos describirán diversas realizaciones de la presente invención. Para fines ejemplares únicamente, la mayoría de las realizaciones se resumen en relación con un esquema de acceso de radio de enlace descendente de OFDM de acuerdo con sistemas de comunicación móvil de 3GPP LTE (Versión 8) y LTE-A (Versión 10) analizados en la sección de Antecedentes de la técnica anterior. Debería observarse que la invención puede usarse ventajosamente, por ejemplo, en relación con un sistema de comunicación móvil tal como 3GPP LTE (Versión 8) y sistemas de comunicación LTE-A (Versión 10) previamente descritos, aunque la invención no está limitada a su uso en esta red de comunicación ejemplar particular. Los aspectos de la invención descritos en el presente documento pueden usarse, entre otros, para definir los espacios de búsqueda para información de control de enlace ascendente y enlace descendente (R-PDCCH), principalmente llevando asignaciones y concesiones para receptores tales como nodos retransmisores o UE en unos sistemas de comunicación de 3GPP LTE-A (Versión 10) y para proporcionar una utilización de recursos eficaz en términos de datos de R-PDCCH que se mapean a un espacio de búsqueda de enlace descendente (en particular a bloques de recursos individuales y grupos de bloques de recursos de los mismos). Las explicaciones dadas en la sección de Antecedentes de la técnica anterior se pretenden para entender mejor la mayoría de las realizaciones ejemplares específicas de 3GPP LTE (Versión 8) y LTE-A (Versión 10) descritas en el presente documento y no deberían entenderse como que limitan la invención a las implementaciones específicas descritas de procedimientos y funciones en la red de comunicación móvil. Específicamente, puede aplicarse a la comunicación entre dos nodos no móviles de una red de comunicación, tal como entre un eNodo B estacionario y un nodo retransmisor estacionario.

En general, la presente invención proporciona una configuración de espacio de búsqueda con candidatos de nivel de agregación inferior localizados y al menos un candidato distribuido de un nivel de agregación superior.

50 En particular, la estructura de canal para llevar información de control para al menos un nodo de recepción en una subtrama de un sistema de comunicación es como sigue. El espacio de búsqueda en una subtrama se forma por una pluralidad de elementos de canal de control. El espacio de búsqueda se subdivide lógicamente en candidatos para decodificación ciega por el al menos un nodo de recepción. Cada candidato incluye uno o más elementos de canal de control agregados, en el que al menos un candidato tiene un primer número de elementos de canal de control agregados y estos elementos de canal de control se transmiten de manera adyacente o muy estrecha entre

sí en el dominio de la frecuencia. Al menos otro candidato tiene un segundo número de elementos de canal de control agregados, mayor que el primer número, y consiste en elementos de canal de control al menos distribuidos parcialmente en frecuencia, donde el nivel de distribución se encuentra preferentemente en el orden de más de dos unidades de transmisión en el dominio de la frecuencia. La unidad de transmisión es, por ejemplo, un PRB o un elemento de canal de control. El nivel de distribución en este punto significa la distancia entre dos porciones candidatas.

Un espacio de búsqueda de este tipo es particularmente ventajoso para sistemas de comunicación en los que la calidad de canal puede variar rápidamente y en los que la señal puede sufrir de desvanecimientos repentinos, o donde el canal es selectivo en el dominio de la frecuencia pero el conocimiento acerca del canal es impreciso. Este es especialmente el caso para sistemas inalámbricos con nodos móviles y/o estáticos que usan múltiples portadoras. Un ejemplo de los mismos es un sistema basado en 3GPP LTE y la presente invención puede emplearse fácilmente en un sistema de este tipo. Sin embargo, la presente invención no está limitada a tales clases de sistemas y puede usarse en cualquier sistema de comunicación con múltiples portadoras para configurar un espacio de búsqueda para cualquier información a decodificarse de manera ciega. La información a decodificarse de manera ciega es típicamente información de control que posibilita que un nodo acceda a recursos de control compartidos o especializados adicionales.

En estos términos, el nodo de recepción puede ser cualquier nodo que pueda recibir información de control en un sistema de comunicación de múltiples portadoras de este tipo. Por ejemplo, el nodo de recepción puede ser un terminal de usuario que puede ser móvil o fijo. Un terminal de usuario de este tipo puede funcionar, aunque no necesariamente, como un nodo retransmisor para otros terminales. Como alternativa, el nodo de recepción puede ser un nodo retransmisor separado. Un nodo retransmisor de este tipo puede ser fijo (por ejemplo para aumentar una cobertura de una estación base) o puede ser móvil. Sin embargo, el nodo de recepción puede también ser cualquier otro nodo tal como una estación base u otro nodo de red. De manera similar, el nodo de transmisión puede ser cualquier nodo de red, por ejemplo, una estación base, o un nodo retransmisor o un terminal de usuario. En el contexto de LTE, en una realización ventajosa de la presente invención, el nodo de transmisión es un eNodo B, en particular, un eNodo B donante y el terminal de recepción es un nodo retransmisor. Esta realización es particularmente ventajosa puesto que el espacio de búsqueda para el R-PDCCH no se ha normalizado hasta ahora. Sin embargo, en otra realización de la presente invención el nodo de transmisión puede ser un nodo retransmisor y el nodo de recepción puede ser un equipo de usuario o viceversa. Tanto los nodos de transmisión como los de recepción pueden ser también nodos retransmisores o terminales de usuario.

Con respecto a la información de control, esta puede ser cualquier información de control dirigida al nodo de recepción. En particular, la información de control puede indicar la localización de recursos adicionales, especializados o compartidos, para la transmisión o recepción de datos por el terminal de recepción. En particular, la información de control puede incluir concesiones de enlace descendente o de enlace ascendente. Como alternativa, puede contener comandos para control de potencia, o para activar ciertas acciones de receptor tales como emisión de señales de sondeo de canal, o la desactivación de un canal de comunicación o servicio.

En general, el espacio de búsqueda consiste en candidatos para decodificación ciega. Los candidatos son en este contexto subconjuntos de recursos de sistema físicos. El elemento de recurso básico para transmisión de la información de control es el elemento de canal de control. Cada candidato puede incluir un elemento de canal de control o más elementos de canal de control agregados. Los elementos de canal de control pueden corresponder a un intervalo de frecuencia particular (una o más portadoras del sistema de múltiples portadoras) y tener una duración de tiempo predefinida. En este punto, el elemento de canal de control representa una porción de recursos físicos más pequeña que es direccionable para la transmisión de la información de control. En el contexto de LTE, el elemento de canal de control puede ser, por ejemplo, un CCE o un bloque de recursos físico, con la posible excepción de elementos de recursos que están ocupados por señales indispensables tales como símbolos de referencia, como se muestra ejemplarmente en la Figura 3 por los elementos de recursos que llevan símbolos de referencia comunes (CRS) o símbolos de referencia de demodulación (DM-RS). Puede comprender adicionalmente únicamente un subconjunto de símbolos de OFDM en un intervalo como se muestra en la Figura 4, donde únicamente la segunda parte del primer intervalo es usable para llevar elementos de canal de control.

El espacio de búsqueda de acuerdo con la presente invención está configurado para incluir tanto candidatos localizados como distribuidos. Los candidatos localizados son candidatos de los elementos de canal de control de los cuales están localizados en una secuencia de manera adyacente entre sí en dominio de frecuencia. Los candidatos distribuidos no están localizados, lo que significa que sus elementos de canal de control están localizados en el dominio de la frecuencia separados entre sí por al menos un elemento de canal de control que no pertenece al mismo candidato. Los elementos de canal de control del candidato pueden distribuirse a través de elementos de canal de control únicos no adyacentes (separados entre sí en frecuencia por al menos un bloque de recurso físico). Un candidato puede distribuirse también parcialmente, que significa que el candidato se subdivide en porciones de más de un elemento de canal de control adyacente, y las porciones se distribuyen adicionalmente en frecuencia. Las porciones pueden tener, aunque no necesariamente, el mismo tamaño.

El despliegue global de sistemas de comunicación móvil trajo un requisito de proporcionar una cobertura lo más amplia posible y soporte de terminales con alta movilidad. Para facilitar esto, el concepto de nodos retransmisores se

ha normalizado. Los nodos retransmisores que funcionan en una banda de frecuencia común para enlace de acceso (enlace a y desde un terminal) y enlace (enlace a y desde un nodo de red tal como un eNodo B) de retransmisión (retroceso) proporcionan ventajas que incluyen costes reducidos y pueden desplegarse más fácilmente. Sin embargo, como se ha descrito anteriormente, tales nodos retransmisores típicamente funcionan en un modo de división de tiempo, que significa que no pueden intercambiar datos al mismo tiempo en acceso de retransmisión y enlace de retroceso. En consecuencia, los recursos del nodo retransmisor tienen que compartirse para transmisión y/o recepción de datos a/desde un nodo de red y a/desde un terminal.

De acuerdo con una realización ejemplar de la presente invención, se proporciona un espacio de búsqueda para el canal que lleva asignaciones de recursos, en particular, la señalización de asignaciones de recurso en y para el enlace de retroceso. El espacio de búsqueda incluye recursos físicos definidos en términos de recursos de tiempo y frecuencia, que llevan concesiones de enlace ascendente y/o de enlace descendente y que se reciben típicamente por un nodo retransmisor desde un nodo de red. La configuración de un espacio de búsqueda de este tipo es ventajosamente reconfigurable, que significa que la posición del espacio de búsqueda puede establecerse y señalizarse desde el nodo de red al nodo retransmisor. Para mantener el sistema eficaz, una señalización de este tipo debería requerir preferentemente ancho de banda tan bajo como fuera posible.

En 3GPP LTE, los recursos pueden asignarse en términos de bloques de recursos físicos (PRB). Algunos canales de control permiten asignar incluso porciones de recurso más pequeñas. Por ejemplo, la región de canal de control de PDCCH en una subtrama consiste en un conjunto de elementos de canal de control (CCE). Un PDCCH puede agregar 1, 2, 4 u 8 CCE. De manera similar, R-PDCCH deberá soportar probablemente los niveles de agregación 1, 2, 4 y 8. La agregación puede ser a través de los CCE o a través de bloques de recursos físicos. A continuación, se describen ejemplos con agregación de los bloques de recursos físicos. Sin embargo, todos estos ejemplos son aplicables también a agregación de CCE como una unidad de recursos físicos.

Cada nodo retransmisor monitoriza un conjunto de candidatos de R-PDCCH de cualquier nivel de agregación para información de control en cada subtrama no de DRX. Monitorizar hace referencia a intentar decodificar cada uno de los R-PDCCH en el conjunto de acuerdo con todos los formatos monitorizados, es decir decodificación ciega. La decodificación ciega se describe para el UE que recibe un PDCCH en el documento del 3GPP TS 36.213 "Evolved Universal terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical layer procedures", v8.8.0, septiembre de 2009, sección 9.1.1, disponible de manera gratuita en <http://www.3gpp.org/>. De acuerdo con las presentes memorias descriptivas para PDCCH específicos de UE, el espacio de búsqueda puede incluir seis candidatos de nivel de agregación 1 y 2 y dos candidatos de niveles de agregación 4 y 8. El número de candidatos también especifica el número de decodificaciones ciegas que ha de realizar el terminal.

La Figura 8 ilustra un ejemplo de una configuración de espacio de búsqueda localizado para R-PDCCH suponiendo una configuración similar.

