

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 640 401**

51 Int. Cl.:

**H04L 5/00** (2006.01)

**H04B 7/04** (2007.01)

**H04B 7/06** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.11.2014** **E 14003910 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.06.2017** **EP 3024165**

54 Título: **Informe mejorado de la información de estado de canal para portadoras con licencia y sin licencia**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**02.11.2017**

73 Titular/es:

**PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY CORPORATION OF AMERICA (100.0%)  
20000 Mariner Avenue Suite 200  
Torrance CA 90503, US**

72 Inventor/es:

**GOLITSCHKE EDLER VON ELBWART ,  
ALEXANDER;  
EINHAUS, MICHAEL;  
FENG, SUJUAN y  
SUZUKI, HIDETOSHI**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

ES 2 640 401 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

Informe mejorado de la información de estado de canal para portadoras con licencia y sin licencia

### Campo de la presente divulgación

- 5 La presente divulgación se refiere a procedimientos para informar de la información de estado de canal, CSI, desde una estación móvil a una estación base en un sistema de comunicación móvil, particularmente en portadoras sin licencia. La presente divulgación proporciona también que la estación móvil participe en los procedimientos descritos en el presente documento.

### Antecedentes técnicos

#### **Evolución a Largo Plazo (LTE)**

- 10 Los sistemas móviles de la tercera generación (3G) basados en la tecnología de acceso de radio de WCDMA se están desplegando a gran escala alrededor de todo el mundo. Una primera etapa en mejorar o evolucionar esta tecnología conlleva introducir el Acceso por Paquetes de Enlace Descendente a Alta Velocidad (HSDPA) y un enlace ascendente mejorado, también denominado como Acceso por Paquetes de Enlace Ascendente a Alta Velocidad (HSUPA), que proporciona una tecnología de acceso de radio que es altamente competitiva.
- 15 Para prepararse aún más para las demandas de los usuarios y para ser competitivos frente a las nuevas tecnologías de acceso de radio, el 3GPP introdujo un nuevo sistema de comunicación móvil que se denomina Evolución a Largo Plazo (LTE). LTE está diseñado para satisfacer las necesidades de portadora para datos de alta velocidad y transporte de medios así como soporte de voz de alta capacidad para la siguiente década. La capacidad para proporcionar altas tasas de bits es una medida clave para LTE.
- 20 La especificación del elemento de trabajo (WI) en la Evolución a largo plazo (LTE) denominada Acceso de Radio Terrestre de UMTS Evolucionado (UTRA) y Red de Acceso de Radio Terrestre de UMTS (UTRAN) se finalizan como la Versión 8 (LTE Rel. 8). El sistema de LTE representa acceso de radio basado en paquetes eficaz y redes de acceso de radio que proporcionan funcionalidades basadas en IP completas con baja latencia y bajo coste. En LTE, se especifican múltiples anchos de banda de transmisión escalables tales como 1,4, 3,0, 5,0, 10,0, 15,0 y 20,0 MHz, para conseguir despliegue de sistema flexible usando un espectro dado. En el enlace descendente, se adoptó el acceso de radio basado en Multiplexación por División Ortogonal de Frecuencia (OFDM) debido a su inmunidad intrínseca a interferencia multitrayectoria (MPI) debido a una tasa de símbolos baja, el uso de un prefijo cíclico (CP) y su afinidad a diferentes disposiciones de ancho de banda de transmisión. El acceso de radio basado en acceso múltiple por división en frecuencia de portadora única (SC-FDMA) se adoptó en el enlace ascendente, puesto que el aprovisionamiento de cobertura de área ancha se priorizó sobre la mejora en la tasa de datos pico considerando la potencia de transmisión restringida del equipo de usuario (UE). Se emplean muchas técnicas de acceso de radio de paquetes clave que incluyen técnicas de transmisión de canal de múltiple entrada múltiple salida (MIMO) y se consigue una estructura de señalización de control altamente eficaz en LTE Rel. 8/9.
- 30

#### **Arquitectura de LTE**

- 35 La arquitectura global se muestra en la Figura 1 y se proporciona una representación más detallada de la arquitectura de E-UTRAN en la Figura 2. La E-UTRAN consiste en un eNodoB, que proporciona las terminaciones de protocolo del plano de usuario de E-UTRA (PDCP/RLC/MAC/PHY) y del plano de control (RRC) hacia el equipo de usuario (UE). El eNodoB (eNB) aloja las capas Física (PHY), de Control de Acceso al Medio (MAC), de Control de Enlace de Radio (RLC) y del Protocolo de Control de Datos de Paquetes (PDCP) que incluyen la funcionalidad de compresión de encabezamiento de plano de usuario y encriptación. También ofrece la funcionalidad de Control de Recursos de Radio (RRC) que corresponde al plano de control. Realiza muchas funciones que incluyen gestión de recursos de radio, control de admisión, planificación, aplicación de Calidad de Servicio (QoS) de enlace ascendente negociada, difusión de información de célula, cifrado/descifrado de datos de plano de usuario y de control, y compresión/descompresión de encabezamientos de paquetes de plano de usuario de enlace descendente/enlace ascendente. Los eNodosB están interconectados entre sí por medio de la interfaz X2.
- 40
- 45 Los eNodosB están también conectados por medio de la interfaz S1 al EPC (Núcleo de Paquetes Evolucionado), más específicamente a la MME (Entidad de Gestión de Movilidad) por medio de la S1-MME y a la Pasarela de Servicio (SGW) por medio de la S1-U. La interfaz S1 soporta una relación de muchos a muchos entre las MME/Pasarelas de Servicio y eNodosB. La SGW encamina y reenvía paquetes de datos de usuario, mientras que también actúa como el ancla de movilidad para el plano de usuario durante los traspasos entre eNodosB y como el ancla para movilidad entre LTE y otras tecnologías de 3GPP (que terminan la interfaz S4 y retransmiten el tráfico entre sistemas 2G/3G y la GW de PDN). Para equipos de usuario de estado en reposo, la SGW termina la trayectoria de datos de enlace descendente y activa la radiobúsqueda cuando los datos de enlace descendente llegan al equipo de usuario. Gestiona y almacena contextos de equipo de usuario, por ejemplo parámetros del servicio de portadora de IP, información de encaminamiento interna de red. También realiza replicación del tráfico de usuario en caso de interceptación legal.
- 50
- 55

La MME es el nodo de control clave para la red de acceso de LTE. Es responsable para el procedimiento de rastreo y radiobúsqueda del equipo de usuario de modo en espera que incluye retransmisiones. Está implicada en el procedimiento de activación/desactivación de portadora y también es responsable de elegir la SGW para un equipo de usuario en la unión inicial y a tiempo de traspaso intra-LTE que implica reubicación del nodo de Red Principal (CN). Es responsable de autenticar al usuario (interactuando con el HSS). La señalización de Estrato de No Acceso (NAS) termina en la MME y también es responsable de la generación y asignación de identidades temporales a equipos de usuario. Comprueba la autorización del equipo de usuario para acampar en la Red Móvil Pública Terrestre (PLMN) del proveedor de servicio y aplica restricciones de itinerancia de equipo de usuario. La MME es el punto de terminación en la red para protección de cifrado/integridad para la señalización de NAS y maneja la gestión de clave de seguridad. La interceptación legal de señalización también se soporta por la MME. La MME también proporciona la función del plano de control para movilidad entre LTE y redes de acceso de 2G/3G con la interfaz S3 que termina en la MME desde la SGSN. La MME también termina la interfaz S6a hacia el HSS doméstico para equipos de usuario en itinerancia.

### Estructura de portadora de componente en LTE

La portadora de componente de enlace descendente de un sistema de LTE de 3GPP se subdivide en el dominio de tiempo-frecuencia en denominadas subtramas. En LTE de 3GPP cada subtrama se divide en dos intervalos de enlace descendente como se muestra en la Figura 3, en el que el primer intervalo de enlace descendente comprende la región de canal de control (región de PDCCH) en los primeros símbolos de OFDM. Cada subtrama consiste en un número dado de símbolos de OFDM en el dominio del tiempo (12 o 14 símbolos de OFDM en LTE de 3GPP (Versión 8)), en la que cada símbolo de OFDM abarca todo el ancho de banda de la portadora de componente. Los símbolos de OFDM consisten cada uno por lo tanto en un número de símbolos de modulación transmitidos en respectivas  $N_{RB}^{DL} \times N_{sc}^{RB}$  subportadoras como se muestra también en la Figura 4.

Suponiendo un sistema de comunicación de múltiples portadoras, por ejemplo que emplea OFDM, como por ejemplo se usa en la Evolución a Largo Plazo (LTE) de 3GPP, la unidad más pequeña de recursos que puede asignarse por el planificador es un “bloque de recursos”. Un bloque de recursos físico (PRB) se define como  $N_{simb}^{DL}$  símbolos de OFDM consecutivos en el dominio del tiempo (por ejemplo, 7 símbolos de OFDM) y  $N_{sc}^{RB}$  subportadoras consecutivas en el dominio de la frecuencia como se ejemplifica en la Figura 4 (por ejemplo, 12 subportadoras para una portadora de componente). En LTE de 3GPP (Versión 8), un bloque de recursos físico consiste por lo tanto en  $N_{simb}^{DL} \times N_{sc}^{RB}$  elementos de recursos, que corresponden a un intervalo en el dominio del tiempo y 180 kHz en el dominio de la frecuencia (para detalles adicionales sobre la cuadrícula de recursos de enlace descendente, véase por ejemplo el documento 3GPP TS 36.211, “Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical Channels and Modulation (Release 8)” sección 6.2, disponible en <http://www.3gpp.org>).

Una subtrama consiste en dos intervalos, de modo que hay 14 símbolos de OFDM en una subtrama cuando se usa un denominado CP (prefijo cíclico) “normal”, y 12 símbolos de OFDM en una subtrama cuando se usa un denominado CP “extendido”. Por motivos de terminología, a continuación los recursos de tiempo-frecuencia equivalentes a las mismas  $N_{sc}^{RB}$  subportadoras consecutivas que abarcan una subtrama completa se denominan un “par de bloques de recursos”, o “par de RB” equivalente o “par de PRB”.

La expresión “portadora de componente” se refiere a una combinación de varios bloques de recursos en el dominio de la frecuencia. En versiones futuras de LTE, la expresión “portadora de componente” ya no se usa; en su lugar, la terminología se cambia a “célula”, que se refiere a una combinación de recursos de enlace descendente y opcionalmente de enlace ascendente. La vinculación entre la frecuencia de portadora de los recursos de enlace descendente y la frecuencia de portadora de los recursos de enlace ascendente se indica en la información de sistema transmitida en los recursos de enlace descendente.

Se aplican suposiciones similares para la estructura de portadora de componente a versiones posteriores también.

### 45 Agregación de portadora en LTE-A para soporte de ancho de banda más ancho

El espectro de frecuencia para IMT-Avanzada se decidió en la Conferencia de comunicación de Radio Mundial 2007 (WRC-07). Aunque se decidió el espectro de frecuencia global para IMT-Avanzada, el ancho de banda de frecuencia disponible real es diferente de acuerdo con cada región o país. Siguiendo la decisión sobre el resultado del espectro de frecuencia disponible, sin embargo, la normalización de una interfaz de radio se inició en el Proyecto Común de Tecnologías Inalámbricas de la 3ª Generación (3GPP). En la reunión N.º 39 del 3GPP TSG RAN, se aprobó la descripción del elemento de estudio sobre “Mejoras Adicionales para E-UTRA (LTE-Avanzada)”. El elemento de estudio cubre componentes de tecnología a considerarse para la evolución de E-UTRA, por ejemplo para cumplir los requisitos sobre IMT-Avanzada.

5 El ancho de banda que el sistema de LTE-Avanzada puede soportar es 100 MHz, mientras que un sistema de LTE puede soportar únicamente 20 MHz. Hoy en día, la ausencia del espectro de radio se ha convertido en un cuello de botella del desarrollo de redes inalámbricas, y como resultado es difícil hallar una banda de espectro que sea lo suficientemente ancha para el sistema de LTE-Avanzado. En consecuencia, es urgente hallar una manera para ganar una banda de espectro de radio más ancha, en la que una posible respuesta es la funcionalidad de agregación de portadora.

10 En agregación de portadora, dos o más portadoras de componente se agregan para soportar anchos de banda de transmisión más anchos de hasta 100 MHz. Varias células en el sistema de LTE se agregan en un canal más ancho en el sistema de LTE-Avanzada que es lo suficientemente ancho para 100 MHz incluso aunque estas células en LTE puedan estar en diferentes bandas de frecuencia.

15 Todas las portadoras de componente pueden configurarse para ser compatibles con LTE Rel. 8/9, al menos cuando el ancho de banda de una portadora de componente no supera el ancho de banda soportado de una célula LTE Rel. 8/9. No todas las portadoras de componente agregadas por un equipo de usuario pueden ser necesariamente compatibles con Rel. 8/9. El mecanismo existente (por ejemplo, bloqueo) puede usarse para evitar que equipos de usuario Rel-8/9 acampen en una portadora de componente.

20 Un equipo de usuario puede recibir o transmitir simultáneamente una o múltiples portadoras de componente (que corresponden a múltiples células de servicio) dependiendo de sus capacidades. Un equipo de usuario de LTE-A Rel. 10 con capacidades de recepción y/o transmisión para agregación de portadora puede recibir y/o transmitir simultáneamente en múltiples células de servicio, mientras que un equipo de usuario de LTE Rel. 8/9 puede recibir y transmitir en una única célula de servicio únicamente, con la condición de que la estructura de la portadora de componente siga las especificaciones de la Rel. 8/9.

La agregación de portadora se soporta para tanto portadoras de componente contiguas como no contiguas con cada portadora de componente limitada a un máximo de 110 bloques de recursos en el dominio de la frecuencia usando la numerología de LTE de 3GPP (Versión 8/9).

25 Es posible configurar un equipo de usuario compatible de LTE de 3GPP-A (Versión 10) para agregar un número diferente de portadoras de componente que se originan desde el mismo eNodoB (estación base) y de posiblemente diferentes anchos de banda en el enlace ascendente y en el enlace descendente. El número de portadoras de componente de enlace descendente que pueden configurarse depende de la capacidad de agregación de enlace descendente del UE. A la inversa, el número de portadoras de componente de enlace ascendente que pueden configurarse depende de la capacidad de agregación de enlace ascendente del UE. Puede no ser posible actualmente configurar un terminal móvil con más portadoras de componente de enlace ascendente que portadoras de componente de enlace descendente.

35 En un despliegue de TDD típico, el número de portadoras de componente y el ancho de banda de cada portadora de componente en enlace ascendente y enlace descendente es el mismo. Las portadoras de componente que se originan desde el mismo eNodoB no necesitan proporcionar la misma cobertura.

40 El espaciado entre frecuencias centrales de portadoras de componente agregadas de manera contigua deberá ser un múltiplo de 300 kHz. Esto es para ser compatible con la trama de frecuencia de 100 kHz de LTE de 3GPP (Versión 8/9) y al mismo tiempo conservar la ortogonalidad de las subportadoras con espaciado de 15 kHz. Dependiendo del escenario de agregación, el espaciado de  $n \times 300$  kHz puede facilitarse mediante inserción de un número bajo de subportadoras sin uso entre portadoras de componente contiguas.

45 La naturaleza de la agregación de múltiples portadoras se expone únicamente hasta la capa MAC. Para tanto enlace ascendente como enlace descendente, hay una entidad de HARQ requerida en MAC para cada portadora de componente agregada. Hay (en ausencia de SU-MIMO para enlace ascendente) como máximo un bloque de transporte por portadora de componente. Un bloque de transporte y sus retransmisiones de HARQ potenciales necesitan mapearse en la misma portadora de componente.

La estructura de capa 2 con agregación de portadora activada se muestra en la Figura 5 y en la Figura 6 para el enlace descendente y enlace ascendente respectivamente.

50 Cuando se configura agregación de portadora, el terminal móvil únicamente tiene una conexión de RRC con la red. En el establecimiento/re-establecimiento de conexión de RRC, una célula proporciona la entrada de seguridad (una ECGI, una PCI y una ARFCN) y la información de movilidad de estrato de no acceso (por ejemplo TAI) de manera similar como en LTE Rel. 8/9. Después del establecimiento/re-establecimiento de conexión de RRC, la portadora de componente que corresponde a la de esa célula se denomina como la Célula Primaria (PCell) de enlace descendente. Hay siempre una y única PCell de enlace descendente (PCell de DL) y una PCell de enlace ascendente (PCell de UL) configuradas por equipo de usuario en estado conectado. Dentro del conjunto configurado de portadoras de componente, otras células se denominan como Células Secundarias (SCell); siendo las portadoras de la SCell la Portadora de componente Secundaria de Enlace Descendente (SCC de DL) y la Portadora de componente Secundaria de Enlace Ascendente (SCC de UL).

La configuración y reconfiguración, así como la adición y retirada, en cuanto a las portadoras de componente puede realizarse por RRC. La activación y desactivación se hace mediante elementos de control de MAC. En traspaso intra-LTE, el RRC también puede añadir, eliminar o reconfigurar las SCell para uso en la célula objetivo. Cuando se añade una nueva SCell, la señalización de RRC especializada se usa para enviar la información de sistema de la SCell, siendo la información necesaria para transmisión / recepción (de manera similar como en Rel-8/9 para traspaso).