Por consiguiente, un espacio de búsqueda de R-PDCCH de nivel de agregación de R-PDCCH L está configurado por un conjunto de índices $\{n_{L,1}, n_{L,2}, \dots, n_{L,M(L)}\}$ de bloque de recursos virtual (VRB) y el tipo (mapeo de VRB distribuido o localizado) de asignación de recursos de R-PDCCH. La configuración puede señalizarse, por ejemplo, por señalización de RRC. La misma configuración puede ser aplicable a tanto el primer como el segundo intervalo, que llevan concesiones de enlace descendente y de enlace ascendente, respectivamente. Para un espacio de búsqueda localizado de este tipo, el índice de VRB equivale al índice de PRB. Por lo tanto, L PRB consecutivos constituyen un candidato de R-PDCCH válido. Las posiciones de inicio de cada candidato para cada nivel de agregación se señalizan desde un eNodo B donante a un nodo retransmisor. De manera similar a la configuración de PDCCH (consúltese, por ejemplo, el documento 3GPP TS 36.213 "Evolved Universal terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical layer procedures", v8.8.0, septiembre de 2009, sección 9.1, disponible en <http://www.3gpp.org/>). La Figura 8 supone seis candidatos para los niveles de agregación 1 y 2, y dos candidatos para el nivel de agregación 4. El índice del candidato para cada nivel de agregación también se ilustra por un entramado diferente.

La Figura 9 ilustra un ejemplo de configuración de espacio de búsqueda distribuida para R-PDCCH suponiendo que el mapeo de VRB a PRB sigue las reglas del mapeo de DVRB Versión 8, donde para cada nivel de agregación (AL) la fila superior indica el VRB, mientras que la fila inferior indica el correspondiente PRB.

En el espacio de búsqueda localizado como se muestra en la Figura 8, se generan los PRB adyacentes. Sin embargo, una localización de este tipo es perjudicial en el caso de que los PRB estén en un desvanecimiento o en caso de que la interferencia aumente sustancialmente de manera especial para niveles de agregación superiores, o si el conocimiento del canal en el nodo de transmisión es impreciso. Esto es debido a que los niveles de agregación superiores, tales como los niveles de agregación 4 y 8, únicamente tienen dos candidatos para cada nivel de agregación. Estos candidatos se ven más afectados por una condición de canal mala puesto que la probabilidad de que todos los candidatos se estén enfrentando a una condición de canal mala es superior. Por lo tanto, el nodo retransmisor puede incluso perder conexión al eNodo B donante, que, por otra parte, puede dar como resultado que los terminales conectados al nodo retransmisor pierdan su conexión a la red. Puesto que, en caso de únicamente un espacio de búsqueda localizado, todos los candidatos de diferentes niveles de agregación se mapean de una manera localizada, la robustez con respecto a desvanecimiento o imprecisión de conocimiento de canal se reduce especialmente para niveles de agregación superior, tales como los niveles de agregación 4 u 8.

Adicionalmente, como puede observarse en la Figura 8, las posiciones de inicio de los candidatos para niveles de agregación 1, 2 y 4 se solapan. Significa que si se usa el PRB N.º 0 para R-PDCCH de nivel de agregación 1, el PRB N.º 0 y N.º 1 no pueden usarse para el R-PDCCH de nivel de agregación 2 para otro nodo retransmisor. En general, en caso de R-PDCCH no intercalado que usa CRS para demodulación, es mejor asignar los R-PDCCH en un grupo de bloques de recursos (RBG) para reducir el número de RBG que están ocupados por R-PDCCH. Sin embargo, debido al solapamiento de candidatos de diferentes niveles de agregación, múltiples R-PDCCH no pueden asignarse de manera eficaz en un RBG para reducir el número de RBG ocupados por R-PDCCH en caso de R-PDCCH no intercalado de CRS.

Para proporcionar robustez frente a desvanecimiento o imprecisión de conocimiento de canal, de acuerdo con la presente invención, en caso de espacio de búsqueda localizado configurado, al menos parte de los candidatos para decodificación ciega para el tamaño de agregación mayor (más grande) se distribuye a través de los candidatos de tamaño de agregación de nivel inferior. Los tamaños de agregación de nivel inferior son preferentemente el nivel 1 y/o 2. La distribución puede realizarse para los niveles 1 y/o 2. Para algunos sistemas, en los que se posibilitan otros tamaños de candidatos, la distribución puede realizarse a través de cualquier candidato de nivel de agregación tal como 3 o 4 o 5, etc.

En estas últimas tres líneas, la Figura 10 ilustra un ejemplo de mapeo para candidatos de nivel de agregación 4 (indicados como AL4). Por consiguiente, los primeros dos candidatos de nivel de agregación 4 se localizan en el dominio de la frecuencia y se mapean al grupo de bloques de recursos N.º 1 y al grupo de bloques de recursos N.º 4. El tercer candidato 1040 se distribuye a través de candidatos de nivel de agregación 1. En este caso, el número candidato 3 se distribuye en el primer bloque de recursos físicos de los respectivos grupos de bloques de recursos N.º 1, N.º 2, N.º 4 y N.º 6. El cuarto candidato 1030 se distribuye a través de candidatos de nivel de agregación 2. En particular, el cuarto candidato está localizado al final del grupo de bloques de recursos N.º 1 y del grupo de bloques de recursos N.º 5 en porciones de dos bloques de recursos físicos. Por lo tanto, el espacio de búsqueda de la Figura 10 incluye una parte del espacio 1020 de búsqueda distribuido formado por el tercer y cuarto candidatos con nivel de agregación cuatro. El espacio de búsqueda incluye adicionalmente una parte 1010 localizada formada por el primer y el segundo candidatos con nivel de agregación cuatro, por seis candidatos de nivel de agregación 2 y por otros 6 candidatos de nivel de agregación 1.

Debería observarse que la manera de distribuir el tercer y cuarto candidatos en la Figura 10 es únicamente un ejemplo. El candidato de tercer nivel 4 puede distribuirse como alternativa a través de los otros candidatos de nivel 1, por ejemplo, a través del primer bloque de recurso físicos de RBG N.º 3 o RBG N.º 3.

Como alternativa, la distribución no necesariamente tiene que realizarse a través de los candidatos de nivel de agregación inferior. En general, el candidato de tercer nivel 4 puede distribuirse a través de cualquier bloque de recursos físicos (elementos de canal de control) de los RBG, o incluso ser independiente de la definición de RBG. La distribución de candidatos de nivel superior proporciona robustez superior con respecto a desvanecimiento selectivo de frecuencia. Por lo tanto, es particularmente ventajoso distribuir los candidatos de nivel superior a bloques de recursos físicos posiblemente distanciados entre sí.

De manera similar, las porciones de 2 PRB grandes de candidato de cuarto nivel en la Figura 10 pueden distribuirse en cualquiera de los seis RBG. En particular, las porciones pueden colocarse en RBG N.º 1 y RBG N.º 6, o a RBG N.º 2 y RBG N.º 6, o a cualquier otra combinación de RBG N.º. Sin embargo, cuanto más distanciadas estén las porciones entre sí, más alta es la probabilidad de que al menos una de ellas no esté en desvanecimiento. También es ventajoso mapear diferentes candidatos del mismo nivel de agregación y para el mismo nodo de recepción en diferentes frecuencias posibles. El candidato de cuarto nivel 4 también no necesita mapearse a través de las posiciones de candidato de nivel 2. Un efecto similar puede conseguirse mapeando sus porciones al segundo y tercer bloque de recurso físico de los respectivos grupos. Las porciones pueden mapearse también a los primeros dos bloques de recursos físicos.

Por lo tanto, la Figura 10 ilustra un ejemplo de un espacio de búsqueda con candidatos de nivel de agregación inferior (candidatos de nivel 1, nivel 2) localizados, y con candidatos de nivel de agregación superior (nivel 4) localizados y distribuidos. Sin embargo, la presente invención no está limitada a lo mismo y, como alternativa, todos los candidatos de nivel de agregación superior pueden distribuirse. Como alternativa, puede emplearse un único candidato localizado y tres candidatos de nivel 4 distribuidos o viceversa.

La configuración particular del espacio de búsqueda debería diseñarse ventajosamente con respecto al escenario de despliegue particular, tal como las características de canal esperadas o supuestas, que pueden depender adicionalmente de la realimentación de estado de canal desde el receptor. Las características de canal deberán depender de si los nodos de transmisión/recepción son móviles o estáticos, su distancia y localización, etc. Deberá depender adicionalmente de la banda de frecuencia usada. Para escenarios y sistemas de despliegue diferentes, otra configuración particular puede ser más adecuada como deberá entenderse por un experto en la materia.

La presente invención proporciona una configuración de un espacio de búsqueda para decodificación ciega de información de control. De acuerdo con una realización de la presente invención, un espacio de búsqueda de este tipo se define de manera fija en la especificación del sistema de comunicación. De acuerdo con otra realización de la

presente invención, el espacio de búsqueda es configurable estáticamente y puede recibirse en información de sistema en el canal o canales de control de difusión del sistema de comunicación. De acuerdo con otra realización más de la presente invención, la configuración de espacio de búsqueda puede establecerse semi-estáticamente con señalización de capa superior, tal como señalización de protocolo de control de recursos de radio (RRC) en 3GPP LTE. Como alternativa, el espacio de búsqueda puede configurarse dinámicamente para las subtramas.

Aparte de la distribución de algunos candidatos de nivel de agregación superior, la Figura 10 también muestra mapeo localizado de candidatos de nivel de agregación inferior de acuerdo con otra realización ventajosa de la presente invención. Por consiguiente, se evita el solapamiento de candidatos de diferentes niveles de agregación. Esto se ilustra en la Figura 10 para los niveles de agregación 1 (indicado AL1) y 2 (indicado AL2). En particular, los 6 candidatos ejemplares de nivel de agregación 1 se colocan en el primer bloque de recurso físico de cada grupo de bloques de recursos, que significa en los bloques de recursos físicos 0, 4, 8, 12, 16 y 20. Los 6 candidatos ejemplares de nivel de agregación 2 se colocan también en cada grupo de bloques de recursos. Sin embargo, para evitar el solapamiento con los candidatos de nivel de agregación 1, los candidatos de nivel de agregación 2 se mapean en los últimos dos bloques de recursos físicos de cada grupo de bloques de recursos. Este mapeo de candidatos de nivel de agregación 1 y de nivel de agregación 2 en grupos de bloques de recursos proporciona una posibilidad más eficaz y más flexible de definir un espacio de búsqueda. En contraste al ejemplo descrito con referencia a la Figura 8, los candidatos en la Figura 10 de nivel de agregación 2 y de nivel de agregación 1, mapeados al mismo grupo de bloques de recursos, pueden aún asignarse a diferentes nodos de recepción (por ejemplo los nodos retransmisores).

Todo el ejemplo de la Figura 10 ilustra un espacio de búsqueda que está tanto localizado como distribuido. En particular, los candidatos de nivel de agregación 1 y 2 están localizados y los candidatos de nivel de agregación 4 están distribuidos y localizados. Debería observarse que la Figura 10 únicamente ejemplifica las posibilidades de distribuir los candidatos de nivel de agregación 4. Son posibles otras combinaciones, por ejemplo, todos los candidatos de nivel de agregación 4 pueden distribuirse a bloques de recursos físicos únicos o porciones de una pluralidad de bloques de recursos. Como alternativa, puede haber únicamente dos candidatos de nivel de agregación 4, únicamente uno de los cuales se distribuye, por ejemplo, a través de los candidatos de nivel de agregación 2.

En la Figura 10 los candidatos de diferentes niveles de agregación se mapean en el mismo grupo de bloques de recursos con tan poco solapamiento como sea posible. En el contexto del enlace de retroceso de 3GPP LTE, los candidatos de nivel de agregación 1 y 2 de R-PDCCH se mapean en diferentes bloques de recursos físicos en un grupo de bloques de recursos. En este ejemplo el tamaño de grupo de bloques de recursos es igual a 4 bloques de recursos físicos. R-PDCCH de nivel de agregación 1 puede multiplexarse con R-PDCCH de nivel de agregación 2 en un grupo de bloques de recursos. Esto es útil en particular cuando múltiples nodos retransmisores comparten el mismo espacio de búsqueda y el R-PDCCH no intercalado de CRS está configurado para estos nodos retransmisores.

El espacio de búsqueda de acuerdo con esta realización de la presente invención proporciona varios beneficios. Este concepto permite conmutación dinámica entre agregación localizada y distribuida en la que los candidatos de nivel de agregación superior están distribuidos mientras que los candidatos de niveles de agregación inferior están localizados. Esto ayuda a evitar perder conexión en caso de deterioros repentinos del canal y evitan que un receptor se repliegue a un procedimiento de conexión inicial, por ejemplo pudiendo reconfigurar el espacio de búsqueda para ocupar diferentes bloques de recursos físicos, o para cambiar a un procedimiento de modo distribuido tal como se muestra en la Figura 8, que conduce a una eficacia mejorada de enlace de retroceso y a un mejor servicio para terminales conectados a los nodos retransmisores. Además, se aumenta la robustez de candidatos de nivel de agregación 4 y 8. Esto es importante en particular en esquemas en los que hay número inferior de candidatos de nivel de agregación superior puesto que en un caso de este tipo la probabilidad de que tales candidatos estén en un desvanecimiento es bastante alta. Además, la evitación del solapamiento entre candidatos de diferentes niveles de agregación evita el bloqueo entre candidatos de decodificación ciega de tamaños de agregación inferiores localizados y proporciona mapeo más eficaz del canal de control en recursos físicos. Las configuraciones de espacio de búsqueda anteriormente descritas también mantienen la propiedad de minimizar el número de grupos de bloques de recursos ocupados por espacio de búsqueda y asignación de R-PDCCH, puesto que mapean de manera compacta los candidatos de diferentes niveles de agregación en los mismos grupos de bloques de recursos.

Las Figuras 11, 12, 13, muestran ejemplos para ilustración de candidatos, los elementos de canal de control de los cuales están compuestos por medio de agregación y sus localizaciones con respecto a bloques de recursos físicos y tamaños de RBG. En general, la primera línea muestra candidatos de nivel de agregación 1, bajo esos los candidatos para el nivel de agregación 2, bajo esos los candidatos para el nivel de agregación 4, seguidos por dos líneas para nivel de agregación 8. Los diferentes RBG se ilustran por fondo blanco y gris alterno.

La Figura 11 ilustra ejemplos adicionales de implementación de la presente invención para diferentes tamaños en el grupo de bloques de recursos. En particular, la Figura 11, parte (a) muestra un ejemplo en el que el tamaño de grupo de bloques de recursos es igual a 2 bloques de recursos físicos y los candidatos de niveles de agregación 1, 2, 4 y 8 se mapean a los mismos. Los candidatos de nivel de agregación 1 (tal como, por ejemplo, el primer candidato 1101) se mapean en cada primer bloque de recurso físico en cada grupo. Hay 6 candidatos de nivel de agregación 1. Los 6

candidatos de nivel de agregación 2 también están mapeados a cada uno de los grupos de bloques de recursos de modo que de hecho solapan con los candidatos de nivel de agregación 1. Sin embargo, puede conseguirse un mapeo compacto que requiere únicamente 6 grupos de bloques de recursos. En el contexto de LTE, el número configurable de PRB para RBG con tamaño 2 se encuentra entre 11 y 26 PRB. Para el RBG de tamaño 3, hay de 27 a 63 PRB. Para RBG de tamaño 4, hay de 64 a 110 PRB. Pueden hallarse más detalles a las posibles configuraciones en el documento del 3GPP TS 36.213 "Evolved Universal terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical layer procedures", v8.8.0, septiembre de 2009, sección 7.1.6.1, como ya se ha mencionado anteriormente.

Los dos candidatos de nivel de agregación 4 se mapean en los primeros 4 grupos de bloques de recursos cubriendo cada candidato dos grupos de bloques de recursos. Finalmente, los dos candidatos de nivel de agregación 8 se mapean como sigue: el primero de una manera localizada y el segundo de una manera distribuida. En particular, el primer candidato de nivel de agregación 8 cubre los primeros 4 grupos de bloques de recursos. El segundo candidato de nivel de agregación 8 se distribuye a través de porciones de 4 bloques de recursos físicos que es en este ejemplo una primera porción que cubre los primeros dos grupos de bloques de recursos y una segunda porción que cubre los últimos grupos de bloques de recursos 5 y 6. En la Figura 11, 12, y 13, los candidatos se ilustran como elipses de línea discontinua con el número de candidato escrito en las mismas. El tamaño de la elipse corresponde al nivel de agregación del candidato para candidatos localizados. Para candidatos distribuidos, la elipse ilustra las porciones de candidatos, que están conectadas con una línea horizontal. Por ejemplo, la Figura 11(a) muestra el segundo candidato para nivel de agregación 8 en la fila inferior que agrega dos porciones cada una de tamaño de 4 elementos de canal de control, ambas porciones distribuyéndose por 4 PRB.

La Figura 11, parte (b) ilustra un ejemplo en el que el tamaño de grupo de bloques de recursos es tres bloques de capa física. En particular, los candidatos de nivel de agregación 1 se mapean en el primer bloque de recurso físico de cada uno de los 6 grupos de bloques de recursos. Los candidatos de nivel de agregación 2 se mapean en los dos últimos bloques de recursos físicos de cada grupo de bloques de recursos. Como puede observarse, con un mapeo de este tipo, los candidatos de nivel de agregación 1 no solapan con los candidatos de nivel de agregación 2. Los dos candidatos de nivel de agregación 4 son mayores que el propio grupo de bloques de recursos y se han de mapear por lo tanto a través de dos grupos de recursos vecinos. En particular, el primer candidato 1102 de nivel de agregación 4 se mapea en el último bloque de recurso físico del primer grupo de bloques de recursos y en todos los bloques de recursos físicos del segundo grupo de bloques de recursos. El segundo candidato de nivel de agregación 4 se mapea de manera similar, en los siguientes grupos de bloques de recursos N.º 3 y N.º 4 disponibles. El primer candidato de nivel de agregación 8 está localizado y mapeado de manera similar a los candidatos de mapeo de nivel 4 en concreto alineando el extremo del primer posible grupo de bloques de recursos N.º 3. El RBG N.º 3 es el primero posible, puesto que el candidato de nivel 8 necesita 3 RBG de tamaño 3 y se realiza la alineación al último PRB del RBG N.º 3. En este caso el primer candidato de nivel de agregación 8 está mapeado en grupos de bloques de recursos 1, 2 y 3 y alineado al final del grupo de bloques de recursos 3. El segundo candidato de nivel de agregación 8 está distribuido. La distribución se realiza a través de candidatos de nivel de agregación 2, en particular, la posición del candidato de nivel 8 de 2 PRB de largo distribuido se mapea en posiciones del primero, el segundo, el quinto y el sexto candidatos de nivel de agregación 2.

La Figura 11, parte (c) es un ejemplo de un espacio de búsqueda mapeado en grupos de bloques de recursos de tamaño 4. De manera similar a los ejemplos anteriores descritos con referencia a las partes (a) y (b) de la Figura 11, los candidatos de nivel de agregación 1 se mapean al primer bloque de recurso físico en cada uno de los grupos de bloques de recursos. El resto de los candidatos de nivel de agregación 2 (tal como el primer candidato 1103) se mapean a los últimos dos bloques de recursos físicos de cada grupo de bloques de recursos - finalizan con el PRB pasado de un RBG. Los dos candidatos de nivel de agregación 4 están localizados y mapeados en el primer grupo de bloques de recursos disponible que significa el grupo de bloques de recursos N.º 1 y el grupo de bloques de recursos N.º 2, respectivamente. Un candidato de nivel de agregación 8 está localizado y mapeado en el primer grupo de bloques de recursos disponible y alineado al final del grupo. Por lo tanto cubre los grupos de bloques de recursos N.º 1 y N.º 2. El segundo candidato de nivel de agregación 8 se distribuye a través de los candidatos de nivel de agregación 2. Las porciones grandes de 2 PRB distribuidos del segundo candidato están localizadas en dos últimos bloques de recursos físicos de los grupos de bloques de recursos N.º 1, N.º 2, N.º 5 y N.º 6.

La Figura 11 por lo tanto ilustra una realización en la que los candidatos de nivel de agregación 1 están localizados en el primer bloque de recurso físico de cada grupo de bloques de recursos. Los candidatos de niveles de agregación superior al nivel de agregación 1 están alineados con el final de los grupos de bloques de recursos. En caso de que el grupo de bloque de recurso físico sea menor que el tamaño del candidato localizado (consúltese por ejemplo las partes (a) y (b) de la Figura 11 para candidatos de nivel de agregación 4), el candidato cubrirá más de un grupo de bloques de recursos. En un caso de este tipo, se alinea al final del último de los grupos adyacentes cubiertos. Un candidato del nivel de agregación 8 está distribuido. Las porciones del candidato distribuido se alinean también al final de los grupos de bloques de recursos - las porciones se distribuyen a través de candidatos de nivel 2.

Como ya se ha destacado anteriormente en relación con la Figura 10, la Figura 11 únicamente proporciona un espacio de búsqueda de ejemplo. Este ejemplo emplea 6 candidatos de nivel de agregación 1, 6 candidatos de nivel de agregación 2, y 2 candidatos para los respectivos niveles de agregación 4 y 8. Esta es una configuración típica usada, por ejemplo, en LTE. Sin embargo, la presente invención no está limitada a lo mismo. El número de

candidatos por nivel de agregación puede seleccionarse de acuerdo con los requisitos del sistema. Además, el recurso básico que se asigna a un candidato puede ser un elemento de canal de control, que puede ser menor que el bloque de recurso físico. A continuación, se realiza la agregación de elementos de canal de control. La presente invención puede aplicarse igualmente a los elementos de canal de control. Además, los recursos básicos (bloques de recursos físicos o elementos de canal de control) no tienen que agruparse necesariamente en grupos de bloques de recursos físicos o a grupos correspondientes de elementos de canal de control. El enfoque particular de la presente invención, en concreto, espacio de control con candidatos de nivel de agregación inferior centralizados y candidatos de nivel superior distribuidos, es aplicable independientemente de cualquier agrupamiento de este tipo de los recursos. De manera similar, las disposiciones para reducir el solapamiento entre los candidatos de diferentes niveles pueden aplicarse sin subyacer el agrupamiento de bloque de recurso.