Cuando un equipo de usuario está configurado con agregación de portadora hay al menos un par de portadoras de componente de enlace ascendente y de enlace descendente que siempre están activas. La portadora de componente de enlace descendente de ese par puede denominarse también como 'portadora ancla de DL'. Lo mismo se aplica también para el enlace ascendente.

Cuando se configura la agregación de portadora, un equipo de usuario puede planificarse en múltiples portadoras de componente de manera simultánea, pero como máximo deberá estar en curso un procedimiento de acceso aleatorio en cualquier momento. La planificación de portadora cruzada permite que el PDCCH de una portadora de componente planifique recursos en otra portadora de componente. Para este fin se introduce un campo de identificación de portadora de componente en los respectivos formatos de DCI, denominado CIF.

Se establece una vinculación, mediante señalización de RRC, entre portadoras de componente de enlace ascendente y de enlace descendente que permite identificar la portadora de componente de enlace ascendente para la que se aplica la concesión cuando hay planificación de portadora no cruzada. La vinculación de portadoras de componente de enlace descendente a portadora de componente de enlace ascendente no necesita necesariamente que sea de una a una. En otras palabras, más de una portadora de componente de enlace descendente puede vincularse a la misma portadora de componente de enlace ascendente. Al mismo tiempo, una portadora de componente de enlace descendente puede vincularse únicamente a una portadora de componente de enlace ascendente.

#### **Elementos de realimentación de información de estado de canal**

Comúnmente, los sistemas de comunicación móvil definen señalización de control que se usa para transportar la realimentación de calidad de canal. En LTE de 3GPP, existen tres elementos básicos que pueden o pueden no proporcionarse como realimentación para la calidad de canal. Estos elementos de calidad son:

- MCSI: Indicador de Esquema de Modulación y Codificación, en ocasiones denominado como el Indicador de Calidad de Canal (CQI) en la especificación de LTE
- PMI: Indicador de Matriz de Precodificación
- RI: Indicador de rango

El MCSI sugiere un esquema de modulación y codificación que debería usarse para transmisión, mientras que el PMI señala una matriz/vector de precodificación que se ha de emplear para multiplexación espacial y transmisión de múltiples antenas (MIMO) usando un rango de matriz de transmisión que se proporciona por el RI. Se proporcionan detalles acerca de los mecanismos de información y transmisión implicada en las siguientes especificaciones a las que se hace referencia para lectura adicional (todos los documentos disponibles en <http://www.3gpp.org>):

- 3GPP TS 36.211, "Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical channels and modulation", versión 10.0.0, particularmente las secciones 6.3.3, 6.3.4,
- 3GPP TS 36.212, "Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Multiplexing and channel coding", versión 10.0.0, particularmente las secciones 5.2.2, 5.2.4, 5.3.3,
- 3GPP TS 36.213, "Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical layer procedures", versión 10.0.1, particularmente las secciones 7.1.7 y 7.2.

En LTE de 3GPP, no todos de los tres elementos de calidad de canal anteriormente identificados se informan necesariamente al mismo tiempo. Los elementos que realmente se informan dependen principalmente del modo de información configurado. Debería observarse que LTE de 3GPP también soporta la transmisión de dos palabras de código (es decir pueden multiplexarse dos palabras de código de datos de usuario (bloques de transporte) y transmitirse en una única subtrama), de modo que la realimentación puede proporcionarse para cualquiera de una o dos palabras de código. Se proporcionan algunos detalles en las siguientes secciones y en la Tabla 1 a continuación para un escenario ejemplar que usa un ancho de banda de sistema de 20 MHz. Debería observarse que esta información es basándose en 3GPP TS 36.213, sección 7.2.1 anteriormente mencionado.

Los modos de información individual para la realimentación de calidad de canal aperiódica se definen en LTE de 3GPP como sigue:

#### **Modo de información 1-2**

Los contenidos de este informe:

- Un valor de MCSI de conjunto S (es decir banda ancha) por palabra de código
- Una matriz de precodificación, representada por un PMI, para cada subbanda
  - En algunos casos (Véase 3GPP TS 36.213 artículo 7.2.1), adicionalmente un valor de PMI de conjunto S (es decir banda ancha)
- En caso de los modos de transmisión 4,8, 9 y 10: un valor de RI

Modo de información 2-0

Los contenidos de este informe:

- Un valor de MCSI de conjunto S (es decir banda ancha)
- Posiciones de M subbandas seleccionadas
- Un valor de MCSI para las M subbandas seleccionadas (diferencial de 2 bits al valor de MCSI de conjunto S, no negativo)
- En el caso de modo de transmisión 3: un valor de RI

Modo de información 2-2

Los contenidos de este informe:

- Un valor de MCSI de conjunto S (es decir banda ancha) por palabra de código
- Un PMI preferido para conjunto S (es decir banda ancha)
- Posiciones de M subbandas seleccionadas
- Un valor de MCSI para las M subbandas seleccionadas por palabra de código (diferencial de 2 bits al valor de MCSI de conjunto S correspondiente, no negativo)
- Un PMI preferido para M subbandas seleccionadas
- En algunos casos (véase 3GPP TS 36.213 artículo 7.2.1), adicionalmente un valor de PMI de conjunto S (es decir banda ancha)
- En caso de los modos de transmisión 4, 8, 9 y 10: un valor de RI

Modo de información 3-0

Los contenidos de este informe:

1. Un valor de MCSI de conjunto S (es decir banda ancha)
2. Un valor de MCSI por subbanda (diferencial de 2 bits al valor de MCSI de conjunto S)
3. En el caso de modo de transmisión 3: un valor de RI

Modo de información 3-1

Los contenidos de este informe:

- Un valor de MCSI de conjunto S (es decir banda ancha) por palabra de código
- Un PMI preferido para conjunto S (es decir banda ancha)
- En algunos casos (véase 3GPP TS 36.213 artículo 7.2.1), adicionalmente un valor de PMI de conjunto S (es decir banda ancha)
- Un valor de MCSI por palabra de código por subbanda (diferencial de 2 bits para el correspondiente valor de MCSI de conjunto S)
- En caso de los modos de transmisión 4, 8, 9 y 10: un valor de RI

Modo de información 3-2

Los contenidos de este informe:

- Un valor de MCSI de conjunto S (es decir banda ancha) por palabra de código
- Una matriz de precodificación, representada por un PMI, para cada subbanda
  - En algunos casos (véase 3GPP TS 36.213 artículo 7.2.1), adicionalmente un valor de PMI de conjunto S (es decir banda ancha)
- Un valor de MCSI por palabra de código por subbanda (diferencial de 2 bits al correspondiente valor de MCSI de conjunto S)
- En caso de los modos de transmisión 4, 8, 9 y 10: un valor de RI

Debería observarse que el término subbanda se usa en este punto para representar un número de bloques de recursos como se ha señalado anteriormente, mientras que el término conjunto S representa en general un subconjunto del conjunto total de bloques de recursos en el ancho de banda de sistema. En el contexto de LTE de 3GPP y LTE-A, el conjunto S hasta ahora se define para representar siempre toda la celda, es decir el ancho de banda de la portadora de componente, un intervalo de frecuencia de hasta 20 MHz, y se denomina por simplicidad posteriormente como “banda ancha”.

### 15 Información de CQI aperiódica y periódica

La periodicidad y resolución de frecuencia a usarse por un UE para informar de la CSI se controlan ambas por el eNodeB. El Canal de Control de Enlace Ascendente Físico (PUCCH) se usa para información de CSI periódica únicamente; el PUSCH se usa para información aperiódica de la CSI, mediante el cual el eNodeB ordena específicamente al UE que envíe un informe de CSI individual en un recurso que se planifica para la transmisión de datos de enlace ascendente.

Para obtener la información de CSI rápidamente, el eNodeB puede planificar la CSI aperiódica estableciendo un bit de solicitud de CSI en una concesión de recurso de enlace ascendente enviada en el Canal de Control de Enlace Descendente Físico.

En LTE de 3GPP, se prevé un mecanismo sencillo para activar la denominada realimentación de calidad de canal aperiódica desde el equipo de usuario. Un eNodeB en la red de acceso de radio envía una señal de control de L1/L2 al equipo de usuario para solicitar la transmisión de la denominada una información de CSI aperiódica (véase 3GPP TS 36.212, sección 5.3.3.1.1 y 3GPP TS 36.213, sección 7.2.1 para detalles). Otra posibilidad para activar el aprovisionamiento de realimentación de calidad de canal aperiódica por los equipos de usuario está vinculada al procedimiento de acceso aleatorio (véase 3GPP TS 36.213, sección 6.2).

Siempre que se reciba un activador para proporcionar realimentación de calidad de canal por el equipo de usuario, el equipo de usuario transmite posteriormente la realimentación de calidad de canal al eNodeB. Comúnmente, la realimentación de calidad de canal (es decir el informe de CSI) se multiplexa con datos de enlace ascendente (usuario) en los recursos de Canal Compartido de Enlace Ascendente Físico (PUSCH) que se han asignado al equipo de usuario por la señal de L1/L2 (tal como el PDCCH) que activó la realimentación de calidad de canal.

### 35 Señales de referencia de enlace descendente

En el enlace ascendente de LTE, se proporcionan cinco diferentes tipos de RS:

- RS específicas de célula (a menudo denominadas como RS ‘comunes’, ya que están disponibles para todos los UE en una célula y no se les aplica procesamiento específico de UE);
- RS específicas de UE (introducidas en la Versión 8 y extendidas en la versión 9 y 10), que pueden embeberse en los datos para UE específicos (también conocidas como Señales de Referencia de Demodulación - DM-RS).
- RS específicas de MBSFN, que se usan únicamente para operación de Red de Frecuencia Única de Difusión Multimedia (MBSFN).
- RS de posicionamiento, que a partir de la Versión 9 hacia delante pueden embeberse en ciertas ‘subtramas de posicionamiento’ para el fin de mediciones de localización de UE.
- Información de estado de canal, CSI, las RS, que se introducen en la versión 10 específicamente para el fin de estimar el estado de canal de enlace descendente y no para demodulación de datos.

Cada patrón de RS se transmite desde un puerto de antena en el eNodeB. Un puerto de antena puede implementarse en la práctica como una única antena de transmisión física, o como una combinación de múltiples elementos físicos de antena. En cualquier caso, la señal transmitida desde cada puerto de antena no está diseñada para deconstruirse adicionalmente por el receptor de UE:

La RS transmitida que corresponde a un puerto de antena dado define el puerto de antena desde el punto de vista del UE, y posibilita que el UE derive una estimación de canal para todos los datos transmitidos en ese puerto de antena - independientemente de si representa un único canal de radio desde una antena física o un canal compuesto desde una pluralidad de elementos físicos de antena comprendiendo juntos el puerto de antena.

**5 Señales de referencia específicas de célula**

La RS específica de célula posibilita que el UE determine la referencia de fase para demodular los canales de control de enlace descendente y los datos de enlace descendente en la mayoría de los modos de transmisión del Canal Compartido de Enlace Descendente Físico, PDSCH. Si se aplica precodificación específica de UE a los símbolos de datos de PDSCH antes de que se proporcione la señalización de control de enlace descendente de transmisión para informar al UE del correspondiente ajuste de fase, se debería aplicar con relación a la referencia de fase proporcionada por las señales de referencia específicas de célula.

En un sistema basado en OFDM una disposición equidistante de símbolos de referencia en la estructura de malla consigue la estimación de Error Mínimo Cuadrático Medio (MMSE) del canal, además, en el caso de una cuadrícula de símbolos de referencia uniforme, una 'forma de diamantes' en el plano de tiempo-frecuencia puede mostrarse que es óptima.

En LTE, la disposición de las RE en las que se transmiten las RS específicas de célula sigue estos principios. La Figura 7 ilustra la disposición de RS donde las señales de referencia específicas de célula se indican con una P, en concreto como {P0, P1, P2, P3}

Pueden usarse hasta cuatro puertos de antena específicos de célula, numerados 0 - 3, en eNodeB de LTE, requiriendo por lo tanto que el UE derive hasta cuatro estimaciones de canal separadas. Para cada puerto de antena, se ha diseñado un patrón de RS diferente, habiéndose proporcionado atención particular a la minimización de interferencia intra-célula entre los múltiples puertos de antena de transmisión.

En la Figura 7, Px indica que la RE se usó para la transmisión de una RS en el puerto de antena X. A continuación se usa una RE para transmitir una RS en un puerto de antena, la correspondiente RE en los otros puertos de antena se establece a cero para limitar la interferencia.

**Señales de referencia de enlace descendente para estimación de Información de estado de canal (CSI-RS)**

El objetivo principal de CSI-RS es obtener realimentación de estado de canal para hasta ocho puertos de antena de transmisión para ayudar al eNodeB en su operación de precodificación. LTE versión 10 soporta transmisión de CSI-RS para 1, 2, 4 y 8 puertos de antena de transmisión. CSI-RS también posibilita que el UE estime la CSI para múltiples células en lugar de solamente una célula de servicio, para soportar futuros esquemas de transmisión cooperativos de múltiples células.

Los siguientes principios de diseño general pueden identificarse para CSI-RS:

- En el dominio de la frecuencia, es altamente deseable el espaciado uniforme de localización de CSI-RS:
- En el dominio del tiempo, es deseable minimizar el número de subtramas que contienen CSI-RS, de modo que un UE pueda estimar la CSI para diferentes puertos de antena e incluso diferentes células con ciclo de trabajo de reactivación mínimo cuando el UE está en modo de Recepción Discontinua (DRX), para conservar duración de la batería.
- La tara de CSI-RS global implica una compensación entre estimación de CSI de precisión para operación eficaz y minimizar el impacto en UE previos a la Versión 10 heredados que no tienen conocimiento de la presencia de CSI-RS y cuyos datos están perforados por la transmisión de CSI-RS.
- CSI-RS de diferentes puertos de antena dentro de una célula, y siempre que sea posible, desde diferentes células, deberían multiplexarse ortogonalmente para posibilitar la estimación de CSI precisa.

Teniendo en cuenta estas consideraciones, los patrones de CSI-RS seleccionados para la Versión 10 se muestran en la Figura 7. Los códigos de CDM de longitud 2 se usan de modo que la CSI-RS en dos puertos de antena comparte dos RE en una subportadora dada.

El patrón mostrado en la Figura 7 puede usarse tanto en la estructura de trama 1 (Dúplex por División de Frecuencia, FDD), como en la estructura de trama 2 (Dúplex por División en el Tiempo, TDD). Las RE usados para CSI-RS son RS etiquetadas y se usan junto con la siguiente tabla que agrupa la CSI-RS en la configuración de señal de referencia de CSI.

Además la siguiente tabla incluye para cada configuración de señal de referencia de CSI una identificación del índice de célula como uno del conjunto de {A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, V, N, O, P, Q, R, S, T} o un subconjunto de los mismos y el puerto de antena y los máximos 8 puertos de antena agrupados en grupos de CDM {x, z, y, u}.



	Configuración de señal de referencia de CSI	Número de señales de referencia de CSI configuradas								
		1 o 2			4			8		
		$(k',l')$	$n_s \text{ mod } 2$	Índice de célula, grupo de CDM	$(k',l')$	$n_s \text{ mod } 2$	Índice de célula, grupo de CDM	$(k',l')$	$n_s \text{ mod } 2$	Índice de célula, grupo de CDM
Tipo de estructura de trama 1 y 2	0	(9,5)	0	<b>Ax</b>	(9,5)	0	<b>Ax</b>	(9,5)	0	<b>Ax</b>
	1	(11,2)	1	<b>Bx</b>	(11,2)	1	<b>Bx</b>	(11,2)	1	<b>Bx</b>
	2	(9,2)	1	<b>Cx</b>	(9,2)	1	<b>Cx</b>	(9,2)	1	<b>Cx</b>
	3	(7,2)	1	<b>Dx</b>	(7,2)	1	<b>Dx</b>	(7,2)	1	<b>Dx</b>
	4	(9,5)	1	<b>Ex</b>	(9,5)	1	<b>Ex</b>	(9,5)	1	<b>Ex</b>
	5	(8,5)	1	<b>Fx</b>	(8,5)	1	<b>Fx</b>			<b>(Az)</b>
	6	(10,2)	1	<b>Gx</b>	(10,2)	1	<b>Gx</b>			<b>(Bz)</b>
	7	(8,2)	1	<b>Hx</b>	(8,2)	1	<b>Hx</b>			<b>(Cz)</b>
	8	(6,2)	1	<b>Ix</b>	(6,2)	1	<b>Ix</b>			<b>(Dz)</b>
	9	(8,5)	1	<b>Jx</b>	(8,5)	1	<b>Jx</b>			<b>(Ez)</b>
	10	(3,5)	1	<b>Kx</b>			<b>(Ay)</b>			<b>(Ay)</b>
	11	(2,5)	1	<b>Lx</b>			<b>(Fy)</b>			<b>(Au)</b>
	12	(5,2)	1	<b>Vx</b>			<b>(By)</b>			<b>(By)</b>
	13	(4,2)	1	<b>Nx</b>			<b>(Gy)</b>			<b>(Bu)</b>
	14	(3,2)	1	<b>Ox</b>			<b>(Cy)</b>			<b>(Cy)</b>
	15	(2,2)	1	<b>Px</b>			<b>(Hy)</b>			<b>(Cu)</b>
	16	(1,2)	1	<b>Qx</b>			<b>(Dy)</b>			<b>(Dy)</b>
	17	(0,2)	1	<b>Rx</b>			<b>(Iy)</b>			<b>(Du)</b>
	18	(3,5)	1	<b>Sx</b>			<b>(Ey)</b>			<b>(Ey)</b>
19	(2,5)	1	<b>Tx</b>			<b>(Jy)</b>			<b>(Eu)</b>	
Tipo de estructura de trama 2 únicamente	20	(11,1)	1	<b>Ax</b>	(11,1)	1	<b>Ax</b>	(11,1)	1	<b>Ax</b>
	21	(9,1)	1	<b>Bx</b>	(9,1)	1	<b>Bx</b>	(9,1)	1	<b>Bx</b>
	22	(7,1)	1	<b>Cx</b>	(7,1)	1	<b>Cx</b>	(7,1)	1	<b>Cx</b>
	23	(10,1)	1	<b>Dx</b>	(10,1)	1	<b>Dx</b>			<b>(Az)</b>
	24	(8,1)	1	<b>Ex</b>	(8,1)	1	<b>Ex</b>			<b>(Bz)</b>
	25	(6,1)	1	<b>Fx</b>	(6,1)	1	<b>Fx</b>			<b>(Cz)</b>
	26	(5,1)	1	<b>Gx</b>			<b>(Ay)</b>			<b>(Ay)</b>
	27	(4,1)	1	<b>Hx</b>			<b>(Dy)</b>			<b>(Au)</b>
	28	(3,1)	1	<b>Ix</b>			<b>(By)</b>			<b>(By)</b>
	29	(2,1)	1	<b>Jx</b>			<b>(Ey)</b>			<b>(Bu)</b>
	30	(1,1)	1	<b>Kx</b>			<b>(Cy)</b>			<b>(Cy)</b>
	31	(0,1)	1	<b>Lx</b>			<b>(Fy)</b>			<b>(Cu)</b>

5 La tabla corresponde a la incluida en el documento 3GPP TS 36.211 V12.3.0 bajo la sección 6.10.5.2 en la Tabla 6.10.5.2-1: que ilustra un mapeo desde la configuración de señal de referencia de CSI a  $(k', l')$  para prefijo cíclico normal, incluyendo adicionalmente el grupo de CDM de identificación de índice de célula.

Además, las entradas de índice de célula y grupo de CDM entre paréntesis se pretenden para indicar qué combinación índice/grupo corresponde a qué localización de RE  $(k', l')$  en las cuadrículas de tiempo/frecuencia de un bloque de recursos; pero no se pretende para indicar que se soporta un índice de configuración de señal de referencia de CSI correspondiente, en lugar de la dependencia que se deduce implícitamente de otras partes del documento 3GPP TS 36.211 V12.3.0. En consecuencia, estas entradas entre paréntesis deberían entenderse simplemente para fines ilustrativos.

**Señalización de control de capa 1/capa 2 (L1/L2)**

15 Para informar a los usuarios planificados acerca de su estado de asignación, formato de transporte y otra información relacionada con transmisión (por ejemplo información de HARQ, comandos de control de potencia de transmisión (TPC)), se transmite señalización de control de L1/L2 en el enlace descendente junto con los datos. La señalización de control de L1/L2 se multiplexa con los datos de enlace descendente en una subtrama, suponiendo que la asignación del usuario puede cambiar de subtrama a subtrama.

Debería observarse que la asignación del usuario también puede realizarse en una base de TTI (Intervalo de Tiempo

de Transmisión), donde la longitud del TTI puede ser un múltiplo de las subtramas. La longitud de TTI puede fijarse en un área de servicio para todos los usuarios, puede ser diferente para diferentes usuarios o puede incluso ser dinámica para cada usuario. En general, la señalización de control de L1/2 necesita únicamente transmitirse una vez por TTI. Sin pérdida de generalidad, lo siguiente supone que un TTI es equivalente a una subtrama.

5 La señalización de control de L1/L2 se transmite en el Canal de Control de Enlace Descendente Físico (PDCCH). Un PDCCH lleva un mensaje como una Información de Control de Enlace Descendente (DCI), que en la mayoría de los casos incluye asignaciones de recursos y otra información de control para un terminal móvil o grupos de UE. En general, varios PDCCH pueden transmitirse en una subtrama.

10 Debería observarse que en LTE de 3GPP, las asignaciones para transmisiones de datos de enlace ascendente, también denominadas como concesiones de planificación de enlace ascendente o asignaciones de recursos de enlace ascendente, se transmiten también en el PDCCH. Adicionalmente, la Versión 11 introdujo un EPDCCH que básicamente cumple la misma función que el PDCCH, es decir transporta señalización de control de L1/L2, incluso aunque los procedimientos de transmisión detallados sean diferentes del PDCCH.

15 Pueden hallarse detalles adicionales particularmente en las versiones actuales del documento 3GPP TS 36.211 y 36.213. En consecuencia, la mayoría de los elementos señalados en los antecedentes y en las realizaciones se aplican a PDCCH así como a EPDCCH, u otros medios de transporte de señales de control de L1/L2, a menos que se indique específicamente.

20 En general, la información enviada en la señalización de control de L1/L2 para asignar recursos de radio de enlace ascendente o enlace descendente (particularmente LTE(-A) Versión 10) puede categorizarse a los siguientes elementos:

- **Identidad de usuario**, que indica que el usuario está asignado. Esto típicamente se incluye en la suma de comprobación enmascarando la CRC con la identidad de usuario;
- **Información de asignación de recursos**, que indica los recursos (Bloques de Recursos, RB) en los que está asignado un usuario. Como alternativa esta información se denomina asignación de bloque de recursos (RBA). Obsérvese, que el número de RB en los que un usuario está asignado puede ser dinámico;
- **Indicador de portadora**, que se usa si un canal de control transmitido en una primera portadora asigna recursos que se refieren a una segunda portadora, es decir recursos en una segunda portadora o recursos relacionados con una segunda portadora; (planificación de portadora cruzada);
- **Esquema de modulación y codificación** que determina el esquema de modulación empleado y la tasa de codificación;
- **Información de HARQ**, tal como un indicador de datos nuevos (NDI) y/o una versión de redundancia (RV) que es particularmente útil en retransmisiones de paquetes de datos o partes de los mismos;
- **Comandos de control de potencia** para ajustar la potencia de transmisión de los datos de enlace ascendente asignados o la transmisión de información de control;
- **Información de señal de referencia** tal como el desplazamiento cíclico aplicado y/o índice de código de cobertura ortogonal, que se han de emplear para transmisión o recepción de señales de referencia relacionadas con la asignación;
- **Índice de Asignación de Enlace Ascendente o Enlace Descendente** que se usa para identificar un orden de asignaciones, que es particularmente útil en sistemas de TDD;
- **Información de salto**, por ejemplo una indicación de si, y cómo aplicar, salto de recursos para aumentar la diversidad de frecuencia;
- **Solicitud de CSI**, que se usa para activar la transmisión de información de estado de canal en un recurso asignado; y
- **Información de multi-agrupación**, que es una bandera usada para indicar y controlar si la transmisión tiene lugar en una única agrupación (conjunto contiguo de RB) o en múltiples agrupaciones (al menos dos conjuntos no contiguos de RB). La asignación de múltiples agrupaciones se ha introducido por LTE de 3GPP(-A) Versión 10.

Se ha de observar que el listado anterior no es exhaustivo, y no todos los elementos de información mencionados necesitan estar presentes en cada transmisión de PDCCH dependiendo del formato de DCI que se esté usando.

50 La información de control de enlace descendente tiene lugar en varios formatos que se diferencian en tamaño global y también en la información contenida en sus campos. Los diferentes formatos de DCI que se están definiendo actualmente para LTE son como sigue y se describen en detalle en el documento 3GPP TS 36.212, "Multiplexing

and channel coding”, sección 5.3.3.1 (versión actual v12.2.0 disponible en <http://www.3gpp.org>). Además, para información adicional con respecto a los formatos de DCI y la información particular que se está transmitiendo en el DCI, por favor hágase referencia a la norma técnica mencionada o a LTE - The UMTS Long Term Evolution - From Theory to Practice, editado por Stefanie Sesia, Issam Toufik, Matthew Baker, capítulo 9.3.

5 Formato 0: el Formato de DCI 0 se usa para la transmisión de concesiones de recursos para el PUSCH, usando transmisiones de puerto de única antena en el modo de transmisión de enlace ascendente 1 o 2.

Formato 1: el Formato de DCI 1 se usa para la transmisión de asignaciones de recursos para transmisiones de PDSCH de palabra de código única (modos de transmisión de enlace descendente 1, 2 y 7).

10 Formato 1A: el Formato de DCI 1A se usa para señalización compacta de asignaciones de recursos para transmisiones de PDSCH de palabra de código única, y para asignar una firma de preámbulo especializada a un terminal móvil para acceso aleatorio sin contienda (para todos los modos de transmisión).

15 Formato 1B: el Formato de DCI 1B se usa para señalización compacta de asignaciones de recursos para transmisiones de PDSCH usando precodificación de bucle cerrado con transmisión de rango 1 (modo de transmisión de enlace descendente 6). La información transmitida es la misma que en el Formato 1A, pero con la adición de un indicador del vector de precodificación aplicado para la transmisión de PDSCH.

Formato 1C: el Formato de DCI 1C se usa para asignaciones de transmisión de PDSCH muy compactas. Cuando se usa el formato 1C, la transmisión de PDSCH está restringida a usar modulación de QPSK. Esta se usa, por ejemplo, para señalar mensajes de radiobúsqueda y mensajes de información de sistema de difusión.

20 Formato 1D: el Formato de DCI 1D se usa para señalización compacta de asignaciones de recursos para transmisión de PDSCH usando MIMO de múltiple usuario. La información transmitida es la misma que en el Formato 1B, pero en lugar de uno de los bits de los indicadores de vector de precodificación, hay un único bit para indicar si se aplica un desplazamiento de potencia a los símbolos de datos. Esta característica es necesaria para mostrar si la potencia de transmisión se comparte o no entre dos UE. Versiones futuras de LTE pueden ampliar esto al caso de compartición de potencia entre números mayores de UE.

25 Formato 2: el Formato de DCI 2 se usa para la transmisión de asignaciones de recursos para PDSCH para operación de MIMO de bucle cerrado (modo de transmisión 4).

30 Formato 2A: el Formato de DCI 2A se usa para la transmisión de asignaciones de recursos para PDSCH para operación de MIMO de bucle abierto. La información transmitida es la misma que para el Formato 2, excepto que si el eNodeB tiene dos puertos de antena de transmisión, no hay información de precodificación, y se usan dos bits de cuatro puertos de antena para indicar el rango de transmisión (modo de transmisión 3).

Formato 2B: Introducido en la Versión 9 y se usa para la transmisión de asignaciones de recursos para PDSCH para formación de haces de capa dual (modo de transmisión 8).

35 Formato 2C: Introducido en la Versión 10 y se usa para la transmisión de asignaciones de recursos para PDSCH para operación de MIMO de múltiples usuarios o de único usuario de bucle cerrado con hasta 8 capas (modo de transmisión 9).

Formato 2D: introducido en Versión 11 y usado para hasta 8 transmisiones de capa; usado principalmente para COMP (Multipunto Cooperativo) (modo de transmisión 10)

40 Formato 3 y 3A: formatos de DCI 3 y 3A se usan para la transmisión de comandos de control de potencia para PUCCH y PUSCH con ajustes de potencia de 2 bits o de 1 bit respectivamente. Estos formatos de DCI contienen comandos de control de potencia individuales para un grupo de UE.

Formato 4: formato de DCI 4 se usa para la planificación del PUSCH, usando transmisiones de multiplexación espacial de bucle cerrado en modo de transmisión 2 de enlace ascendente.

### **Modos de transmisión para el PDSCH (Canal compartido de enlace descendente físico)**

45 El Canal Compartido de Enlace Descendente Físico (PDSCH) es el canal de enlace descendente que lleva datos principales en LTE. Se usa para todos los datos de usuario, así como para la información de sistema de difusión que no se lleva en el PBCH, y para mensajes de radiobúsqueda - no hay canal de radiobúsqueda de capa física específico en LTE. Los datos se transmiten en el PDSCH en unidades conocidas como Bloques de Transporte (TB), cada uno de los cuales corresponde a una unidad de datos de protocolo (PDU) de la capa de control de acceso al medio (MAC). Los bloques de transporte pueden pasarse hasta abajo desde la capa MAC a la capa física una vez  
50 por Intervalo de Tiempo de Transmisión (TTI), donde un TTI es un ms, que corresponde a la duración de subtrama.

Cuando se emplea para datos de usuario, puede transmitirse uno o, como mucho, dos bloques de transporte por UE por subtrama por portadora de componente, dependiendo del modo de transmisión seleccionado para el PDSCH para cada UE. En LTE, normalmente hay múltiples antenas para el enlace descendente, es decir el eNodeB puede

usar múltiples antenas de transmisión, y el UE puede usar múltiples antenas de recepción. Las dos antenas pueden usarse en diversas configuraciones, que se distinguen e indican como modos de transmisión en LTE. El UE está configurado por el eNodeB con un modo de transmisión particular. Por ejemplo, la antena de transmisión única en modo de antena receptora única se denomina modo de transmisión 1.

- 5 Los diversos modos de transmisión se definen en la norma técnica del 3GPP TS 36.213 (versión actual 12.3.0), subartículo 8.0 para el enlace ascendente (particularmente las Tablas 8-3, 8-3A, 8-5, 8-5A) y subartículo 7.1 para el enlace descendente (particularmente las Tablas 7.1-1, 7.1-2, 7.1-3, 7.1-5, 7.1-5A, 7.1-6, 7.1-6A, 7.1-7). Estas tablas a partir de 3GPP TS 36.13 muestran la relación entre el Tipo de RNTI (por ejemplo C-RNTI, SPS C-RNTI, SI-RNTI), el Modo de Transmisión y el formato de DCI.
- 10 Estas tablas proporcionan varios modos de transmisión predefinidos que identifican el esquema de transmisión particular a usarse para el PDSCH que corresponde al (E)PDCCH.

**LTE en bandas sin licencia - acceso asistido con licencia LAA**

En septiembre de 2014, el 3GPP inició un nuevo elemento de estudio en operación de LTE en espectro sin licencia. La razón para ampliar LTE a bandas sin licencia es la demanda cada vez mayor de datos de banda ancha inalámbricos en conjunto con la cantidad limitada de bandas con licencia. El espectro sin licencia por lo tanto se está considerando más y más por los operadores celulares como una herramienta complementaria para aumentar su oferta de servicio. La ventaja de LTE en bandas sin licencia en comparación con basarse en otras tecnologías de acceso de radio (RAT) tales como Wi-Fi es que complementar la plataforma LTE con acceso de espectro sin licencia posibilita a los operadores y distribuidores aprovechar las inversiones existentes o planeadas en hardware de LTE/EPC en la red de radio y principal.

Sin embargo, se ha tenido en cuenta que el acceso de espectro sin licencia nunca puede coincidir con las calidades del espectro con licencia debido a la coexistencia inevitable con otras tecnologías de acceso de radio (RAT) en el espectro con licencia. La operación de LTE en bandas con licencia por lo tanto, al menos al principio, se considerará más bien un complemento a LTE en espectro con licencia que la operación independiente en espectro sin licencia. Basándose en esta suposición, 3GPP estableció la expresión Acceso Asistido con Licencia (LAA) para la operación de LTE en bandas sin licencia en conjunto con al menos una banda con licencia. Sin embargo, la operación independiente futura de LTE en espectro sin licencia sin basarse en LAA no deberá excluirse.

El enfoque de LAA general pretendido actual en 3GPP es hacer uso de la estructura de agregación de portadora (CA) de la Rel-12 ya especificada tanto como sea posible donde la configuración de estructura de CA comprende una denominada portadora de célula primaria (PCell) y una o más portadoras de célula secundaria (SCell). CA soporta en general tanto auto-planificación de células (la información de planificación y los datos de usuario se transmiten en la misma portadora de componente) como la planificación de portadora cruzada entre células (la información de planificación en términos de PDCCH/EPDCCH y datos de usuario en términos de PDSCH/PUSCH se transmite en diferentes portadoras de componente).

Un escenario muy básico se ilustra en la Figura 8, con una PCell con licencia, SCell con licencia 1 y diversas SCell sin licencia 2, 3, 4 (representadas de manera ejemplar como células pequeñas). Los nodos de transmisión/recepción se conectan a la red pero no se gestionan por el eNB. Por simplicidad, la conexión de estos nodos al eNB o a la red no se muestra explícitamente en la figura.

En la actualidad, el enfoque básico previsto en 3GPP es que la PCell se opere en una banda con licencia mientras que una o más SCell se operarán en bandas sin licencia. El beneficio de esta estrategia es que la PCell puede usarse para mensajes de transmisión de control fiables y datos de usuario con altas demandas de calidad de servicio (QoS), tales como por ejemplo voz y vídeo, mientras que una PCell en espectro sin licencia puede producir, dependiendo del el escenario, hasta cierto punto reducción de QoS significativa debido a la coexistencia inevitable con otras RAT.

Se ha acordado durante RAN1 N.º 78bis, que la investigación de LAA en el 3GPP se centrará en bandas sin licencia a 5 GHz, aunque no se tomó la decisión final. Uno de los problemas más críticos es por lo tanto la coexistencia con sistemas Wi-Fi (IEEE 802.11) que operan en estas bandas con licencia. Para soportar coexistencia equitativa entre LTE y otras tecnologías tales como Wi-Fi así como equidad entre diferentes operadores de LTE en la misma banda sin licencia, el acceso de canal de LTE para bandas sin licencia tiene que acatar ciertos conjuntos de reglas normativas que dependen de la región y banda de frecuencia considerada.