La Figura 12 muestra una realización alternativa de la presente invención para tamaños de RBG 2 (a), 3 (b) y 4 (c). Por consiguiente, los candidatos de nivel de agregación 1 (tal como el primer candidato cuando se emplea 1201 el tamaño de RBG 2) se mapean de manera similar al ejemplo descrito con referencia a la Figura 11, en concreto se mapean en el primer bloque de recurso físico de cada grupo de bloques de recursos. Los candidatos de nivel de agregación 2 se mapean empezando desde el bloque de recurso físico siguiendo los bloques de recursos físicos a los que se mapearon los candidatos de nivel de agregación 1, si es posible (consúltese en caso de tamaño de RBG 4, el primer candidato de nivel 2, 1203). Esto también corresponde a un desplazamiento de un PRB desde el inicio del RBG. En este ejemplo, los candidatos de nivel de agregación 4 se mapean de manera similar como en los ejemplos anteriores en concreto alineando sus extremos a los extremos de los respectivos grupos de bloques de recursos (consúltese el primer candidato de nivel 4, 1202). En la Figura 12, se ilustra un desplazamiento de 1 PRB. Sin embargo, la presente invención no está limitada a lo mismo y los candidatos de niveles de agregación superiores pueden también desplazarse por dos o más bloques de recursos físicos desde el inicio del grupo de bloques de recursos o con respecto a unos candidatos de otro nivel de agregación.

Un espacio de búsqueda de este tipo no se diferencia del espacio de búsqueda descrito con referencia al ejemplo de la Figura 11 para el RBG de tamaño 2 y 3. Sin embargo, puede observarse una diferencia para candidatos de nivel de agregación 2 en grupos de bloques de recursos de tamaño 4 (parte (c) de la figura). El desplazamiento puede definirse con respecto al inicio del RBG. Como alternativa, el desplazamiento puede definirse con respecto a candidatos de otro nivel de agregación, por ejemplo, con respecto al nivel de agregación inferior más cercano.

Otra realización se refiere a un espacio de búsqueda de acuerdo con la presente invención como se ilustra en la Figura 13. Por consiguiente, los dos candidatos de nivel de agregación 4 se alinean de manera diferente: el primer candidato 1302 de nivel 4 se alinea con el primer PRB de un RBG y el segundo candidato 1303 se alinea con el último PRB disponible de un RBG. Esta configuración posibilita el equilibrio del número de candidatos de nivel 1 y de nivel 2 bloqueados. En particular, la Figura 13 muestra candidatos del nivel de agregación 1 (consúltese el primer candidato de nivel 1, 1301) mapeados al primer bloque de recurso físico de cada grupo de bloques de recursos y candidatos de nivel de agregación 2 (consúltese el primer candidato de nivel 2, 1304) mapeados a los últimos dos bloques de recursos de cada grupo de bloques de recursos como en ejemplos anteriores. Los diferentes candidatos del mismo nivel de agregación superior pueden alinearse de manera diferente. Aparte de las alineaciones al inicio y final de los grupos de bloques de recursos, puede aplicarse el desplazamiento definido con respecto al inicio o final del RBG. Como alternativa, puede aplicarse un desplazamiento con respecto a candidatos de otro nivel de agregación. El desplazamiento puede diferir para candidatos del mismo nivel de agregación.

Los ejemplos descritos con referencia a las Figuras 11, 12 y 13 mostraron un caso en el que un candidato de nivel de agregación superior está localizado y un candidato del mismo nivel está distribuido. El nivel de agregación localizado y distribuido ilustrado era el nivel 8. Sin embargo, la presente invención no está limitada a lo mismo. Puede soportarse más de un candidato distribuido para un nivel de agregación mayor para soportar mejor múltiples nodos retransmisores (nodos de recepción) que comparten los mismos recursos de espacio de búsqueda. Además, cualquier candidato de nivel de agregación 4 puede también estar distribuido. Las Figuras 11, 12 y 13 mostraron el mapeo de candidatos de nivel 1 siempre en el primer elemento de canal de control / bloque de recurso en un RBG. Sin embargo, los candidatos de nivel 1 pueden también mapearse al último elemento de canal de control / bloque de recurso en un RBG. En un caso de este tipo, los candidatos de nivel 2 pueden iniciar con el primer PRB en un RBG.

Con respecto al soporte de múltiples nodos retransmisores, de acuerdo con otra realización de la presente invención las posiciones de candidatos de nivel de agregación superior distribuidos de un nodo de recepción son diferentes de (en particular, ortogonales a) posiciones de candidatos distribuidos del mismo nivel de otro nodo de recepción. Esto puede realizarse, por ejemplo, dependiendo de un ID de nodo de recepción.

Por ejemplo, de acuerdo con 3GPP LTE Versión 8 (y versiones posteriores), un UE se identifica durante operación normal por un denominado C-RNTI, que es básicamente un valor representado por 16 bits. Por consiguiente, puede suponerse que un ID de nodo retransmisor, o en general un ID de receptor, en la presente invención puede identificarse por un identificador similar o igual. En un ejemplo sencillo, uno o más de los bits de un identificador de este tipo determinan si, y/o cuánto, se desplaza la posición del candidato o candidatos de nivel de agregación superior, en términos de bloques de recursos físicos. Por ejemplo, se usa el último bit significativo del ID del nodo retransmisor si tal candidato o candidatos se desplazan (bit equivale a 1) o no (bit equivale a 0) en un bloque de recurso físico.

Preferentemente, el nivel de agregación más alto está distribuido de tal manera. Ventajosamente, las posiciones de candidatos localizados con un número inferior de bloques de recursos físicos agregados son idénticas para un primer nodo de recepción y un segundo nodo de recepción. Por ejemplo, los candidatos de nivel de agregación 1 y 2 pueden mapearse en las mismas posiciones para una pluralidad de nodos de recepción mientras que los candidatos de nivel de agregación 4 y/u 8 se distribuyen ortogonalmente, lo que significa que sus posiciones difieren.

Para reducir el bloqueo de nivel de agregación inferior por un nivel de agregación superior y viceversa, de acuerdo con otra realización de la presente invención, los candidatos de niveles de agregación superiores consisten en elementos de canal de control, donde la posición de al menos un primer elemento de canal de control es idéntica a la posición de un elemento de canal de control de un candidato de un primer nivel de agregación inferior, y donde la posición de al menos un segundo elemento de canal de control es idéntica a la posición de un elemento de canal de control de un segundo nivel de agregación inferior, donde el primer tamaño de nivel de agregación inferior es diferente del segundo tamaño de nivel de agregación inferior, y ambos son menores que el tamaño de nivel de agregación del nivel de agregación superior. Por ejemplo, el candidato de nivel de agregación superior es de AL 8, un primer elemento de canal de control de este candidato se mapea a la posición de un candidato de nivel de agregación 1 y la posición de un segundo elemento de canal de control de este candidato se mapea a la posición de cualquiera de los elementos de canal de control de un candidato de nivel de agregación 2. En un ejemplo adicional, el candidato de nivel de agregación superior es de AL 8, un primer elemento de canal de control de este candidato se mapea a la posición de un candidato de nivel de agregación 1 y la posición de un segundo y tercer elemento de canal de control de este candidato se mapea a las posiciones de un candidato de nivel de agregación 2.

Para reducir el bloqueo de los niveles de agregación de acuerdo con otra realización, los elementos de canal de control para agregación distribuida se mapean a los PRB en los RBG, donde al menos un PRB no se usa para cualquier elemento de canal de control que pertenece a un candidato de agregación de nivel inferior. Por ejemplo, de acuerdo con la Figura 13(c), puede observarse que en cada RBG de tamaño 4, el segundo PRB no se usa por los elementos de canal de control para los niveles de agregación 1 y 2. En consecuencia, tales PRB pueden usarse para formar un candidato distribuido para el nivel de agregación 4, y/u ocho. Tales PRB pueden usarse también para formar un candidato distribuido para el nivel de agregación 8. De esta manera, los PRB que quedan en los RBG ya parcialmente ocupados por candidatos de nivel o niveles de agregación inferiores pueden utilizarse para candidatos de nivel o niveles de agregación superiores.

Un problema que puede tenerse en cuenta cuando se siguen las reglas de mapeo anteriormente descritas es que en un extremo del ancho de banda de sistema, puede existir un RBG fraccional, en un caso donde el ancho de banda de sistema en términos de bloques de recursos no es un múltiplo entero del tamaño de RBG definido. Como alternativa, particularmente para tamaños de RBG pequeños, puede ocurrir que el tamaño de RBG sea menor que un nivel de agregación. Por lo que esto debería tenerse en cuenta cuando se mapean candidatos de R-PDCCH en ese RBG. Por ejemplo, en la Figura 11(b), los 4 candidatos de primer nivel no pueden mapearse de manera que finalizan en el tercer PRB del primer RBG, puesto que entonces el primer elemento de canal de control del candidato no puede mapearse a un PRB usable. La solución más sencilla es desactivar que los RBG fraccionales puedan llevar candidatos o elementos de canal de control para decodificación ciega. Otra solución para estos casos es cuando las reglas anteriormente descritas requirieran que el inicio o el final de un candidato estuviera fuera de los PRB disponibles, el respectivo candidato se desplaza de manera que todos los elementos de canal de control pueden mapearse en los PRB. Por lo que una excepción a la regla, por ejemplo, en la Figura 11(b) podría ser que el primer candidato para el nivel 4 no esté empezando en el tercer PRB y finalice con el sexto PRB, sino que en su lugar empiece en el primer PRB y finalice con el cuarto PRB.

De acuerdo con una realización ventajosa de la presente invención, el nodo de recepción es un nodo retransmisor y el nodo de transmisión es un eNodo B, la información de control es concesión de enlace ascendente/enlace descendente comunicada a través del espacio de búsqueda de R-PDCCH configurado como se ha descrito anteriormente. Las etapas realizadas por un nodo de recepción y de transmisión de este tipo se ilustran en la Figura 14.

En la Figura 14, las líneas rectas representan una realización de la presente invención en la que un nodo de transmisión mapea 1430 información de control a decodificarse por un nodo de recepción en un espacio de búsqueda. En este punto, el espacio de búsqueda está dispuesto de acuerdo con cualquiera de los ejemplos anteriores. En particular, las subtramas se subdividen en unidades de recursos y la información de control se decodifica de manera ciega a partir de un conjunto de candidatos que definen el espacio de búsqueda. Un candidato puede agregar una pluralidad de las unidades de recursos tales como elementos de canal de control o bloques de recursos físicos. El espacio de búsqueda en el dominio de frecuencia incluye candidatos localizados y candidatos distribuidos. En particular, los candidatos de nivel de agregación inferior están localizados y los candidatos de nivel de agregación superior están distribuidos en frecuencia. El transmisor mapea la información de control en los candidatos para el nodo de recepción particular y la transmite 1440 en consecuencia. El nodo de recepción decodifica de manera ciega 1480 los candidatos del espacio de búsqueda configurado y obtiene 1480 a partir de los mismos la información de control, que se procesa adicionalmente de acuerdo con su fin.