Una descripción comprensiva de los requisitos normativos para operación en bandas sin licencia a 5 GHz se proporciona en el documento R1-144348, "Regulatory Requirements for Unlicensed Spectrum", Alcatel-Lucent y col., RAN1 N.º 78bis, septiembre de 2014. Dependiendo de la región y banda, los requisitos normativos que tienen que tenerse en cuenta cuando se diseñan procedimientos de LAA comprenden Selección Dinámica de Frecuencia (DFS), Control de Potencia de Transmisión (TPC), Escuchar Antes de Hablar (LBT) y transmisión discontinua con duración de transmisión máxima limitada. La intención del 3GPP es tener como objetivo una estructura global única para LAA que básicamente significa que todos los requisitos para las diferentes regiones y bandas a 5 GHz tienen que tenerse en cuenta para el diseño del sistema.

Se requiere DFS para ciertas regiones y bandas para detectar la interferencia de sistemas de radar y evitar operación co-canal con estos sistemas. La intención es conseguir adicionalmente una carga del espectro casi uniforme. La operación de DFS y correspondientes requisitos están asociados con un principio maestro-esclavo. El maestro deberá detectar interferencia de radar, sin embargo, puede basarse en otro dispositivo, que esté asociado con el maestro, para implementar la detección de radar.

La operación en bandas sin licencia a 5 GHz está limitada en la mayoría de las regiones a niveles de potencia de transmisión bastante bajos en comparación con la operación en bandas con licencia dando como resultado áreas de cobertura pequeñas. Incluso si tuvieran que transmitirse las portadoras con licencia y sin licencia con idéntica potencia, normalmente la portadora sin licencia en la banda 5 GHz se esperaría que soporte un área de cobertura menor que una célula con licencia en la banda de 2 GHz debido a efectos de pérdida de trayectoria aumentada y ensombrecimiento para la señal. Un requisito adicional para ciertas regiones y bandas es el uso de TPC para reducir el nivel promedio de interferencia provocado a otros dispositivos que operan en la misma banda sin licencia.

Siguiendo la normativa Europea con respecto a LBT, los dispositivos tienen que realizar una Evaluación de Canal Despejado (CCA) antes de ocupar el canal de radio. Está permitido únicamente iniciar una transmisión en el canal sin licencia después de detectar que el canal está libre basándose en detección de energía. El equipo tiene que observar el canal durante un cierto mínimo durante la CCA. El canal se considera ocupado si el nivel de energía detectado supera un umbral de CCA configurado. Si el canal se clasifica como libre, se permite que el equipo transmita inmediatamente. La duración de transmisión máxima está restringida por lo tanto para facilitar la compartición de recursos equitativa con otros dispositivos que operan en la misma banda.

Considerando los diferentes requisitos normativos, es evidente que la especificación de LTE para operación en bandas sin licencia requerirá varios cambios en comparación con la especificación de Rel-12 actual que está limitada a la operación de banda con licencia.

En relación con el nuevo elemento de trabajo Acceso Asistido con Licencia también no se ha decidido finalmente cómo la estación móvil informa de información de estado de canal, CSI, a una estación base, particularmente en un escenario en el que una pluralidad de portadoras de componente, en concreto sin licencia y con licencia, están configuradas para comunicación entre la estación móvil y la estación base para al menos una de las transmisiones de enlace descendente y enlace ascendente. Debería implementarse un mecanismo de información de CSI fiable y eficaz teniendo en cuenta las circunstancias especiales de portadoras sin licencia. El documento 3GPP R1-142995, titulado "Procedure for small cell on/off transition time reduction", Panasonic, se refiere a una red que puede enviar CSIRS en las subtramas que corresponden a información de CSI-RS aperiódica solicitada. Las otras subtramas son transmisión no de CRS/CSI-RS excepto DRS.

### **Sumario de la invención**

Una realización proporciona un procedimiento mejorado para informar de información de estado de canal, CSI, en una estación de comunicación móvil, un equipo de usuario mejorado para informar de la información de estación de canal, CSI, a una estación base en el sistema de comunicación móvil, y un medio legible por ordenador para llevar a cabo el procedimiento mejorado para informar de la CSI en el sistema de comunicación móvil.

Las reivindicaciones independientes proporcionan realizaciones. Las realizaciones ventajosas están sometidas a las reivindicaciones dependientes.

De acuerdo con una realización, se propone un procedimiento para informar de información de estado de canal, CSI, desde una estación móvil a una estación base en un sistema de comunicación móvil en el que una pluralidad de portadora o portadoras de componente de enlace descendente y al menos una de enlace ascendente están configuradas para comunicación entre la estación base y la estación móvil. A este respecto, la estación móvil realiza la etapa de recepción desde la estación base de un mensaje de activación que activa la información de información de estado de canal para al menos una de la pluralidad de portadoras de componente de enlace descendente, recibiendo el mensaje de activación en una subtrama  $n_{Trigger}$ . A continuación, la estación móvil realiza la etapa de informar a la estación base, la información de estado de canal activada para la al menos una de la pluralidad de portadoras de componente de enlace descendente basándose en señales de referencia, RS, presentes en la al menos una de la pluralidad de portadoras de componente de enlace descendente, en una subtrama  $n_{Report}$  más tarde que  $n_{Trigger}$ . El mensaje de activación recibido indica que las señales de referencia, RS, basándose en las cuales se ha de informar de la información de estado de canal, están presentes en una subtrama  $n_{RS}$  en la al menos una de la pluralidad de portadoras de componente de enlace descendente, donde  $n_{Trigger} \leq n_{RS} < n_{Report}$ .

De acuerdo con otra realización, se sugiere una estación móvil para informar de información de estado de canal, CSI, a una estación base en un sistema de comunicación móvil en el que una pluralidad de portadora o portadoras de componente de enlace descendente y al menos una de enlace ascendente están configuradas para comunicación entre la estación base y la estación móvil. La estación móvil comprende una unidad de recepción adaptada para recibir desde la estación base un mensaje de activación que activa la información de información de estado de canal para al menos una de la pluralidad de portadoras de componente de enlace descendente, recibiendo el mensaje de activación en una subtrama  $n_{Trigger}$ . Además, la estación móvil comprende una unidad de

transmisión adaptada para informar a la estación base, la información de estado de canal activada para la al menos una de la pluralidad de portadoras de componente de enlace descendente basándose en señales de referencia, RS, presentes en la al menos una de la pluralidad de portadoras de componente de enlace descendente, en una subtrama  $n_{Report}$  más tarde que  $n_{Trigger}$ . El mensaje de activación recibido indica que las señales de referencia, RS, basándose en las cuales se ha de informar de la información de estado de canal, están presentes en una subtrama  $n_{RS}$  en la al menos una de la pluralidad de portadoras de componente de enlace descendente, donde  $n_{Trigger} \leq n_{RS} < n_{Report}$ .

De acuerdo con una realización adicional, un medio legible por ordenador que almacena instrucciones que cuando se ejecutan mediante una estación móvil provocan que la estación móvil informe la información de estado de canal, CSI, a una estación base en un sistema de comunicación móvil en el que una pluralidad de portadora o portadoras de componente de enlace descendente y al menos una de enlace ascendente están configuradas para comunicación entre la estación base y la estación móvil. A este respecto, el móvil está recibiendo desde la estación base un mensaje de activación que activa la información de información de estado de canal para al menos una de la pluralidad de portadoras de componente de enlace descendente, recibándose el mensaje de activación en una subtrama  $n_{Trigger}$ . A continuación la estación móvil está informando a la estación base, la información de estado de canal activada para la al menos una de la pluralidad de portadoras de componente de enlace descendente basándose en señales de referencia, RS, presentes en la al menos una de la pluralidad de portadoras de componente de enlace descendente, en una subtrama  $n_{Report}$  más tarde que  $n_{Trigger}$ . El mensaje de activación recibido indica que las señales de referencia, RS, basándose en las cuales se ha de informar de la información de estado de canal, están presentes en una subtrama  $n_{RS}$  en la al menos una de la pluralidad de portadoras de componente de enlace descendente, donde  $n_{Trigger} \leq n_{RS} < n_{Report}$ .

**Breve descripción de las figuras**

A continuación se describen realizaciones ejemplares en más detalle con referencia a las figuras y dibujos adjuntos.

- 25 **La Figura 1** muestra una arquitectura ejemplar de un sistema de LTE de 3GPP,
- La Figura 2** muestra una vista general de la arquitectura de E-UTRAN global de LTE de 3GPP,
- La Figura 3** muestra límites de subtrama ejemplares en una portadora de componente de enlace descendente según se define para LTE de 3GPP (Versión 8/9),
- La Figura 4** muestra una cuadrícula de recursos de enlace descendente ejemplar de un intervalo de enlace descendente según se define para LTE de 3GPP (Versión 8/9),
- 30 **Las Figuras 5 y 6** muestran la estructura de capa 2 de LTE de 3GPP-A (Versión 10) con agregación de portadora activada para el enlace descendente y enlace ascendente, respectivamente,
- La Figura 7** ejemplifica un mapeo de señales de recursos en un PRB que indica RS - CRS específicas de célula indicadas como Px, de RS - DM-RS de demodulación indicadas como Dx, y RS - CSI-RS de Información de Estado de Canal indicadas como RS en el enlace descendente de LTE-A, respectivamente,
- 35 **La Figura 8** ilustra un escenario de acceso asistido por licencia ejemplar, con diversas células con licencia y sin licencia,
- La Figura 9** muestra un diagrama de secuencia del mecanismo de la información de información de estado de canal mejorado de acuerdo con una realización,
- 40 **La Figura 10** ilustra una comunicación de radio que emplea el mecanismo de la información de información de estado de canal mejorado de acuerdo con una implementación de la realización,
- La Figura 11** muestra una primera variante de un mapeo de CRS y CSI-RS en un PRB para uso con 8 puertos CSI-RS en relación con el mecanismo de la información de información de estado de canal mejorado de acuerdo con otra realización,
- 45 **La Figura 12** muestra una segunda variante de un mapeo de CRS y CSI-RS en un PRB para uso con 2 puertos CSI-RS en relación con el mecanismo de la información de información de estado de canal mejorado de acuerdo con una realización adicional,
- 50 **Las Figuras 13 -17** muestran una tercera variante de un mapeo de CRS y CSI-RS en un PRB, en el que las Figuras 13 y 14 son para 2 puertos de CSI-RS, las Figuras 15 - 16 son para 4 puertos de CSI-RS, y la Figura 17 es para 8 puertos de CSI-RS de acuerdo con otra realización más,
- La Figura 18** muestra una cuarta variante de un mapeo de CRS y CSI-RS en un PRB para uso con 8

puertos de CSI-RS en relación con el mecanismo de la información de información de estado de canal mejorado de acuerdo con una realización más adicional, y

**La Figura 19**

muestra una quinta variante de un mapeo de CRS y CSI-RS en un PRB en el conjunto 1 y otro PRB en el conjunto 2 para uso con 8 puertos de CSI-RS en relación con el mecanismo de la información de información de estado de canal mejorado de acuerdo con otra realización.

**Descripción detallada**

Debería observarse que las realizaciones pueden usarse ventajosamente por ejemplo en un sistema de comunicación móvil tal como los sistemas de comunicación de LTE de 3GPP-A (Versión 10/11/12) como se describe en la sección de Antecedentes Técnicos anterior, pero las realizaciones no están limitadas a su uso en estas redes de comunicación particularmente ejemplares.

Una **estación móvil** o **nodo móvil** o **terminal de usuario** o **equipo de usuario** es una entidad física en una red de comunicación. Un nodo puede tener varias entidades funcionales. Una entidad funcional se refiere a un módulo de software o hardware que implementa y/u ofrece un conjunto predeterminado de funciones a otras entidades funcionales de un nodo o la red.

Los nodos pueden tener una o más interfaces que conectan el nodo a una instalación o medio de comunicación a través del cual los nodos pueden comunicar. De manera similar, una entidad de red puede tener una interfaz lógica que conecta la entidad funcional a una instalación o medio de comunicación a través del cual puede comunicar con otras entidades funcionales o nodos correspondientes.

La expresión "**recursos de radio**" como se usa en el presente documento tiene que entenderse ampliamente como que hace referencia a recursos de radio físicos, tales como recursos de tiempo-frecuencia.

La expresión "**portadora sin licencia**", y a la inversa "**portadora con licencia**" se han de entender en relación con el nuevo elemento de trabajo de LTE, acceso asistido con licencia (LAA). De manera correspondiente, "portadoras con licencia" es la expresión para la situación donde una portadora tiene licencia para uso exclusivo para un operador, normalmente por un organismo regulador que tiene autoridad sobre el uso de la frecuencia de radio para una región geográfica definida. "Portadoras sin licencia" sería la expresión usada para portadora o portadoras que cubre o cubren frecuencias que están en el momento sin licencia para LTE, y son en particular abiertas para cualquier uso que cumpla con ciertas normativas, o se compartan de otra manera no exclusiva. Como se describe en la sección de antecedentes hay varias diferencias entre portadoras con licencia y portadoras sin licencia, en lo que se refiere por ejemplo a fiabilidad, nivel de potencia y QoS.

La expresión "**señalización de capa superior**" como se usa en el presente documento tiene que entenderse de manera amplia haciendo referencia a capas por encima de la capa PHY (de acuerdo con el modelo OSI), que comprende la capa MAC (por ejemplo MAC CE), capa de RRC y capas adicionales por encima, y sus correspondientes señales y mensajes.

La expresión "**banda ancha**" en el sentido estricto puede entenderse como que abarca el ancho de banda de sistema de, por ejemplo, una portadora de componente. Sin embargo, la expresión "banda ancha" como se usa en el presente documento no deberá interpretarse como que hace referencia únicamente a una configuración donde el ancho de banda de sistema se cubre en su totalidad, en concreto de un conjunto de subbandas contiguas que componen todo el ancho de banda de sistema; en su lugar, la expresión "banda ancha" deberá entenderse también como que representa un conjunto de recursos físicos adyacentes y/o distribuidos (tales como subbandas, bloques de recursos, o subportadoras).

Como se explica en la sección de antecedentes, para portadoras sin licencia no se decide finalmente cómo se implementa la información de estado de canal, CSI, informada mediante la estación móvil, es decir cómo se lleva a cabo la información en un sistema de comunicación móvil en el que una pluralidad de portadora o portadoras (componente) de enlace descendente y al menos una de enlace ascendente están configuradas para comunicación entre la estación base y la estación móvil, donde al menos una portadora de componente está disponible para transmisión de enlace descendente. Debería observarse que incluso aunque en un esquema de duplexación de dominio de tiempo se use una portadora de frecuencia única para enlace ascendente y enlace descendente (aunque no de manera simultánea), por simplicidad de la descripción, este caso debería entenderse también como que tiene una portadora de componente para enlace ascendente y que tiene una portadora de componente para enlace descendente.

Específicamente, en la sección de antecedentes se ha establecido que las presentes implementaciones de la información de información de estado de canal, CSI, son mecanismos que son inadecuados considerando los requisitos normativos que se han de tener en cuenta cuando se diseñan procedimientos de LAA. Para operación en bandas sin licencia, son necesarios cambios, particularmente en la implementación de información de CSI actual.

Cuando se opera una portadora sin licencia como la portadora de enlace descendente (componente), la presencia

de señales de referencia, RS, no interferidas continuas, en concreto, señales de referencia específicas de célula CRS y/o información de estado de canal - señales de referencia CSI-RS, ya no puede asegurarse. El acceso de portadora sin licencia está limitado a, por ejemplo, como máximo 10 ms de uso continuo en Europa.

5 Además, la portadora sin licencia se supone que está compartida entre diversos operadores y/o tecnologías de acceso de radio, que incluye, por ejemplo, WIFI. Sin embargo, la coexistencia con nodos WIFI en una portadora sin licencia es difícil ya que un nodo WIFI ocuparía la portadora sin licencia en su totalidad, asumiendo 20 MHz completo (o incluso una pluralidad de portadoras de 20 MHz) para transmisiones activas.

10 El acceso de portadora sin licencia tiene como objetivo en general transmisiones a ráfagas, es decir un escenario donde la portadora sin licencia está ocupada por un breve periodo de tiempo para una transmisión a ráfagas de enlace descendente entre una estación base y una estación móvil. Sin embargo, incluso en este caso, la información de estado de canal, y por lo tanto la información misma, es crucial para una adaptación eficaz al canal.

15 El mecanismo de información de CSI se basa en la presencia de señales de referencia en las que está basada la información de CSI. Una señal de referencia es una señal que es conocida para el receptor, y que se inserta en una señal transmitida en posiciones definidas para facilitar la estimación de canal para demodulación coherente y mediciones.

20 En el enlace descendente de LTE, se proporcionan las RS específicas de célula que están disponibles para todos los UE en una célula; las RS específicas de UE pueden embeberse en los datos para UE específicos para fines de estimación del canal para demodulación de datos, pero no para informes de información de estado de canal. En LTE Versión 10 se introdujo el soporte de la transmisión de señales de referencia de información de estado de canal CSI-RS, con el objetivo principal de obtener realimentación de estado de canal para hasta ocho puertos de antena de transmisión para ayudar a la estación base en las operaciones de precodificación, y potencialmente diferentes recursos para medir la intensidad de señal y el ruido + intensidad de interferencia. La configuración de CSI-RS se establece mediante señalización de RRC.

25 Actualmente, la información de CSI permite la configuración de esquemas de información de CSI periódica como aperiódica. La información de CSI se configura mediante un mensaje de RRC para una (es decir enlace descendente) portadora de componente. La configuración supone que la portadora de componente incluye las señales de referencia basándose en las cuales se efectúa la información de CSI. A este respecto, la información de CSI puede configurarse en teoría para portadoras con licencia y sin licencia.

30 Para información de CSI periódica, la configuración por RRC es suficiente para determinar e iniciar las transmisiones de informe de CSI periódicas. Una información de CSI aperiódica necesita activarse en la capa de PHY, por ejemplo, mediante uso de un mensaje de formato de DCI 0 que especifica en el "campo de solicitud de CSI" que se solicite la transmisión de un informe de CSI. En otras palabras, un mensaje que indica que se solicita un informe de CSI, puede activar en una estación móvil la transmisión de un informe de CSI aperiódica.

35 A este respecto, en la comparación directa entre la información de CSI periódica y aperiódica, la información de CSI aperiódica parece mejor adecuada para utilización en conexión con portadoras sin licencia. Además, la transmisión de un informe de CSI aperiódica puede activarse mediante una estación base que, de esta manera, puede asegurar que se satisfacen los requisitos normativos.

Sin embargo, incluso el esquema de información de CSI aperiódica tiene desventajas cuando se configura para una portadora sin licencia, en concreto por las siguientes razones:

- 40
- Los informes de CSI aperiódica se basan igualmente en transmisiones de CSI-RS periódicas en la portadora sin licencia. La configuración de CSI-RS actualmente supone un mismo mapeo que vuelve a tener lugar en los elementos de recursos en una portadora de componente de enlace descendente, y la configuración se facilita exclusivamente mediante el mensaje o mensajes de RRC.
- 45
- Los informes de CSI aperiódica actualmente combinan realimentación selectiva de frecuencia y banda ancha. Sin embargo, la realimentación selectiva de frecuencia conceptualmente no es adecuada para un recurso de radio compartido, por ejemplo debido a imprecisiones, proporcionadas en la portadora sin licencia y únicamente da como resultado tara de señalización innecesaria.
- 50
- El informe de CSI aperiódica puede ser basándose en CRS precedentes o CSI-RS que ya no reflejan las condiciones de canal, en particular para el escenario de ráfaga de LTE-U, donde puede transcurrir un intervalo de tiempo considerable entre la transmisión de una CSI-RS periódica y la instancia de información posterior, que conduce a imprecisiones debido a fluctuaciones de las condiciones de canal debido a, por ejemplo, efectos de desvanecimiento o movilidad.

55 Las siguientes realizaciones ejemplares se conciben por los inventores para mitigar los problemas explicados y para proporcionar un mecanismo de información de CSI fiable y eficaz, particularmente para portadoras sin licencia (aunque es igualmente aplicable a portadoras con licencia) que se usa al menos parcialmente para comunicación de enlace descendente.



A continuación, se explicarán en detalle varias realizaciones ejemplares. Algunas de estas se supone que se implementan en la especificación según se proporciona por las normas del 3GPP y se explican parcialmente en la presente sección de antecedentes, perteneciendo las características clave particulares como se explica a continuación a las diversas realizaciones.

- 5 Debería observarse que las realizaciones pueden usarse ventajosamente, por ejemplo, en un sistema de comunicación móvil tal como sistemas de comunicación de LTE de 3GPP-A (Versión 10/11/12) como se describe en la sección de Antecedentes Técnicos anterior, pero las realizaciones no están limitadas a su uso en estas redes de comunicación particularmente ejemplares.

10 Las explicaciones no deberían entenderse como que limitan el alcance de la divulgación, sino como un mero ejemplo de realizaciones para entender mejor la presente divulgación. Un experto en la materia debería tener conocimiento de que los principios generales de la presente divulgación como se exponen en las reivindicaciones pueden aplicarse a diferentes escenarios y de manera que no se describen explícitamente en el presente documento. En correspondencia, se supone que los siguientes escenarios para fines explicativos de las diversas realizaciones no deberán limitar la invención como tal.

- 15 A continuación se explicará un conjunto de realizaciones. Para simplificar la ilustración de los principios subyacentes, se realizan varias suposiciones; sin embargo, debería observarse que estas suposiciones no deberían interpretarse como que limitan el alcance de la presente solicitud, como se define de manera amplia por las reivindicaciones.

20 De acuerdo con una primera realización ilustrada en la Figura 9, el mecanismo de información de información de estado de canal mejorada, CSI, se proporciona para informar CSI mediante una estación móvil a una estación base. Para la mayor parte de la siguiente descripción de esta primera realización, se supone que la información de CSI se realiza para una portadora sin licencia. Sin embargo, el mecanismo de la información de CSI mejorado es igualmente aplicable para informar CSI de una portadora con licencia.

25 Es de importancia fundamental distinguir un “informe de CSI para una portadora” de un “informe de CSI en una portadora”; el primero indica la portadora para la que se informa el estado de canal, mientras que el último indica la portadora en la que se transmite la información de estado de canal (es decir el mensaje de realimentación). Por lo tanto, el primero se refiere a una portadora de enlace descendente (o el intervalo de tiempo cuando una portadora es usable para enlace descendente), mientras que el último se refiere a una portadora de enlace ascendente (o el intervalo de tiempo cuando una portadora es usable para enlace ascendente).

30 El mecanismo de la información de CSI mejorado se lleva a cabo preferentemente en un sistema de comunicación móvil en el que una pluralidad de portadoras de componente de enlace descendente y al menos una de enlace ascendente se configuran entre la estación base y la estación móvil, incluso aunque pueda llevarse a cabo también cuando únicamente se configura una portadora de enlace descendente y una de enlace ascendente. Haciendo referencia a la terminología de LTE Versión 10, las portadoras de componente pueden denominarse igualmente  
35 como células de servicio.

En un sistema de comunicación móvil de este tipo, la estación móvil recibe (etapa S01 - Figura 9) desde la estación base un mensaje de activación que activa la información de información de estado de canal, CSI. Mediante este mensaje de activación, se activa un informe de CSI para una o varias de las portadoras de componente de enlace descendente configuradas. Para lo siguiente, deberá suponerse que la estación móvil recibe el mensaje de  
40 activación en una subtrama con índice  $n_{Trigger}$ .

En particular, la una o varias portadoras de componente de enlace descendente, para las que se activa el informe de CSI, no son necesariamente la misma portadora de componente de enlace descendente en la que se recibe el mensaje de activación. En su lugar, en un escenario ejemplar el mensaje de activación puede recibirse en una portadora de componente de enlace descendente que corresponde a una portadora con licencia y el informe de CSI  
45 puede activarse para una o varias portadoras de componente de enlace descendente que corresponden a portadoras sin licencia.

En una implementación ejemplar, el mensaje de activación es en forma de un formato de información de control de enlace descendente, DCI, en el que un campo de solicitud de CSI indica que la CSI se ha de informar por la estación móvil. Por ejemplo, un campo de solicitud de CSI se especifica en el formato de DCI 0 y en el formato de DCI 4. A este respecto, la información de estado de canal activada, CSI, se informa aperiódicamente por la estación móvil, en concreto como un informe de CSI aperiódica. Los formatos de información de CSI aperiódica se definen en LTE  
50 versión 10 como modos de información de CSI de PUSCH.

En respuesta al mensaje de activación recibido, la estación móvil determina (etapa S02 - Figura 9) para la una o varias portadoras de componente de enlace descendente un informe de CSI basándose en señales de referencia presentes en esta portadora de componente de enlace descendente. En otras palabras, el mensaje de activación referencia (o indica) la una o varias portadoras de componente de enlace descendente basándose en las cuales se  
55 ha de establecer el informe de CSI.

El informe de CSI es basándose en las señales de referencia, RS, indicadas presentes en la al menos una de las portadoras de componente de enlace descendente. En otras palabras, la estación móvil evalúa las señales de referencia indicadas con las que está configurada y basándose en las mismas informa la CSI activada a la estación base. La RS usada para este fin es preferentemente CRS o CSI-RS.

5 En otra implementación ejemplar, para la información de CSI, la estación móvil evalúa señales de referencia de bloques de recursos físicos, PRB, contiguos o distribuidos en el conjunto de subbandas, S, en la al menos una de la pluralidad de portadoras de componente de enlace descendente para las que se ha de informar de la CSI. El conjunto de subbandas S es un parámetro de sistema con el que la estación móvil se pre-configura.

10 Incluso aunque las especificaciones de LTE usen el término “subbanda” como una pluralidad de bloques de recursos físicos, el uso en el presente documento debería interpretarse como que no está restringido a una definición de este tipo. En su lugar, una subbanda como se describe en el presente documento puede ser también un bloque de recursos físico individual, o incluso una parte de un bloque de recursos físico tal como una o una pluralidad de subportadoras.

15 A este respecto, ya que el conjunto S puede hacer referencia únicamente a algunos de los bloques de recursos de la célula, es necesario prestar atención a interpretar la expresión banda ancha (o conjunto S) usada en conexión con las realizaciones de manera más amplia que únicamente “banda ancha” (o “conjunto S”) como tal. Por ejemplo, “banda ancha” no deberá interpretarse para significar exclusivamente el ancho de banda de sistema total, sino en su lugar la pluralidad de bloques de recursos contenidos en el conjunto S, que pueden ser adicionalmente no adyacentes en el dominio de la frecuencia.

20 Comúnmente, el conjunto de subbandas S está configurado de manera que abarca el (por ejemplo entero) ancho de banda de sistema de enlace descendente de la una o varios portadores de componente. A este respecto, en esta implementación ejemplar donde la CSI se informa como un informe de banda ancha CSI para el conjunto de subbandas S que abarcan el (por ejemplo entero) ancho de banda de sistema de enlace descendente de una.

25 En cualquier caso, el conjunto configurado de subbandas S, para las que se informa la CSI de banda ancha en esta implementación ejemplar, se diferencia de un informe de CSI selectivo de frecuencia que puede configurarse además de o como alternativa al informe de CSI de banda ancha. Además, una información selectiva de CSI para subbandas específicas contradice el enfoque de informar CSI de banda ancha para el (por ejemplo entero) ancho de banda de sistema de enlace descendente de la una o varios portadores de componente.

30 Además, en respuesta a la recepción del mensaje de activación, la estación móvil informa (etapa S03 - Figura 9) el informe de información de estado de canal activada, CSI, para la una o varias portadoras de componente de enlace descendente. Para lo siguiente, deberá suponerse que la estación móvil transmite el informe de CSI en una subtrama con índice  $n_{Report}$  más tarde que  $n_{Trigger}$ .

35 Además de la implementación ejemplar, el mensaje de activación en el formato de DCI lleva una asignación de recurso de enlace ascendente. Por consiguiente, el recurso de enlace ascendente en el que deberá transmitirse el informe de CSI se determina por la señal de control de L1/L2 llevada en el mensaje de activación. En un ejemplo más específico, el mensaje de activación está en formato de DCI 0 o formato de DCI 4.

40 Debido al recurso de enlace ascendente determinado en el mensaje de activación, la CSI informada en el recurso de enlace ascendente puede no ser basándose en señales de referencia que son más recientes que el informe de CSI. En otras palabras, las señales de referencia deben haberse recibido antes de la subtrama  $n_{Report}$  en la que se ha de transmitir el informe de CSI. Por consiguiente, la subtrama  $n_{Report}$  puede entenderse como un límite superior/más al final de la subtrama donde se transmite la RS que sirve como la referencia para el informe de CSI activado.

45 En otra implementación ejemplar, que puede combinarse con la anterior, el informe de CSI se informa en el canal compartido de enlace ascendente físico, PUSCH, en la al menos una portadora de componente de enlace ascendente. En particular, se usan unos modos de información de CSI preconfigurados para transportar el informe de CSI a la estación base.

50 Como ya se ha descrito anteriormente, las señales de referencia en las que está basada el informe de CSI se transmiten en la una o varias portadoras de componente de enlace descendente para las que la estación móvil informa la CSI. Específicamente, la una o varias portadoras de componente de enlace descendente en las que están presentes las señales de referencia pueden ser diferentes de la portadora de componente de enlace descendente en la que se transmite/recibe el mensaje de activación.

Ventajosamente, el mensaje de activación indica una subtrama con índice  $n_{RS}$  en la que están presentes las señales de referencia, RS. Las señales de referencia están presentes en la una o varias portadoras de componente de enlace descendente basándose en las que se ha de informar la CSI.

55 A este respecto, el mensaje de activación no se deja abierto basándose en el cual se han de informar las señales de referencia de la CSI. La subtrama indicada con índice  $n_{RS}$  a menudo se denomina también “recurso de referencia” que hace referencia a los recursos para el informe de CSI.

En una implementación más detallada, la estación móvil está adaptada para interpretar el mensaje de activación recibido para activar un informe de CSI de manera que indica una ocasión singular para que las señales de referencia, RS, estén presentes en la subtrama  $n_{RS}$  en la una o varias portadoras de componente de enlace descendente para las que se activa (es decir, solicita) el informe de CSI. En otras palabras, la estación móvil está adaptada a utilizar el mensaje de activación recibido para una información de CSI en una sola oportunidad.

De manera ejemplar, la estación móvil está adaptada para interpretar el mensaje de activación recibido para activar un informe de CSI de manera que indica ocasiones singulares de señales de referencia, la RS se desplaza por un número predefinido o número de subtrama señalizada  $l_1$  con respecto al mensaje de activación en  $n_{Trigger}$ . A este respecto, el mensaje de activación recibido indica que las ocasiones singulares de señales de referencia están presentes en la subtrama con índice:  $n_{RS} = n_{Trigger} + l_1$ , en la una o varias portadoras de componente de enlace descendente para las que se activa el informe de CSI.

Como alternativa, la estación móvil está adaptada de manera ejemplar para interpretar el mensaje de activación recibido para activar un informe de CSI de manera que indica varias ocasiones de señales de referencia, RS; que están desplazadas en un número predefinido o de subtrama señalizada  $l_1$  con respecto al mensaje de activación en  $n_{Trigger}$  y están espaciadas a un número predefinido adicional o número de subtrama señalizada  $l_2$ .

A este respecto, el mensaje de activación recibido indica que las varias ocasiones de señales de referencia están presentes en subtramas con índice:  $n_{RS} = n_{Trigger} + l_1, n_{Trigger} + l_1 + l_2, n_{Trigger} + l_1 + 2 \cdot l_2, \dots$  en la una o varias portadoras de componente de enlace descendente para las que se activa el informe de CSI. En otras palabras, la estación móvil está adaptada para utilizar el mensaje de activación recibido para varios informes de CSI cada uno de los cuales para una respectiva de las varias señales de referencia en la subtrama indicadas  $n_{RS}$ .

Específicamente, la indicación de subtrama con el índice  $n_{RS}$  es ventajosa para la información de CSI de portadoras sin licencia. En vista de la indicación de una o varias subtrama o subtramas específicas  $n_{RS}$  en las que se ha de basar el informe de CSI, la estación base puede reducir el número de subtramas que tienen que evaluarse por la estación móvil para la información de CSI, y puede asegurar al mismo tiempo que únicamente las señales de referencia de una subtrama pertinente, en concreto de la subtrama con índice  $n_{RS}$ , se evalúan para la información de CSI.

Para la mejor adaptación a la naturaleza compartida de una portadora sin licencia, es ventajoso indicar  $n_{RS}$  en el mensaje de DCI que activa el informe. Sin embargo, puesto que esto puede requerir una tara indeseable, otra solución es indicarlo por medio de señalización de capa superior tal como mensajes de RRC, preferentemente en el mismo mensaje que configura otro informe de CSI o parámetros de CSI-RS.

Sin embargo, deberá destacarse que el mensaje de activación (o como se acaba de mencionar, una configuración de capa superior) no incluye necesariamente un campo para indicar directamente la subtrama en la que están presentes las señales de referencia, RS. En su lugar el mensaje de activación puede hacer referencia también indirectamente a una subtrama basándose en un desplazamiento prescrito entre  $n_{RS}$  y  $n_{Trigger}$  o entre  $n_{RS}$  y  $n_{Report}$ , es decir con relación a la subtrama con índice  $n_{RS}$  o  $n_{Trigger}$ .

De acuerdo con una implementación ejemplar, un modo de informe de CSI predefinido puede prever que la información de CSI para una o varias portadoras de componente de enlace descendente es basándose en señales de referencia que están presentes en la misma subtrama que el mensaje de activación pero no necesariamente en la misma portadora de componente de enlace descendente del mensaje de activación.

En cualquier caso, el mensaje de activación recibido indica que las señales de referencia, RS, para el informe de CSI, están en una subtrama con índice  $n_{RS}$ , donde  $n_{Trigger} \leq n_{RS} < n_{Report}$ . De esta manera, no únicamente se reduce la cantidad de almacenamiento en memoria intermedia para las señales de referencia sino también puede asegurarse que la CSI se informa únicamente basándose en las señales de referencia, RS, desde las subtramas más recientes.

Esto mantiene la influencia de efectos de desvanecimiento en la CSI publicada pequeña, de modo que puede evitarse en gran medida las imprecisiones entre el estado de canal en el momento de la medición y en el momento de la información; incluso más en caso de que se informe un único valor de CQI para el conjunto S en lugar de un valor de CQI por elemento (por ejemplo subbanda) en el conjunto S. En otras palabras, como resultado de las restricciones en el índice de subtrama indicada  $n_{RS}$ , no es posible (es decir ya no más) que un informe de CSI sea basándose en señales de referencia presentes en una subtrama con un índice  $n_{RS}$  antes de  $n_{Trigger}$ , y, por lo tanto, está desactualizada y únicamente refleja de manera imprecisa el estado de canal.