Como se ha descrito anteriormente, el espacio de búsqueda puede estar configurado, en general, de manera fija, estáticamente, semi-estáticamente o dinámicamente. Las líneas discontinuas en la Figura 14 ilustran una realización

de la presente invención de acuerdo con la que el nodo de transmisión selecciona 1410 en primer lugar una configuración de espacio de búsqueda (es decir recursos disponibles para mapear del canal de control que lleva la información de control y/o los candidatos que se han de monitorizar por el nodo de recepción particular). La configuración seleccionada se señala 1420 a continuación al nodo de recepción. El nodo de recepción recibe 1450 la indicación de la configuración de espacio de búsqueda y establece 1460 el espacio de búsqueda a monitorizarse (decodificarse de manera ciega) en consecuencia. En general, el nodo de recepción puede configurar el espacio de búsqueda en lugar del nodo de transmisión.

En particular, en vista de las realizaciones de la LTE anteriormente analizadas, el nodo de transmisión puede ser el eNodo B 510 donante y el nodo de recepción un nodo 520 retransmisor. La configuración de espacio de búsqueda en términos de candidatos asignados a un nodo retransmisor particular a monitorizar puede realizarse dinámicamente. La configuración de espacio de búsqueda en términos de recursos disponibles para llevar R-PDCCH puede configurarse semi-estáticamente (por ejemplo, por RRC) o de manera fija.

La Figura 15 ilustra una red de ejemplo con dos nodos retransmisores servidos por el mismo eNodo B donante. La presente invención es particularmente ventajosa para más nodos retransmisores puesto que el espacio de búsqueda puede asignar de manera eficaz recursos a diferentes nodos retransmisores.

Sin embargo, la presente invención y las realizaciones anteriores de configuración del espacio de búsqueda son igualmente aplicables a otros nodos tales como equipos de usuario.

Resumiendo, la presente invención se refiere a proporcionar información de control en un espacio de búsqueda para decodificación ciega en un sistema de comunicación de múltiples portadoras. En particular, la información de control se lleva en una subtrama del sistema de comunicación, incluyendo la subtrama una pluralidad de elementos de canal de control. Los elementos de canal de control pueden agregarse en candidatos para decodificación ciega. El número de elementos de canal de control en un candidato se denomina nivel de agregación. De acuerdo con la presente invención, los candidatos de niveles de agregación inferiores están localizados, que significa que los elementos de canal de control de un candidato están localizados de manera adyacente entre sí en el dominio de la frecuencia. Algunos candidatos del nivel o niveles de agregación superiores están distribuidos en la frecuencia.

Además, las diversas realizaciones de la invención pueden implementarse también por medio de módulos de software, que se ejecutan por un procesador o directamente en hardware. También puede ser posible una combinación de módulos de software y una implementación de hardware. Los módulos de software pueden almacenarse en cualquier clase de medio de almacenamiento legible por ordenador, por ejemplo RAM, EPROM, EEPROM, memoria flash, registros, discos duros, CD-ROM, DVD, etc.

La mayoría de las realizaciones se han explicado en términos generales en relación a una arquitectura basada en 3GPP de un sistema de comunicación y la terminología usada en las secciones anteriores principalmente se refiere a la terminología del 3GPP. Sin embargo, la terminología y la descripción de las diversas realizaciones con respecto a arquitecturas basadas en 3GPP no se pretende que limite los principios y las ideas de las invenciones a tales sistemas únicamente. También las explicaciones detalladas proporcionadas en la sección de Antecedentes de la técnica anterior se pretenden para entender mejor la mayoría de las realizaciones ejemplares específicas del 3GPP descritas en el presente documento y no deberían entenderse como que limitan la invención a las implementaciones específicas descritas de procedimiento y funciones en la red de comunicación móvil. Sin embargo, los conceptos y estructuras de subtrama propuestos en el presente documento pueden aplicarse fácilmente en las arquitecturas descritas en la sección de Antecedentes de la técnica. Adicionalmente, el concepto de la invención puede usarse fácilmente en la RAN de LTE-A actualmente analizada por el 3GPP.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de recepción que comprende:

5 recibir una señal que incluye información de control de enlace descendente mapeada a un espacio de búsqueda, incluyendo el espacio de búsqueda una pluralidad de candidatos para mapear la información de control de enlace descendente mediante un aparato de transmisión, e incluyendo cada candidato una pluralidad de elementos de canal de control agregados, CCE; y decodificar (1470) de manera ciega la pluralidad de candidatos y obtener la información (1480) de control de enlace descendente que se mapea a la pluralidad de candidatos incluidos en el espacio de búsqueda,

caracterizado por

10 recibir adicionalmente información (1450) de configuración de espacio de búsqueda, en el que un primer valor de nivel de agregación para asignación localizada donde los CCE incluidos en un candidato están localizados en un dominio de frecuencia, es menor que un segundo valor de nivel de agregación para asignación distribuida donde los CCE incluidos en el candidato están distribuidos al menos parcialmente en el dominio de la frecuencia, incluyendo el espacio de búsqueda al menos un candidato para la asignación localizada y al menos un candidato para la asignación distribuida;

15 el primer nivel de agregación es 2 o mayor que 2; y

la decodificación (1470) ciega se realiza usando la información (1450) de configuración de espacio de búsqueda recibida.

20 2. El procedimiento de recepción de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la información de control de enlace descendente incluye información de concesión de enlace ascendente y de asignación de enlace descendente.

3. El procedimiento de recepción de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 o 2, en el que el espacio de búsqueda está configurado en una región de datos de una subtrama de enlace descendente.

4. El procedimiento de recepción de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el primer valor de nivel de agregación es 2 y el segundo valor de nivel de agregación es 4 u 8.

25 5. Un aparato de recepción que comprende:

una sección de recepción configurada para recibir una señal que incluye información de control de enlace descendente mapeada a un espacio de búsqueda, incluyendo el espacio de búsqueda una pluralidad de candidatos para mapear la información de control de enlace descendente por un aparato de transmisión, e incluyendo cada candidato una pluralidad de elementos de canal de control agregados, CCE; y

30 la sección (1470) de decodificación ciega configurada para decodificar de manera ciega la pluralidad de candidatos y para obtener la información (1480) de control de enlace descendente que se mapea a la pluralidad de candidatos incluidos en el espacio de búsqueda,

caracterizado porque

35 la sección de recepción recibe adicionalmente información (1450) de configuración de espacio de búsqueda, en el que un primer valor de nivel de agregación para asignación localizada donde los CCE incluidos en un candidato están localizados en un dominio de frecuencia es menor que un segundo valor de nivel de agregación para asignación distribuida donde los CCE incluidos en el candidato están distribuidos al menos parcialmente en el dominio de la frecuencia, incluyendo el espacio de búsqueda al menos un candidato para la asignación localizada y al menos un candidato para la asignación distribuida;

40 el primer nivel de agregación es 2 o mayor que 2; y

la sección (1470) de decodificación ciega decodifica de manera ciega la pluralidad de candidatos usando la información (1450) de configuración de espacio de búsqueda recibida.

6. El aparato de recepción acuerdo con la reivindicación 5, en el que la información de control de enlace descendente incluye información de concesión de enlace ascendente y de asignación de enlace descendente.

45 7. El aparato de recepción de acuerdo con una de las reivindicaciones 5 o 6, en el que el espacio de búsqueda está configurado en una región de datos de una subtrama de enlace descendente.

8. El aparato de recepción de acuerdo con una de las reivindicaciones 5 a 7, en el que el primer valor de nivel de agregación es 2 y el segundo valor de nivel de agregación es 4 u 8.