### Implementación en LTE

Ahora, deberá analizarse una implementación más detallada de la realización anterior en relación con la Figura 10. Como se muestra en la misma, se ilustra el mecanismo de la información de CSI mejorado para un sistema de comunicación móvil en el que dos portadoras de componente de enlace descendente denominadas "Célula de DL 1" y "Célula de DL 2" y una portadora de componente de enlace ascendente denominada "Célula de UL 1" están configuradas para comunicación entre la estación móvil y la estación base.

Esta implementación detallada utiliza al menos para la “célula de DL 2” la configuración de puerto de CSI-RS 2 para la transmisión de señales de referencia de CSI. Específicamente, la estación móvil está configurada al menos para la “célula de DL 2” con un mapeo de CSI-RS a los elementos de recursos de acuerdo con la configuración de RS de CSI 0 como se introduce en la sección de antecedentes, indicando en concreto ( $k',l'$ ) como (11,4) como señales de referencia de CSI basándose en las cuales se ha de llevar a cabo la información de CSI.

Además, la implementación detallada supone la utilización del modo de información de CSI que prescribe un desplazamiento de  $n_{RS}$  a  $n_{Trigger}$  igual a cero. En otras palabras, para fines de información de CSI la estación móvil está configurada para hacer referencia a señales de referencia de CSI en la misma subtrama que la subtrama en la que se recibió la solicitud de CSI (es decir el mensaje de activación).

En la implementación detallada, la estación móvil recibe en el PDCCH de la “célula de DL 1” en la subtrama  $n_{Trigger}$  un formato de DCI 0 como mensaje de activación que incluye el “campo de solicitud de CSI” que indica (en un valor de '1', '01', '10' o '11', dependiendo de la longitud del campo de solicitud de CSI y de la correspondiente configuración de capa superior; véase el documento 3GPP TS 36.213 v12.3.0 artículo 7.2.1) que se activa un informe de CSI aperiódica. Al mismo tiempo el mensaje de activación indica que la CSI se ha de informar para la “Célula de DL 2”. Además, el mensaje de activación en formato de DCI 0 indica una asignación de recursos de enlace ascendente para la subtrama  $n_{Report}$  (que es en general  $n_{Trigger} + k$ , donde  $k \geq 4$ ) en la “Célula de UL 1”.

Aplicando la configuración para hacer referencia a la presencia de señales de referencia de CSI en la misma subtrama, es decir suponiendo  $n_{RS} = n_{Trigger}$ , la estación móvil hace referencia a señales de referencia de CSI de acuerdo con la configuración de RS de CSI 0 de “Célula de DL 2” en la misma subtrama que el mensaje de activación, en concreto en la misma subtrama  $n_{Trigger}$ , para medir/determinar el informe de CSI. Basándose en estas señales de referencia de CSI en la subtrama  $n_{RS}$  en la “Célula de DL 2”, la estación móvil determina el informe de CSI aperiódica activada.

Posteriormente, la estación móvil transmite el informe de CSI en la subtrama  $n_{Report}$  ( $= n_{Trigger} + k$ ) en los recursos de enlace ascendente indicados en la asignación de recurso de enlace ascendente del mensaje de activación de formato de DCI 0. Además, la estación móvil está informando la CSI aperiódica basándose en señales de referencia de CSI que están presentes en la subtrama  $n$  indicada a través del mensaje de activación de formato de DCI 0 recibido.

#### Modo de información de CSI aperiódica

Ahora, se hace referencia a una implementación específica de un informe de CSI aperiódica que deberá entenderse como un nuevo modo de información de CSI aperiódica que se diferencia de los modos para información de CSI que usan el PUSCH desvelado en el documento 3GPP TS 36.213 V12.3.0, sección 7.2.1. Este modo de información de CSI se prefiere para una portadora sin licencia. Sin embargo, deberá entenderse que este modo de información de CSI aperiódica es igualmente aplicable para portadoras con licencia y, por lo tanto, no deberá limitarse en este aspecto.

Este modo de información de CSI aperiódica supone la información de CSI de banda ancha. En otras palabras, las señales de referencia, RS, basándose en las cuales se realiza la información de CSI aperiódica, están presentes en un conjunto de subbandas,  $S$ , que es un subconjunto de o abarca el ancho de banda de sistema de enlace descendente de la una o varias portadoras de componente de enlace descendente para las que se activa el informe de CSI aperiódica. Debería observarse que el conjunto  $S$  puede ser específico a cada portadora de componente de enlace descendente.

Más específicamente, la información de CSI aperiódica se lleva a cabo en forma de uno o dos valor o valores de indicador de calidad de canal, CQI, para el conjunto de subbandas,  $S$ , que es un subconjunto de o abarca el ancho de banda de sistema de enlace descendente de la al menos una de la pluralidad de portadoras de componente de enlace descendente. Ya se informen uno o dos valor o valores de CQI para el conjunto de subbandas,  $S$ , depende del indicador de rango, RI, que se configura para la estación móvil.

Es también posible que un primer conjunto de subbandas  $S_1$  de recursos donde están presentes RS sea diferente del segundo conjunto  $S_2$  de recursos para los que se informa un valor de CQI. Por ejemplo, puede preferirse transmitir RS únicamente en un primer conjunto del ancho de banda de sistema de enlace descendente de una portadora de componente de enlace descendente, mientras que el valor de CQI se determina suponiendo que el estado de canal medido es aplicable a la totalidad del ancho de banda de enlace descendente de una portadora de componente de enlace descendente y que la transmisión tendría lugar en la totalidad del ancho de banda de enlace descendente de dicha portadora de componente de enlace descendente.

Esto es similar a obtener un número limitado de muestras que sea representativo del conjunto o su promedio. En general, dicho primer y segundo conjuntos de subbandas son configurables de manera independiente, donde preferentemente el segundo conjunto  $S_2$  de recursos donde se supone la transmisión es un súper conjunto de, o igual a, el primer conjunto  $S_1$  de recursos donde se transmiten/reciben RS.

Si la estación móvil no está configurada para informar realimentación de indicador de rango, RI, o si el indicador de

rango equivale a 1 ( $RI = 1$ ), se informa un único valor de indicador de calidad de canal, CQI, (que corresponde a una palabra de código). Además, si el indicador de rango informado es mayor que uno ( $RI > 1$ ) se informan dos valores de indicador de calidad de canal (que corresponden a diferentes palabras de código).

A este respecto, el modo de información de información de estado de canal CSI se informa en forma de:

- 5 - un valor de indicador de calidad de canal de banda ancha, CQI, por palabra de código que se calcula suponiendo transmisión de enlace descendente usando una única matriz de precodificación en un primer conjunto de subbandas y que las señales de referencia están presentes en un segundo conjunto de subbandas; y
- un indicador de matriz de precodificación seleccionado, PMI, o un primer y segundo indicadores de matriz de precodificación que corresponden a la matriz de precodificación única seleccionada;
- 10 La matriz de precodificación única se selecciona a partir del subconjunto de libro de códigos suponiendo la transmisión de enlace descendente en el conjunto de subbandas, S; y el indicador de matriz de precodificación a informarse, PMI, y los valores de indicador de calidad de canal a informarse, CQI, se calculan condicionados en el indicador de rango informado, RI, o se calculan condicionados en  $RI = 1$ .

15 En otras palabras, para informes de CSI aperiódica para una portadora sin licencia, se define un nuevo modo de información aperiódico, que comprende:

Una única matriz de precodificación se selecciona a partir del subconjunto de libro de códigos suponiendo la transmisión en el subconjunto S de subbandas. Un UE deberá informar un valor de CQI de banda ancha por palabra de código que se calcula suponiendo el uso de la matriz de precodificación única en todas las subbandas y la transmisión en el conjunto S de subbandas. El UE deberá informar el indicador de matriz de precodificación única seleccionada excepto con 8 puertos de CSI-RS configurados para los modos de transmisión 9 y 10 o con `alternativeCodeBookEnabledFor4TX-r12=TRUE` configurado para los modos de transmisión 8, 9 y 10, caso en los que se informa un primer y segundo indicadores de matriz de precodificación que corresponden a la matriz de precodificación única seleccionada. Para los modos de transmisión 4, 8, 9 y 10, los valores de PMI y CQI informados se calculan condicionados en el RI informado. Para otros modos de transmisión se informan condicionados en el rango 1.

#### Mapeo de CRS y CSI-RS en subtrama $n_{RS}$

Ahora, se hace referencia a una implementación específica de la subtrama en la que están presentes las señales de referencia, RS. Las señales de referencia deberán entenderse como al menos una de las señales de referencia específicas de célula, CRS, y señales de referencia de información de estado de canal, CSI-RS, definidas en el documento 3GPP TS 36.211 V12.3.0, sección 6.10.1 para CSR y 6.10.5 para CSI-RS.

Para las señales de referencia específicas de célula, CRS, la estación base configure una célula con un número de denominados puertos de CRS, que - entre otros fines - determinan el número y localización de los elementos de recursos donde se transmiten CRS en una subtrama. La localización de elemento de recurso es adicionalmente una función del ID de célula físico.

35 Además, para las señales de referencia de información de estado de canal, CSI-RS, una estación móvil se configura con uno o varios conjuntos de señales de referencia de CSI. El mapeo de transmisiones de señal de referencia de CSI está preconfigurado en una base por subtrama. Específicamente, se usan CSI-RS para modo de transmisión de enlace descendente 10.

40 En más detalle, una estación móvil puede configurarse actualmente con múltiples conjuntos de señales de referencia de CSI, en concreto hasta tres configuraciones para las que la estación móvil supondrá potencia de transmisión distinta de cero para la CSI-RS (también denominado comúnmente como NZP-CSI-RS), y cero o más configuraciones para las que la estación móvil deberá suponer potencia de transmisión cero (denominado comúnmente como ZP-CSI-RS) según se define en el documento TS 36.211 bajo la sección 6.10.5.2.

45 En una implementación ejemplar, las transmisiones de CRS o CSI-RS se perforan en elementos de recursos de PDSCH potenciales en la misma subtrama de enlace descendente. Esta implementación contradice el enfoque general que únicamente aquellos elementos de recursos, RE, pueden utilizarse para transmisión de PDSCH que no se reservan para otros fines (es decir RS, señales de sincronización, PBCH y señalización de control). Por lo tanto, la perforación del PDSCH contradeciría este enfoque general en que la estación móvil supondría que los RE podrían reservarse para PDSCH pero en su lugar llevan la CRS o CSI-RS.

50 En otras palabras, en el caso de que un canal compartido de enlace descendente físico, PDSCH, utilice la misma subtrama  $n_{RS}$  en la que están presentes la CRS o CSI-RS, la estación móvil supone una transmisión de PDSCH perforada. Sin embargo, esta implementación es ventajosa en que el PDSCH puede decodificarse independientemente de si el mensaje de activación para activar un informe de CSI basándose en la presencia de CRS o CSI-RS se recibió o no.

En más detalle, cuando una estación móvil recibe el mensaje de activación para un informe de CSI entonces las señales de referencia se indican para una subtrama basándose en la cual se ha de informar la CSI. Por consiguiente, la estación móvil supone si los RE correspondientes están llevando o no CRS o CSI-RS en la subtrama indicada, dependiendo de si la estación móvil ha recibido o no el informe de CSI que indica que la CRS o CSI-RS están presentes en la subtrama.

A este respecto, si la estación móvil hubiera malentendido o perdido la recepción del activador de CSI que indica que la CRS o CSI-RS están presentes en una subtrama específica, la estación móvil puede suponer de manera válida que los RE no están reservados para otros fines y por lo tanto incluir el PDSCH perforado.

Incluso si los RE están llevando a la inversa la CRS o CSI-RS en lugar del PDSCH, la estación móvil recibe correctamente, debido a la perforación, el resto del PDSCH asignado. La perforación evita corrupciones de memoria intermedia de enlace descendente, de modo que incluso si se incluyen erróneamente símbolos de CRS o CSI-RS en la decodificación de PDSCH, la redundancia restante proporcionada por corrección de errores hacia delante del PDSCH puede ser suficiente para compensar un error de este tipo y por lo tanto aún dar como resultado una decodificación satisfactoria de la palabra de código o palabras de código del PDSCH.

Además del mapeo de CRS y CSI-RS, la estación móvil puede configurarse para usar la misma o diferentes CRS o CSI-RS para medir la intensidad de señal, S, y/o la intensidad de interferencia más ruido, I+N. Más particularmente, NZP-CSI-RS son bien adecuadas para medición del componente de señal en la SINR, y ZP-CSI-RS son bien adecuadas para medición del componente de interferencia más ruido en la SINR.

Sin embargo, actualmente ZP-CSI-RS está configurada para información de estado de canal - medición de interferencia CSI-IM mediante la señalización de capa de control de recursos de radio, RRC (también, actualmente NZP-CSI-RS está configurada por RRC). En su lugar, en una implementación el mecanismo de la información de CSI mejorado indica señales de referencia en las que se ha de informar la CSI utilizando señalización de DCI mediante la capa PHY, indicando al menos una de NZP y ZP RS.

A este respecto, en una implementación ejemplar adicional, se propone que no únicamente la localización (es decir subtrama) de las señales de referencia de potencia distinta de cero (NZP) se indique en el mensaje de activación de CSI en forma de señalización de DCI, sino también la localización (es decir subtrama) de las señales de referencia de potencia cero (ZP), en concreto CRS y/o CSI-RS, se indique por el mismo mensaje de activación de CSI en forma de señalización de DCI. Como se ha descrito anteriormente, ambas indicaciones de una subtrama pueden ser directas o indirectas, por ejemplo, basándose en un desplazamiento prescrito con relación al mensaje de activación de CSI.

Las señales de referencia NZP y la referencia de ZP no tienen que estar necesariamente en una misma subtrama. Por consiguiente, en otra implementación ejemplar, la estación móvil está configurada con al menos una configuración de señal de referencia que incluye al menos uno de: una configuración de CSI-RS de potencia distinta de cero para la que la estación móvil supone potencia de transmisión distinta de cero en una subtrama  $n_{NZP-CSI-RS} = n_{RS}$ ; y una configuración de CSI-RS de potencia cero para la que la estación móvil supone potencia de transmisión cero en una subtrama  $n_{ZP-CSI-RS} \neq n_{RS}$ , y, preferentemente, en el que la subtrama  $n_{ZP-CSI-RS}$  es anterior a la subtrama  $n_{NZP-CSI-RS}$ , donde  $n_{Trigger} \leq n_{ZP-CSI-RS} < n_{NZP-CSI-RS} < n_{Report}$ .

En consecuencia, cada una de la CSI-RS sigue independientemente la ecuación definida con respecto a las realizaciones anteriormente descritas. Las señales de referencia de potencia distinta de cero y de potencia cero no están en la misma subtrama de la una o varias portadoras de componente para las que se activa la información de CSI sino que pueden llevarse en diferentes subtramas de la una o varios portadores de componente.

A este respecto, la transmisión de enlace descendente a ráfagas puede reservar más RE en una subtrama donde únicamente se mapean las señales de referencia de potencia distinta de cero y mientras tanto las señales de referencia de potencia distinta de cero se mapean a una subtrama precedente, por lo tanto, silenciosa diferente. A este respecto, el periodo silencioso según se especifica en los requisitos normativos puede optimizarse, y pueden hacerse disponibles más recursos para transmisión de datos durante un periodo activo.

En una implementación ejemplar adicional, deberá optimizarse la utilización de portadora de componente de enlace descendente para portadoras sin licencia que implementan Escuchar Antes de Hablar, LBT. En caso de que se active un informe de CSI para una portadora de componente de enlace descendente de LBT de este tipo, las señales de referencia de potencia distinta de cero y de potencia cero se indican en el mensaje de activación como se ha analizado anteriormente. Sin embargo, se realiza una distinción con respecto a cómo la estación base obtiene acceso a una portadora de componente de enlace descendente de LBT de este tipo.

La estación base tiene que transmitir la portadora de componente de enlace descendente de LBT tan pronto como se ha detectado su disponibilidad (por ejemplo la estación base escuchó y detectó que está libre) una señal para reservar su uso para transmisiones de señal "útiles". Sin embargo, en el caso de varias transmisiones de portadora de enlace descendente, en concreto con licencia y sin licencia, deben alinearse en general entre las portadoras. Por lo tanto, la necesidad para la alineación de portadora podría evitar que la estación base inicie inmediatamente transmisiones de señal "útiles" en la portadora de componente de enlace descendente de LBT.

A este respecto, la estación base transmitirá una “señal de reserva” para reservar la portadora de componente de enlace descendente de LBT antes de que un competidor indicara el bloqueo de la portadora de componente de enlace descendente de LBT a través de su transmisión. En esta realización ejemplar se propone que la “señal de reserva” incluya elementos de recursos de potencia cero que pueden usarse para mediciones de interferencia más ruido por la estación móvil, y pueden incluir también, por lo tanto, elementos de recursos de potencia distinta de cero que pueden usarse para mediciones de intensidad de señal por la estación móvil.

En otras palabras, a medida que la desalineación evita transmisiones “útiles” como parte de la “señal de reserva” en la portadora de componente de enlace descendente de LBT, la estación base se ve forzada a posponer todas las transmisiones de señal al siguiente límite de trama de radio. Sin embargo, la estación base puede activar la información de CSI mediante una portadora de componente diferente e indicar la subtrama de la “señal de reserva” que comprende los elementos de recursos de potencia cero y distinta de cero para las mediciones de estado de canal.