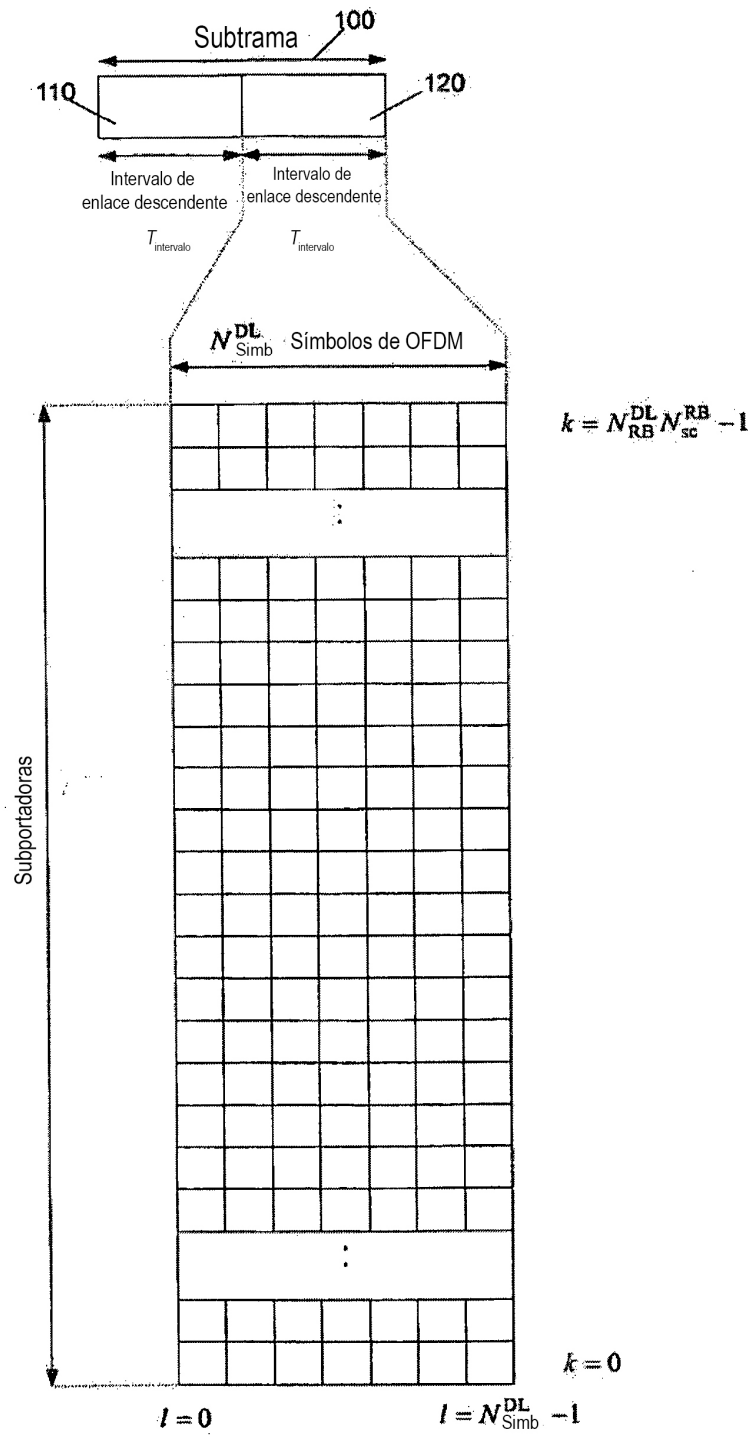


Fig. 1

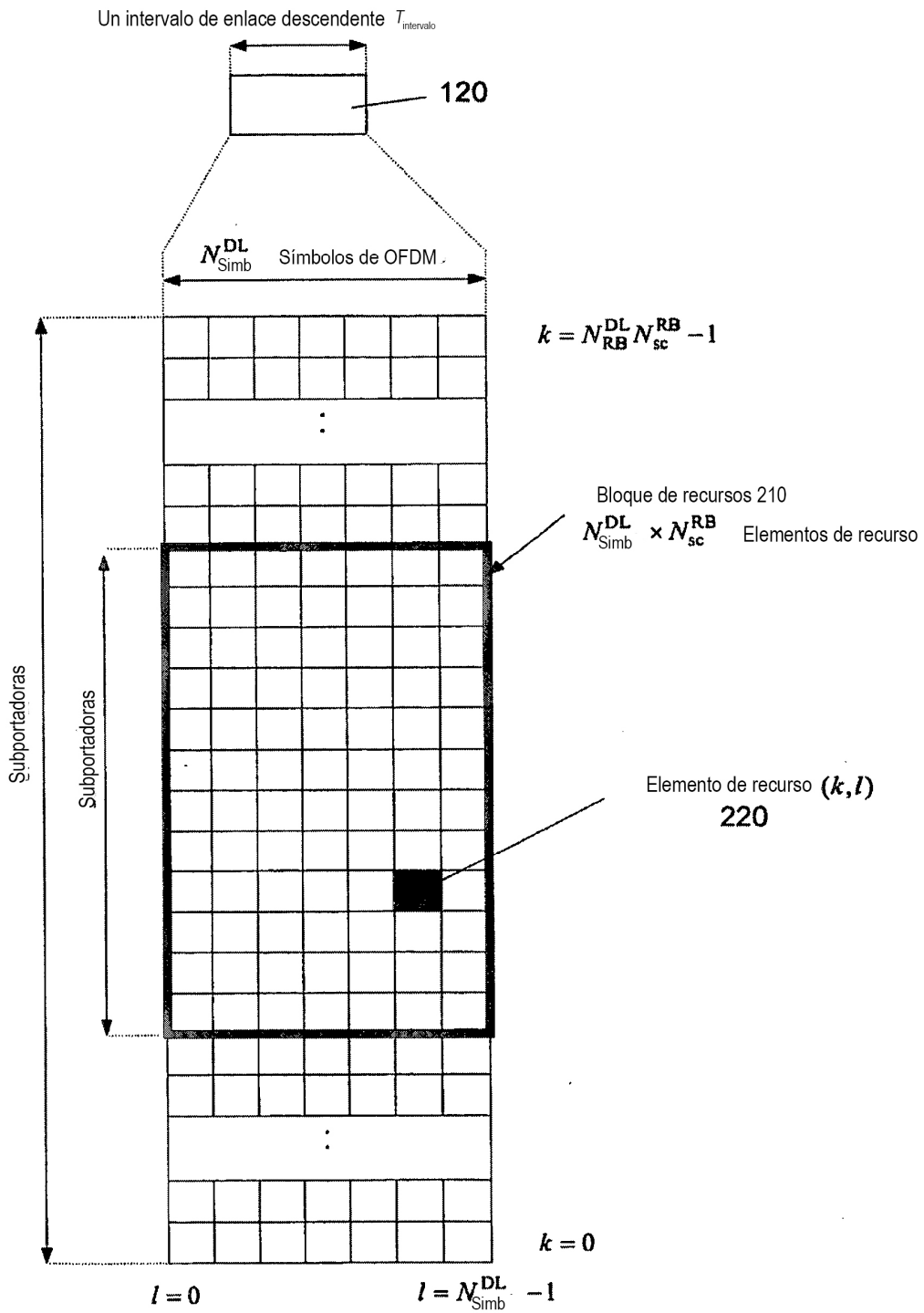


Fig. 2

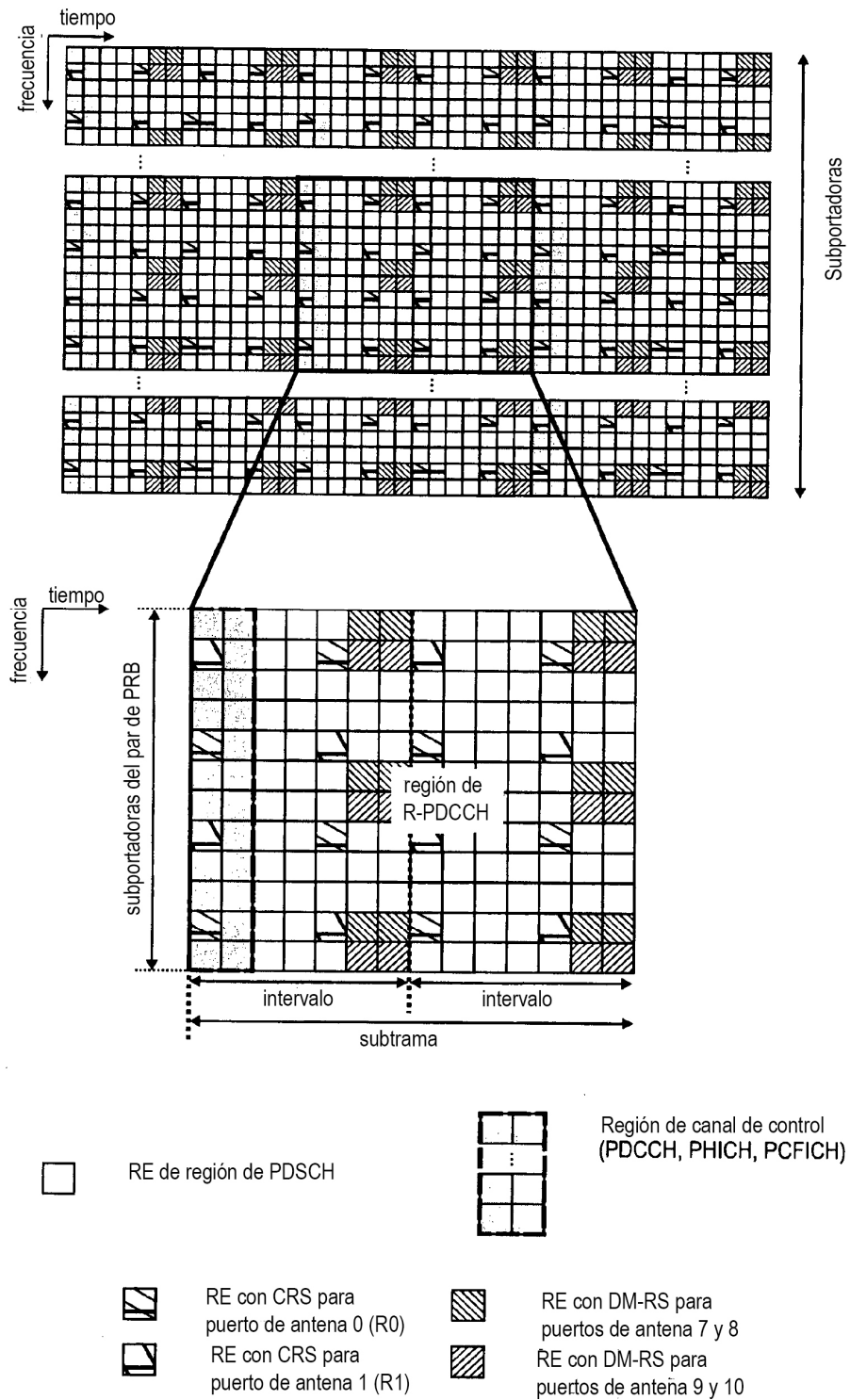


Fig. 3

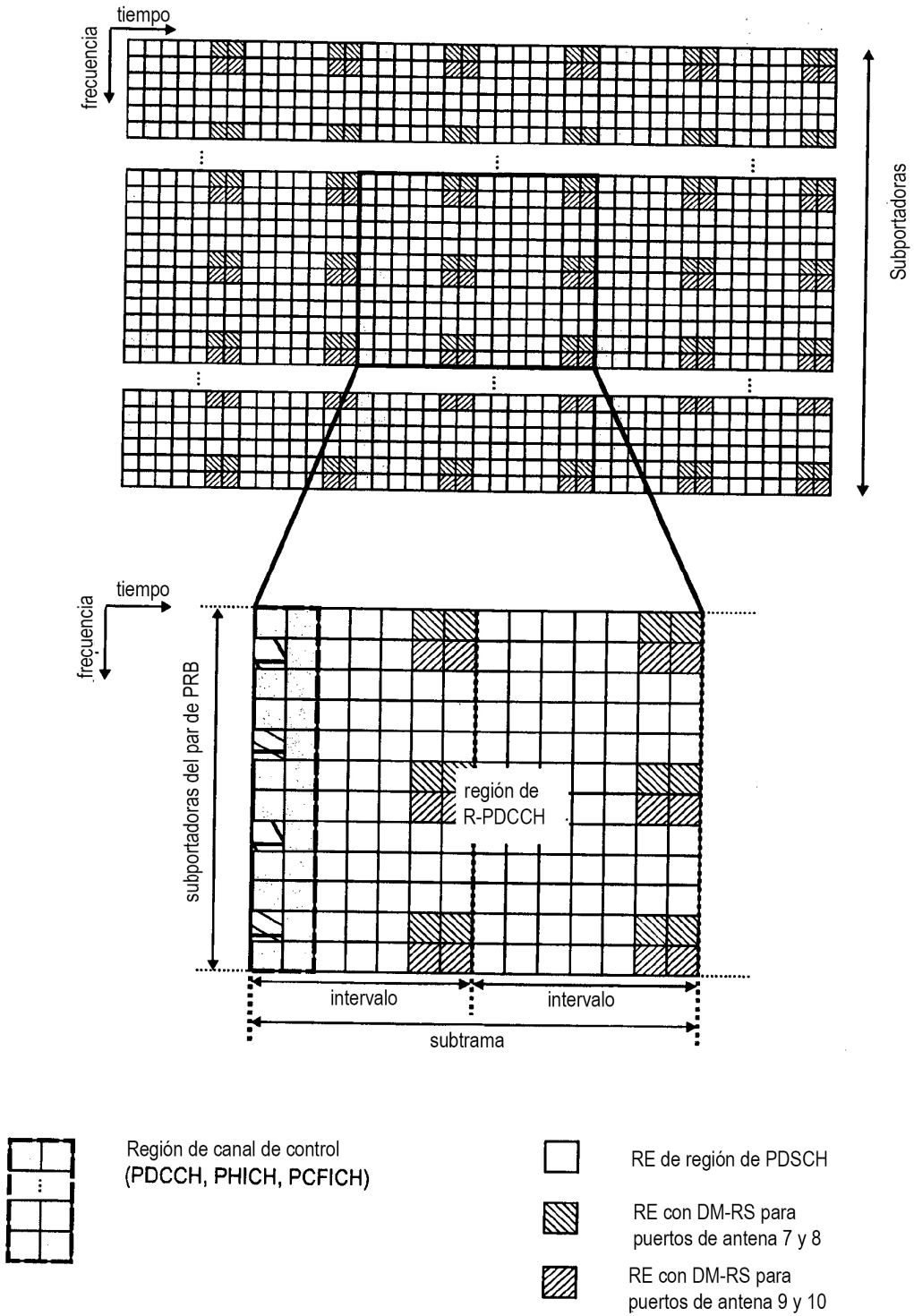


Fig. 4

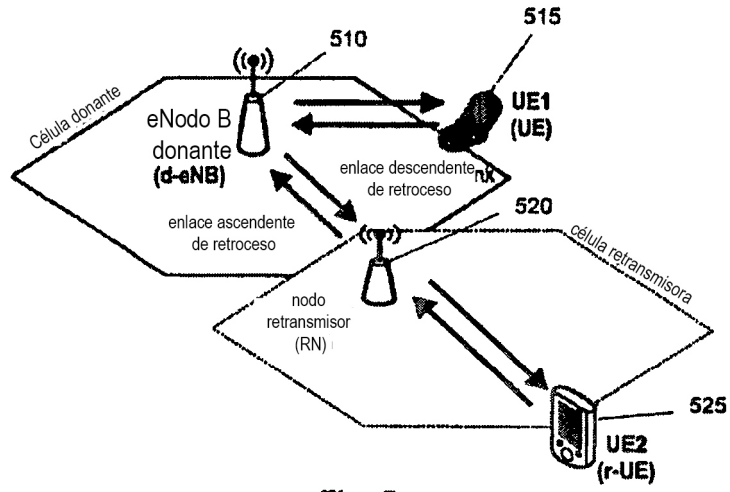


Fig. 5

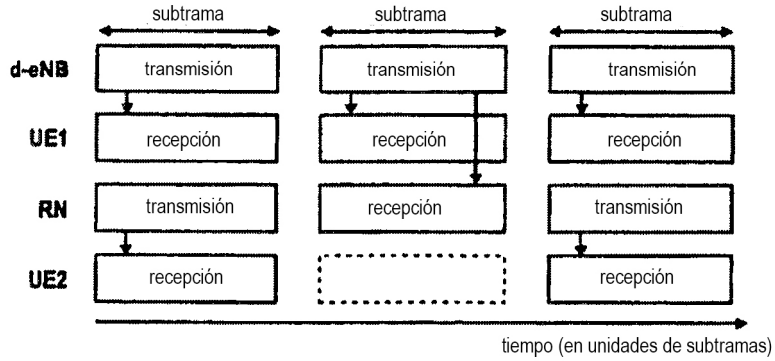


Fig. 6

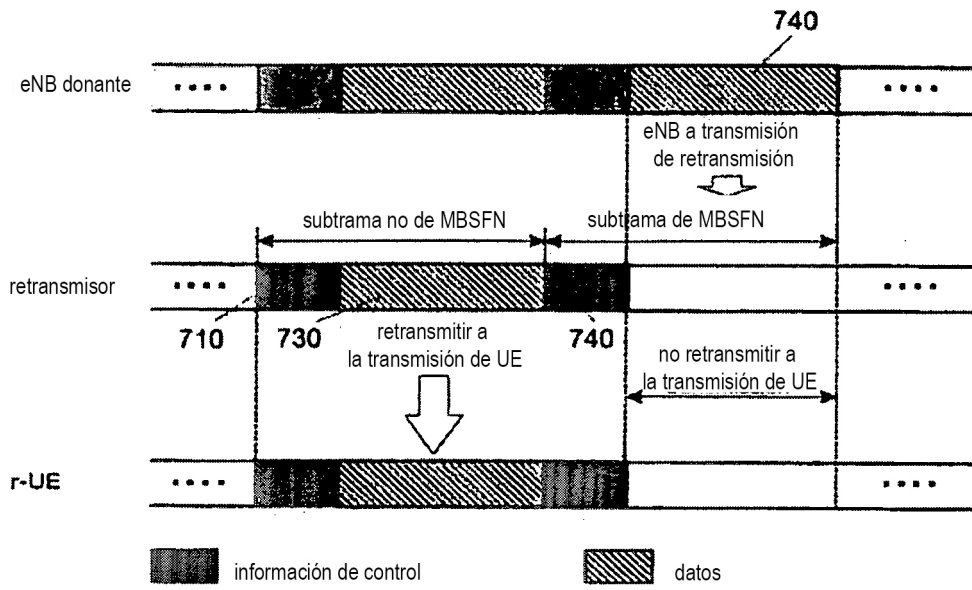


Fig. 7

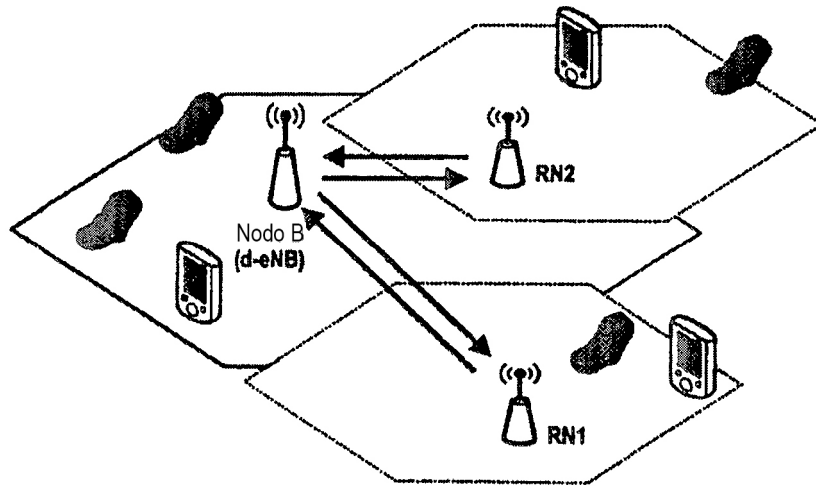


Fig. 15

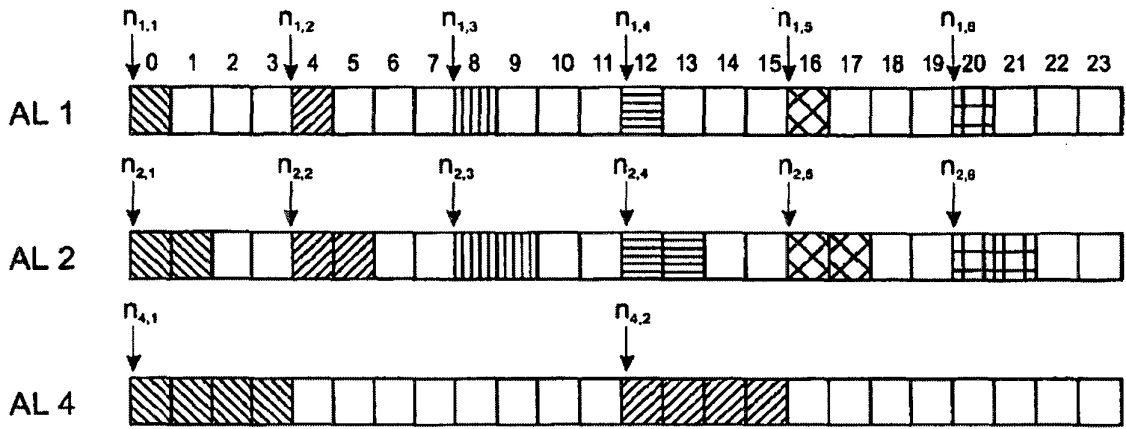


Fig. 8

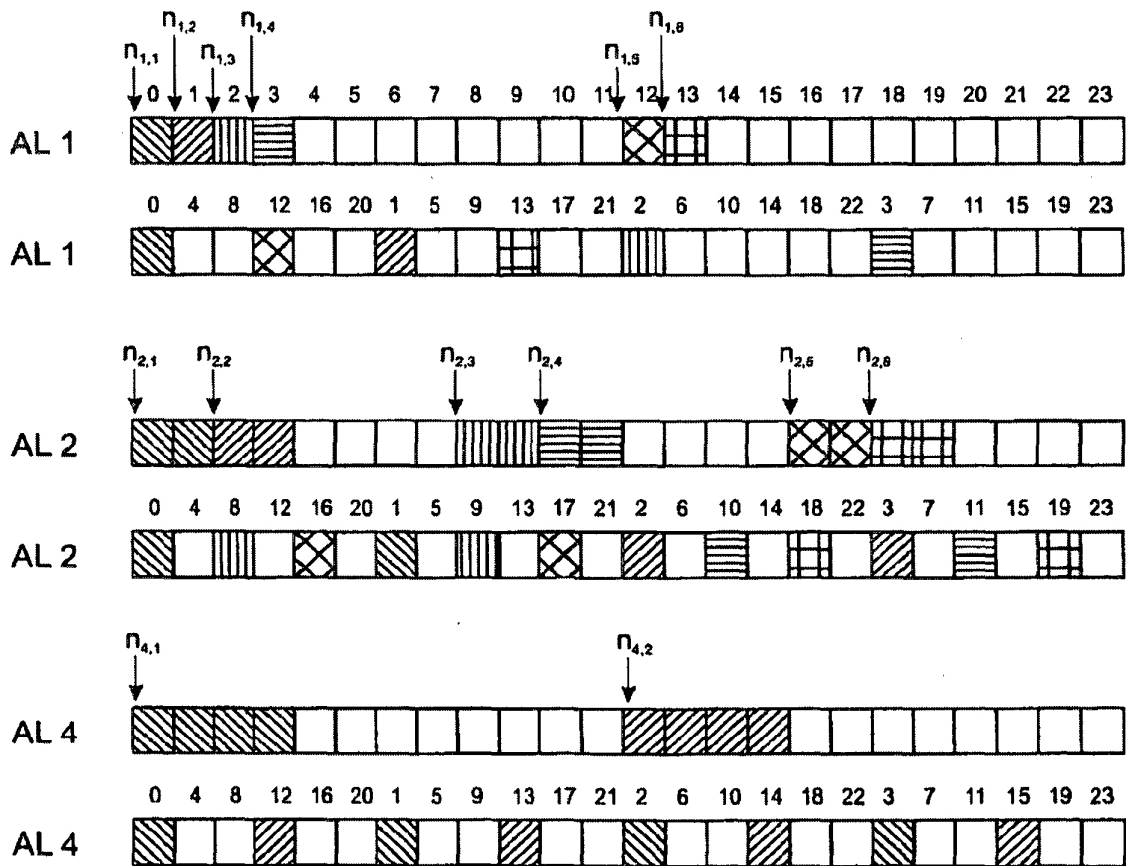


Fig. 9