De acuerdo con una implementación ejemplar adicional, la densidad de la CRS y/o CSI-RS se reduce en el dominio de la frecuencia. Por ejemplo, el mapeo de CRS y/o CSI-RS está adaptado cada segunda CRS y/o CSI-RS configurada (por ejemplo las señales de referencia con número par/impar) se transmiten en forma de CRS de potencia distinta de cero y/o CSI-RS no distinta de cero; mientras que las otras CRS y/o CSI-RS configuradas (por ejemplo las señales de referencia con número par/impar) se transmiten en forma de CRS de potencia de cero y/o CSI-RS de potencia de cero. Este mapeo puede configurarse como parte de un modo de información de CSI, o de manera beneficiosa puede incluirse también en el mensaje de activación de CIS en forma de la DCI.

Como otro ejemplo, algunas subbandas pueden contener CRS de potencia cero o CSI-RS de potencia cero, mientras que otras subbandas pueden contener CRS de potencia distinta de cero o CSI-RS de potencia distinta de cero, mientras que otra subbandas más pueden contener ninguna CRS o CSI-RS. Esto sirve para mantener la tara de recursos y potencia debido a las transmisiones de RS bajas, aumentando la eficacia para transmisión de datos, y/o aumentando la potencia de transmisión disponible para otros recursos en la subtrama.

De acuerdo con una implementación ejemplar adicional, la configuración de señal de referencia de CSI incluye una configuración de CSI-RS de potencia cero para la que la estación móvil supone potencia de transmisión cero que indica al menos un elemento de recurso, RE, en la subtrama  $n_{RS}$  que corresponde a un elemento de recurso prescrito para la transmisión de señal de referencia específica, CRS.

Esta implementación ejemplar se analiza en más detalle en relación con los siguientes ejemplos de mapeo ventajoso de CRS y CSI-RS, como se ilustra en las Figuras 11 - 19.

Para este fin, no se hace distinción adicional entre señales de referencia de potencia cero y potencia distinta de cero puesto que la configuración y mapeo es igualmente aplicable a ambas; de manera análoga no se realiza distinción adicional entre la CRS y CSI-RS para el fin de estimar el estado de canal de acuerdo con las realizaciones e implementaciones. En consecuencia, únicamente se utiliza la expresión “señal de referencia” (RS) en el siguiente análisis y figuras correspondientes.

De acuerdo con la Figura 7, el estado de la técnica soporta recursos de tiempo/frecuencia para recursos predominantemente de RS  $l'=2$  en un segundo intervalo de una subtrama, así como en los elementos de recursos  $(k', l') = \{(2,5), (2,6), (3,5), (3,6), (8,5), (8,6), (9,5), (9,6)\}$  de cada intervalo de una subtrama. PO/P1/P2/P3 indican un elemento de recursos para la transmisión de CRS que corresponde a los puertos 0/1/2/3, respectivamente, mientras que D7-8 y D9-10 indican elementos de recursos para la transmisión de RS específica de UE (o DM-RS) que corresponde a los puertos 7-8 y 9-10, respectivamente. Donde sea aplicable, la DM-RS para los puertos 11-12 se mapea a los mismos recursos que para los puertos 7-8, y la DM-RS para los puertos 13-14 se mapea a los mismos recursos para los puertos 9-10.

De acuerdo con una implementación como se ejemplifica en la Figura 11, la RS para medir la CSI se mapea en uno o más elementos de recursos que son candidatos para el puerto de 0/1/2/3 que corresponde a  $l'=0,1$  en el primer intervalo de una subtrama. Esto es particularmente razonable si no hay transmisión de datos en la misma subtrama, ya que posibilita el tiempo de transmisión posible más anterior de la RS, y por lo tanto está disponible una elevada cantidad de tiempo para procesamiento entre la recepción de la señal y el correspondiente informe de CSI requerido, posibilitando de esta manera una implementación relativamente sencilla de los procedimientos de medición e información.

Es también razonable si se hace una transmisión de PDSCH en la misma subtrama por un esquema de transmisión que no se basa en CRS para demodulación de datos, tal como en el “esquema de transmisión de hasta 8 capas” soportado por los modos de transmisión 9 y 10. Es adicionalmente beneficioso para casos en que la RS sirve no únicamente para obtener la CSI, sino también para ocupar una portadora compartida (tal como una portadora sin licencia) bloquear otros nodos que acceden al canal; en este caso, la RS serviría como una clase de “señal de reserva”, y es particularmente pertinente en el comienzo de un acceso a ráfagas a la portadora sin licencia.

De manera similar a la notación hallada en Sesia S, Toufik, I. Baker, M. “LTE The UMTS Long Term Evolution - From Theory to Practice”, segunda edición, 2011, John Wiley & Sons, Ltd., capítulo 29.4, en la Figura 29.4, el carácter en

mayúsculas A/B/C indica una configuración de RS dada, mientras que los caracteres en minúsculas x/y/z/u indican correspondientes puertos de antena.

5 En consecuencia, la Figura 11 muestra posibles configuraciones para 8 puertos de RS. En el caso de configuraciones para 4 puertos de RS, las correspondientes etiquetas Az/Au/Bz/Bu/Cz/Cu se sustituirían por Dx/Dy/Ex/Ey/Fx/Fy, respectivamente, para permitir más configuraciones de RS diferentes. Análogamente, para configuraciones de 2 puertos de RS, las etiquetas adicionalmente correspondientes Ay/By/Cy/Dy/Ey/Fy se sustituirían por Gx/Hx/Ix/Jx/Kx/Lx.

10 En otra implementación, pueden soportarse configuraciones de RS alternativas o adicionales mapeando la RS en el segundo intervalo de una subtrama. Un ejemplo correspondiente para configuraciones de RS adicionales para el caso de 2 puertos de RS se muestra en la Figura 12, donde se soporta un total de 24 configuraciones de RS diferentes.

15 Se muestran de manera ejemplar variantes adicionales para diferentes mapeos para los casos de 2, 4, 8 puertos de RS en las Figuras 13 - 17. Las figuras muestran el caso de que un único elemento de recurso lleve una única RS de puerto de antena, es decir no es necesario multiplexación de CDM adicional para soportar diferentes puertos en los mismos elementos de recursos. Para este fin, cada RS se representa por una letra en mayúsculas (A/B/C/E) seguida por un único número, donde letras idénticas corresponden a la misma configuración de RS y el número indica el puerto de RS correspondiente.

20 Se muestran alternativas en las disposiciones mostradas, por ejemplo para mapear puertos iguales de diferentes configuraciones a elementos de recursos adyacentes en tiempo, o para mapear diferentes puertos de la misma configuración de RS a elementos de recursos adyacentes en tiempo.

25 Lo primero tiene la ventaja técnica de que puede obtenerse un mejor efecto de promedio cuando se combinan diferentes puertos de RS para obtener una estimación de estado de canal, mientras que lo último puede gastar más potencia de transmisión a cada puerto de RS en caso de, por ejemplo, que únicamente una configuración esté activa por subtrama y RB; como puede observarse por ejemplo para el caso de 2 puertos de RS y configuración A, en el símbolo  $l'=0$  del primer intervalo de la potencia de transmisión completa puede gastarse en el símbolo A1 en el caso de la Figura 14 mientras que de acuerdo con la Figura 13 la potencia de transmisión necesita dividirse entre A1 y A2.

30 La Figura 18 muestra otra implementación alternativa, donde no se transmiten únicamente mediciones de RS para CSI al comienzo y final de una subtrama, sino adicionalmente se transmiten DM-RS al comienzo del primer intervalo de una subtrama. Transmitir DM-RS al comienzo de una subtrama puede proporcionar el beneficio de que estas señales no únicamente sirven para proporcionar medios para estimar el canal para demodulación de datos, sino también como señales de reserva para mantener otros nodos de determinación del canal como vacantes al comienzo de una subtrama. Por lo tanto este procedimiento de transmisión de DM-RS puede ser ventajoso incluso en la subtrama donde no se transmite RS para estimación de CSI (tal como CSI-RS o CRS).

35 En una implementación, las configuraciones mostradas ejemplarmente en las Figuras 11 - 18 se entiende que han de ser aplicables para cada bloque de recursos en el ancho de banda de sistema de una portadora de componente de enlace descendente. En otra implementación, las configuraciones son aplicables únicamente a un subconjunto de bloques de recursos en el ancho de banda de sistema de una portadora de componente de enlace descendente.

40 Esto es particularmente aplicable para reducir la tara global incurrida por transmisiones de RS en una subtrama. Al mismo tiempo, cuando se amplía este principio para permitir una primera configuración de RS en un primer conjunto de bloques de recursos y una segunda configuración de RS en un segundo conjunto de bloques de recursos, puede usarse para soportar de manera eficaz más configuraciones simultáneas en una subtrama.

45 Por ejemplo, la Figura 19 muestra ejemplarmente dos bloques de recursos de la misma subtrama que soporta 8 puertos de RS basándose en la Figura 18. Sin embargo, de esta manera un primer UE puede configurarse con configuración de RS A en el conjunto de bloque de recursos 1, mientras que un segundo UE puede configurarse con configuración de RS B en el conjunto de bloque de recursos 2.

Incluso aunque las configuraciones A y B puedan ser idénticas con respecto a la localización de elemento de recursos en el bloque de recursos para la transmisión de RS, pueden usarse para diferentes UE debido a la diferente configuración detallada para los UE en los que el bloque o bloques de recursos deberían esperar la RS.



## REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para informar de información de estado de canal, CSI, desde una estación móvil a una estación base en un sistema de comunicación móvil en el que una pluralidad de portadora(s) de componente de enlace descendente y al menos una de enlace ascendente está(n) configurada(s) para comunicación entre la estación base y la estación móvil, comprendiendo el procedimiento las siguientes etapas realizadas por la estación móvil:
- 5 recibir (S01) desde la estación base un mensaje de activación que activa la información de información de estado de canal para al menos una de la pluralidad de portadoras de componente de enlace descendente, recibándose el mensaje de activación en una subtrama  $n_{Trigger}$ , e
- 10 informar (S02, S03) a la estación base la información de estado de canal activada para la al menos una de la pluralidad de portadoras de componente de enlace descendente basándose en señales de referencia, RS, presentes en la al menos una de la pluralidad de portadoras de componente de enlace descendente, en una subtrama  $n_{Report}$  más tarde que  $n_{Trigger}$ ,
- 15 en el que el mensaje de activación recibido indica que las señales de referencia, RS, basándose en las cuales se ha de informar de la información de estado de canal, están presentes en una subtrama  $n_{RS}$  en la al menos una de la pluralidad de portadoras de componente de enlace descendente, donde  $n_{Trigger} \leq n_{RS} < n_{Report}$ , y en el que la información de estado de canal activada se informa aperiódicamente por la estación móvil.
2. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el mensaje de activación se recibe en forma de un formato de información de control de enlace descendente, DCI, llevando preferentemente una asignación de recursos de enlace ascendente.
- 20 3. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que la información de estado de canal activada está definiendo un informe de información de estado de canal aperiódica, CSI, y, preferentemente, el informe de información de estado de canal aperiódica se informa en el canal compartido de enlace ascendente físico, PUSCH, en la al menos una portadora de componente de enlace ascendente.
- 25 4. El procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 - 3, en el que el mensaje de activación se recibe en la subtrama  $n_{Trigger}$  en otra de la pluralidad de portadoras de componente de enlace descendente que es diferente de la al menos una de la pluralidad de portadoras de componente de enlace descendente para las que se activa la información, y, preferentemente,
- 30 la al menos una de la pluralidad de portadoras de componente de enlace descendente es una portadora de componente sin licencia y la otra de la pluralidad de portadoras de componente de enlace descendente es una portadora de componente con licencia.
5. El procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 - 4, en el que el mensaje de activación recibido indica que las señales de referencia, basándose en las cuales se ha de informar de la información de estado de canal, están presentes en un conjunto de subbandas, S, que abarca el ancho de banda de sistema de enlace descendente de la al menos una de la pluralidad de portadoras de componente de enlace descendente.
- 35 6. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 5, en el que la etapa de información de la información de estado de canal activada incluye adicionalmente:
- 40 evaluar señales de referencia de bloques de recursos físicos contiguos o distribuidos en el conjunto de subbandas, S, en la al menos una de la pluralidad de portadoras de componente de enlace descendente, informar de la información de estado de canal activada en una portadora de componente de enlace ascendente basándose en las señales de referencia evaluadas para la al menos una de la pluralidad de portadoras de componente de enlace descendente.
7. El procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 - 6, en el que la información de estado de canal activada se informa en forma de uno o dos valor(es) de indicador de calidad de canal, CQI, para un conjunto de subbandas, S, que abarca el ancho de banda de sistema de enlace descendente de la al menos una de la pluralidad de portadoras de componente de enlace descendente.
- 45 8. El procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 - 7, en el que la información de estado de canal activada se informa en forma de:
- 50 - un único valor de indicador de calidad de canal, CQI, que corresponde a una palabra de código, si la estación móvil no está configurada para informar una realimentación de indicador de rango, RI, o si el RI que se va a informar es = 1, y
- dos valores de indicador de calidad de canal, que corresponden a diferentes palabras de código, si el RI que se va a informar es > 1.
9. El procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 - 8, en el que la información de estado de canal activada se informa en forma de:
- 55 un valor de indicador de calidad de canal, CQI, de banda ancha por palabra de código que se calcula recibiendo

- transmisión de enlace descendente usando una única matriz de precodificación en todas las subbandas y que las señales de referencia están presentes en un conjunto de subbandas, S; y un indicador de matriz de precodificación seleccionado, PMI, o un primer y segundo indicadores de matriz de precodificación que corresponden a la matriz de precodificación única seleccionada;
- 5 en el que la matriz de precodificación única se selecciona a partir del subconjunto de libro de códigos que recibe la transmisión de enlace descendente en el conjunto de subbandas, S; y en el que los valores del indicador de matriz de precodificación, PMI, a informar y del indicador de calidad de canal, CQI, a informar se calculan condicionados a un indicador de rango informado, RI, o se calculan condicionados a que  $RI = 1$ .
- 10 10. El procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 - 9, en el que, en caso de que un canal compartido de enlace descendente físico, PDSCH, utilice la misma subtrama  $n_{RS}$  en la que las señales de referencia están presentes, la estación móvil recibe una transmisión de PDSCH perforada.
11. El procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 - 10, en el que las señales de referencia, indicadas por el mensaje de activación recibido, son al menos una de:
- 15 señales de referencia específicas de célula, CRS, y señales de referencia de información de estado de canal, CSI-RS.
12. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 11, en el que la estación móvil está configurada con al menos una señal de referencia de información de estado de canal, CSI, que incluye al menos una de:
- 20 una configuración de CSI-RS de potencia distinta de cero para la que la estación móvil recibe potencia de transmisión distinta de cero en una subtrama  $n_{NZP-CSI-RS} = n_{RS}$   
una configuración de CSI-RS de potencia cero para la que la estación móvil recibe potencia de transmisión cero en una subtrama  $n_{ZP-CSI-RS} \neq n_{RS}$ , y, preferentemente, en el que la subtrama  $n_{ZP-CSI-RS}$  es anterior a la subtrama  $n_{NZP-CSI-RS}$ , donde  $n_{Trigger} \leq n_{ZP-CSI-RS} < n_{NZP-CSI-RS} < n_{Report}$ .
- 25 13. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 11, en el que la estación móvil está configurada con al menos una señal de referencia de información de estado de canal, CSI, en el que la configuración de señal de referencia de CSI incluye una configuración de CSI-RS de potencia cero para la que la estación móvil recibe potencia de transmisión cero que indica al menos un elemento de recurso, RE, en la subtrama  $n_{RS}$  que corresponde a un elemento de recurso previsto para transmisión de señal de referencia específica de célula, CRS, y/o
- 30 en el que la configuración de señal de referencia de CSI se indica en el mensaje de activación recibido desde la estación base, y preferentemente, el mensaje de activación se recibe en forma de un formato de información de control de enlace descendente, DCI, llevando preferentemente una asignación de recursos de enlace ascendente.
14. Una estación móvil para informar de información de estado de canal, CSI, a una estación base de un sistema de comunicación móvil en el que una pluralidad de portadora(s) de componente de enlace descendente y al menos una de enlace ascendente está(n) configurada(s) para comunicación entre la estación base y la estación móvil, que comprende:
- 35 una unidad de recepción adaptada para recibir (S01) desde la estación base un mensaje de activación que activa la información de información de estado de canal para al menos una de la pluralidad de portadoras de componente de enlace descendente, recibiendo el mensaje de activación en una subtrama  $n_{Trigger}$ , y una unidad de transmisión adaptada para informar (S02, S03) a la estación base la información de estado de canal activada para la al menos una de la pluralidad de portadoras de componente de enlace descendente basándose en señales de referencia, RS, presentes en la al menos una de la pluralidad de portadoras de componente de enlace descendente, en una subtrama  $n_{Report}$  más tarde que  $n_{Trigger}$ ,
- 45 en el que el mensaje de activación recibido indica que las señales de referencia, RS, basándose en las cuales se ha de informar de la información de estado de canal, están presentes en una subtrama  $n_{RS}$  en la al menos una de la pluralidad de portadoras de componente de enlace descendente, donde  $n_{Trigger} \leq n_{RS} < n_{Report}$ , y en el que la información de estado de canal activada se informa aperiódicamente por la estación móvil.
- 50 15. Un medio legible por ordenador que almacena instrucciones que cuando se ejecutan mediante una estación móvil provoca que la estación móvil realice el procedimiento de la reivindicación 1.