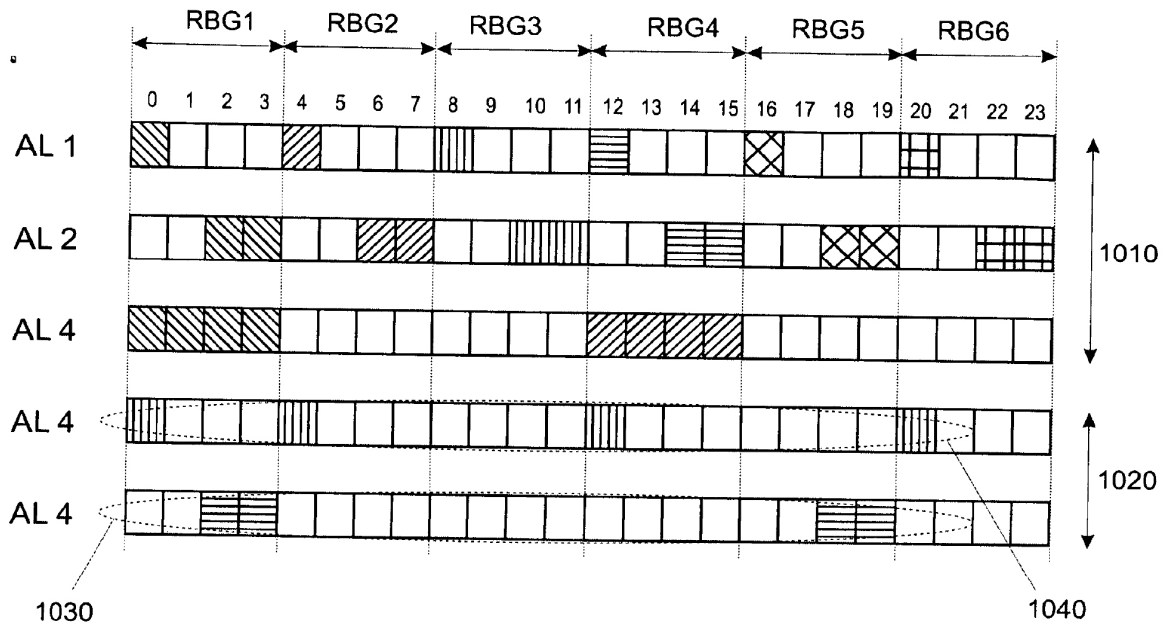


Fig. 10

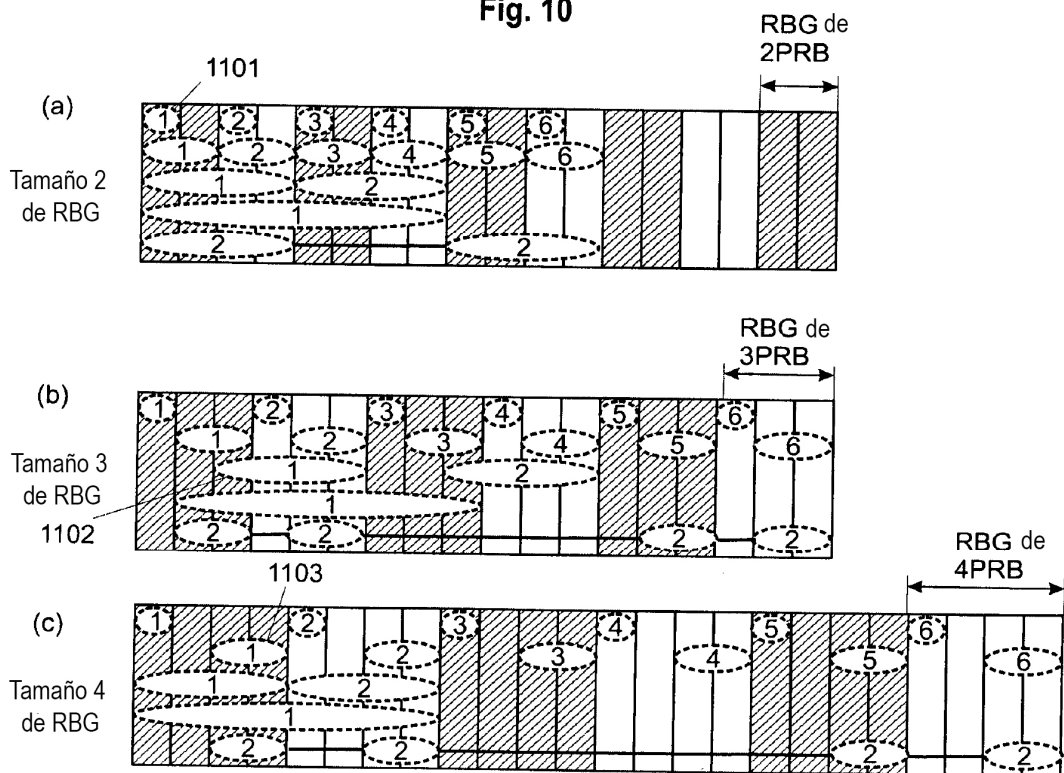


Fig. 11

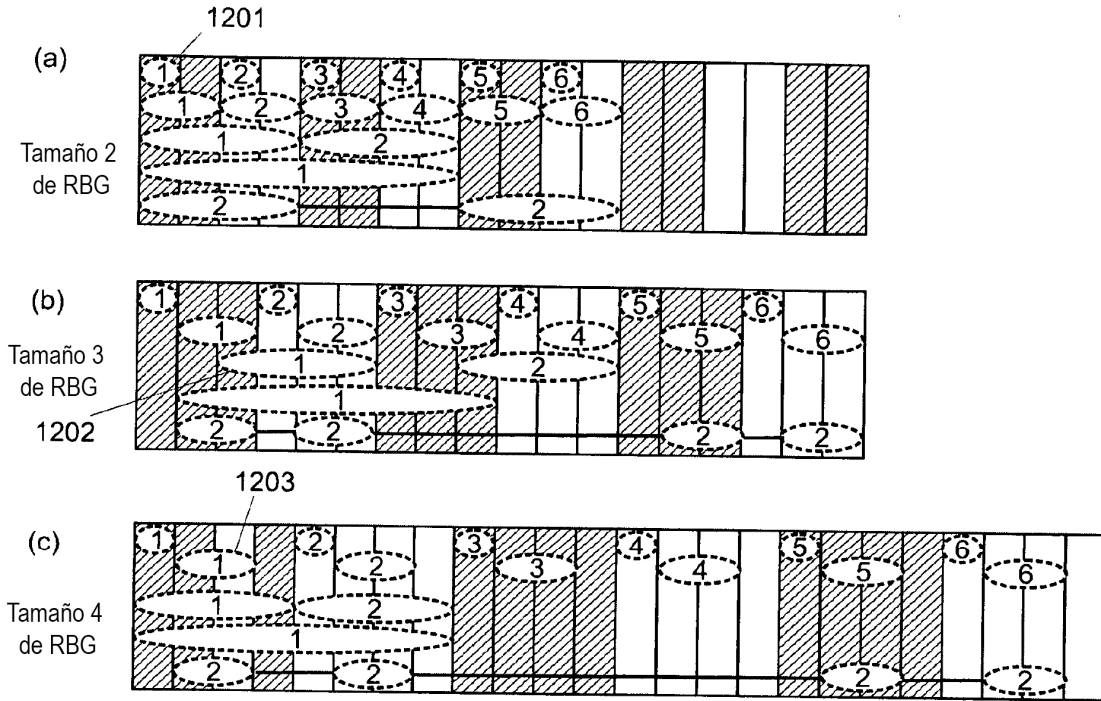


Fig. 12

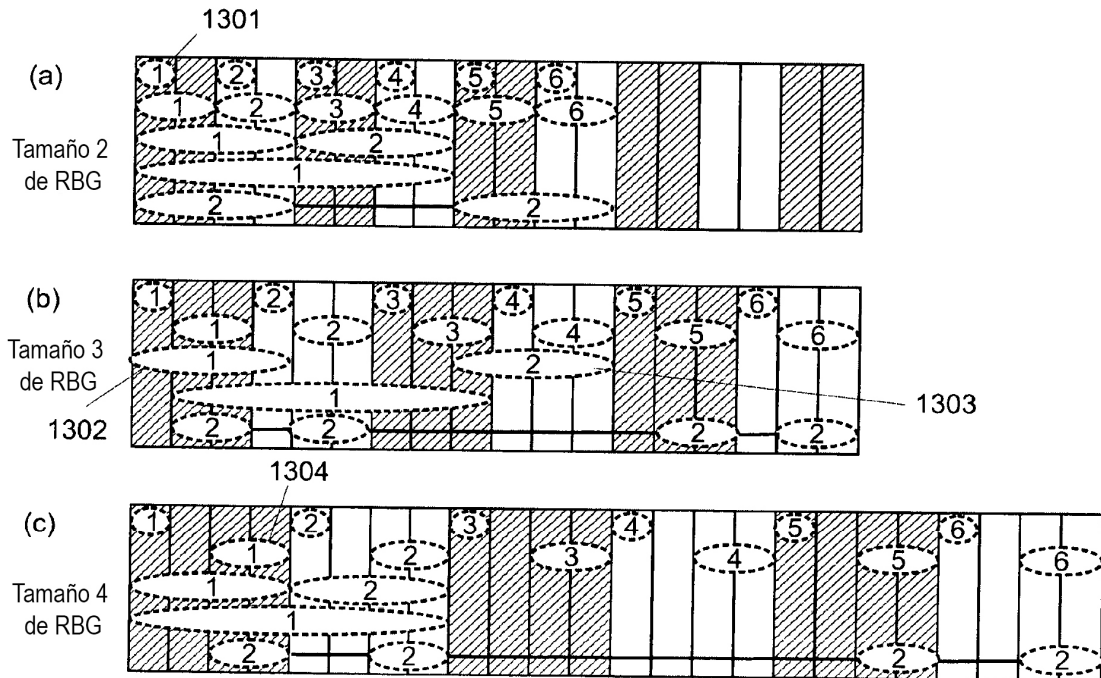


Fig. 13

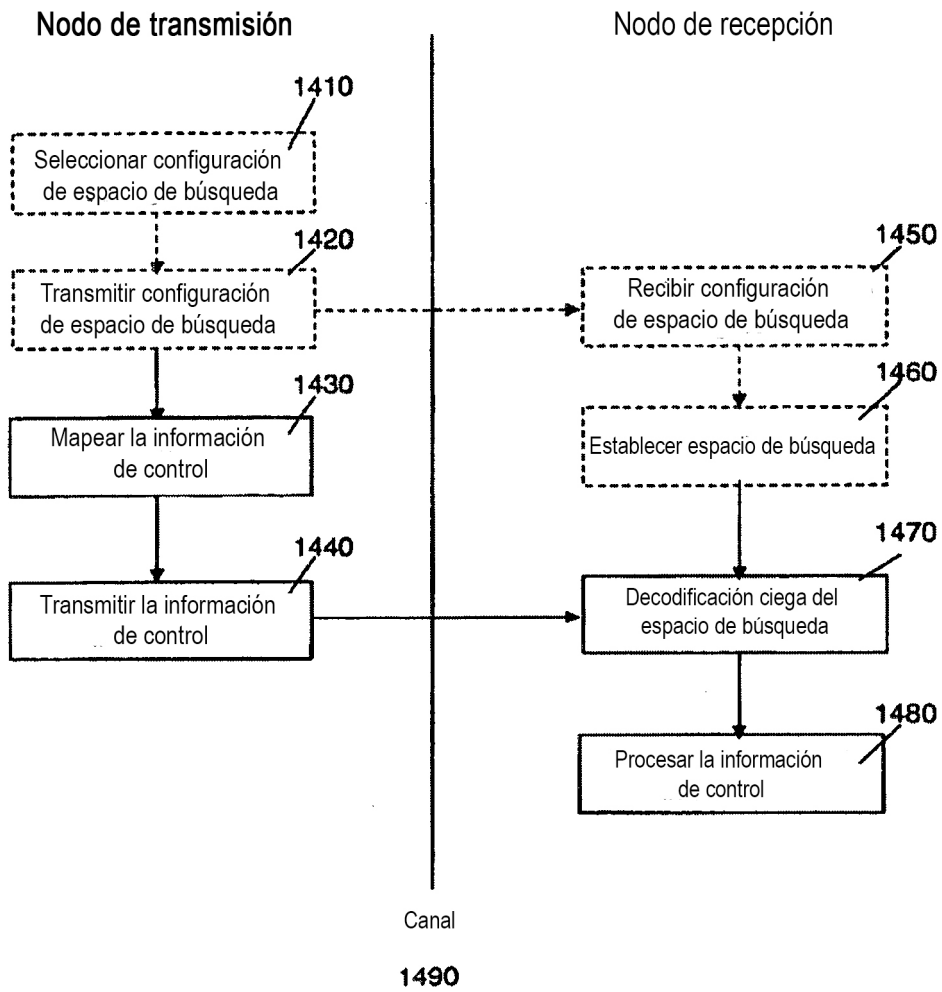


Fig. 14