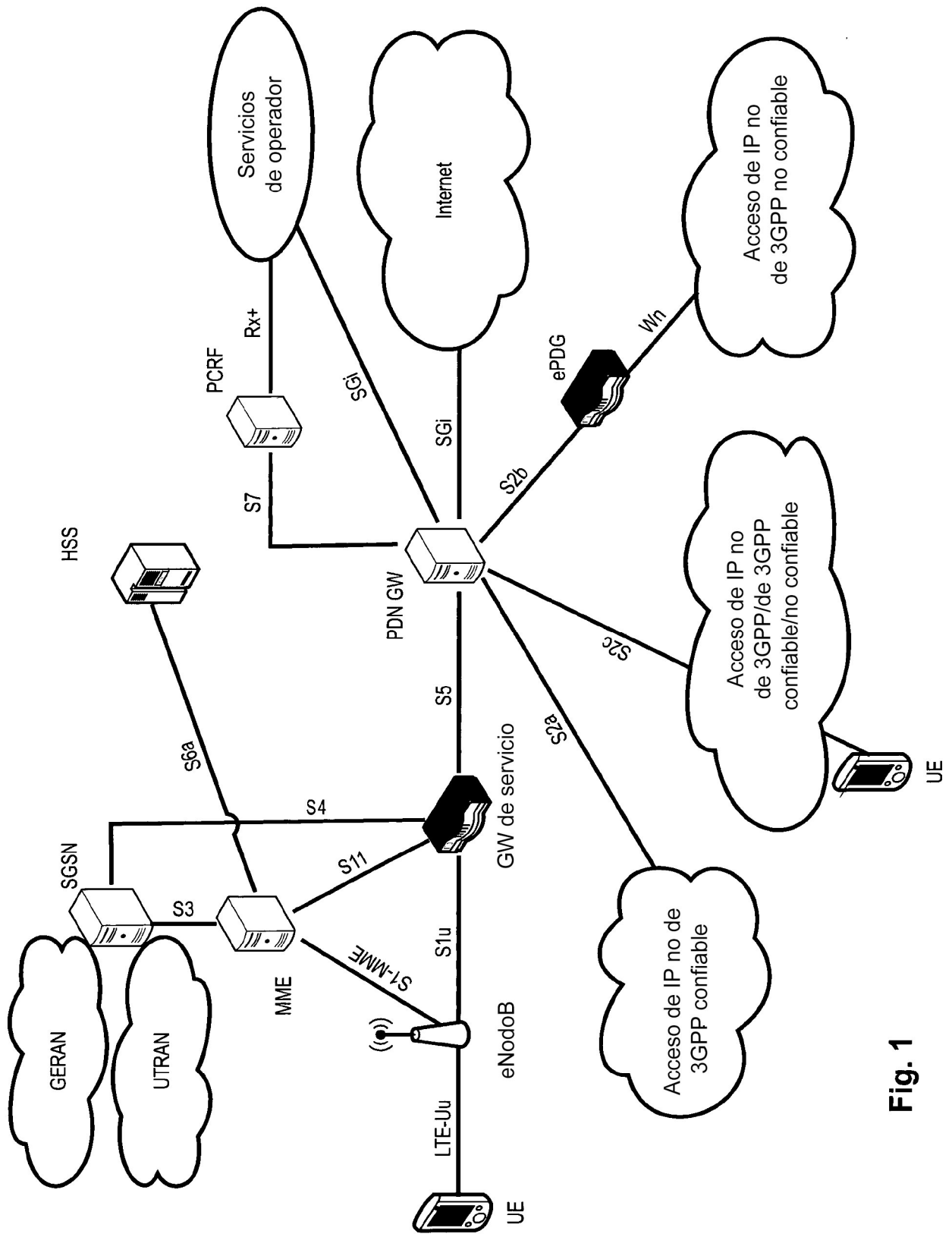
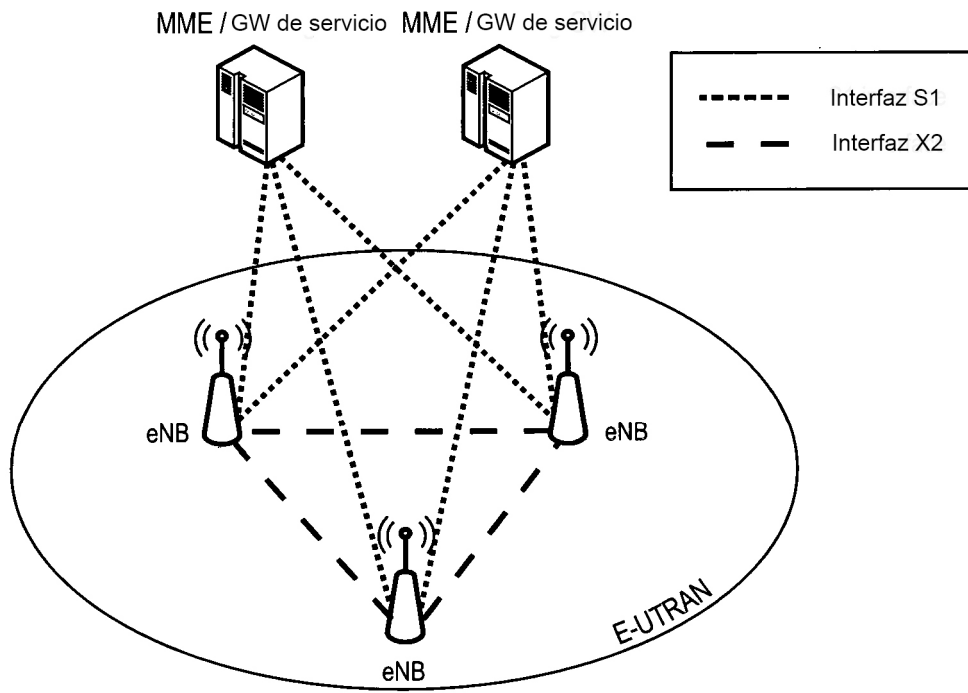


Fig. 1



**Fig. 2**

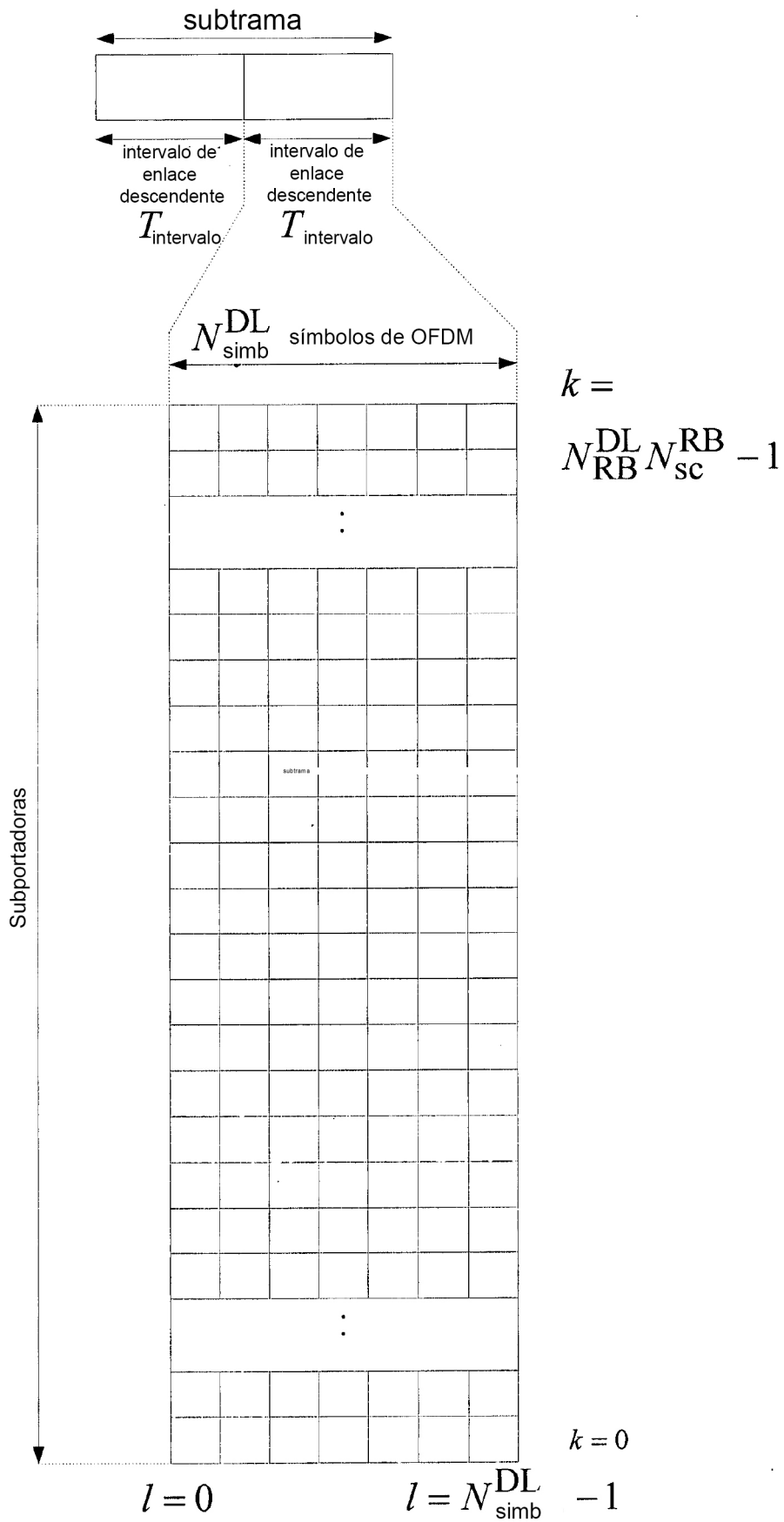


Fig. 3

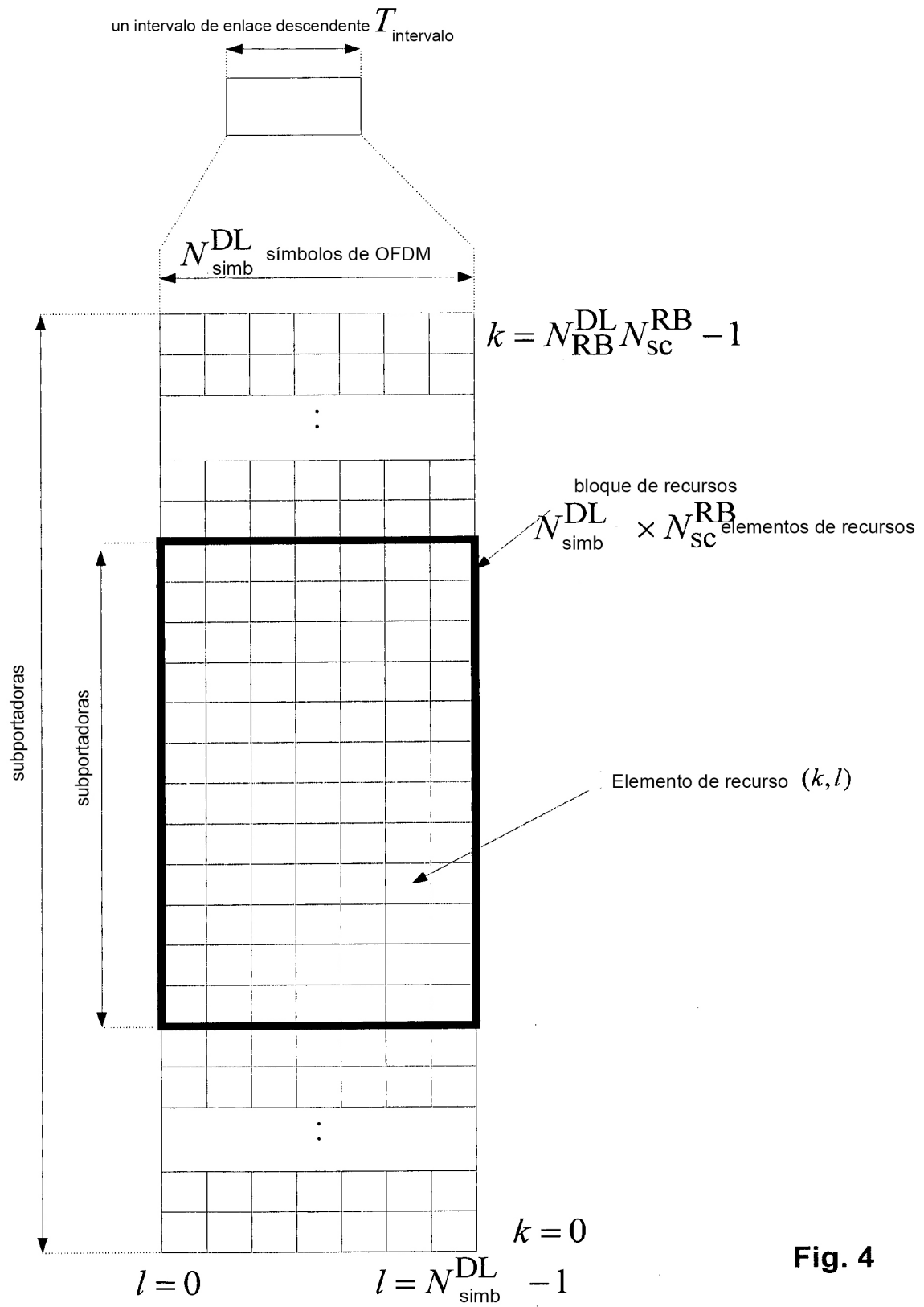


Fig. 4

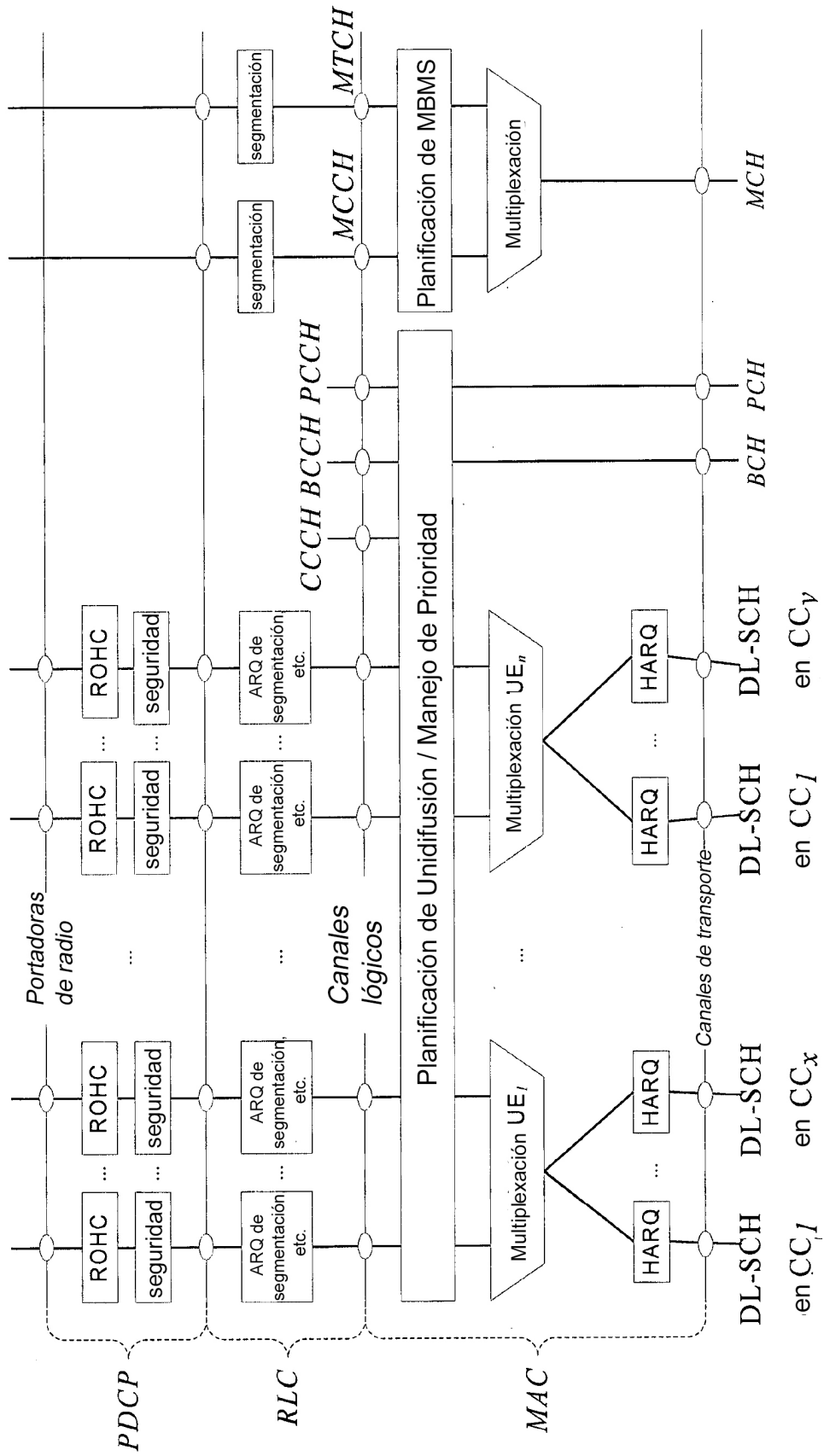


Fig. 5

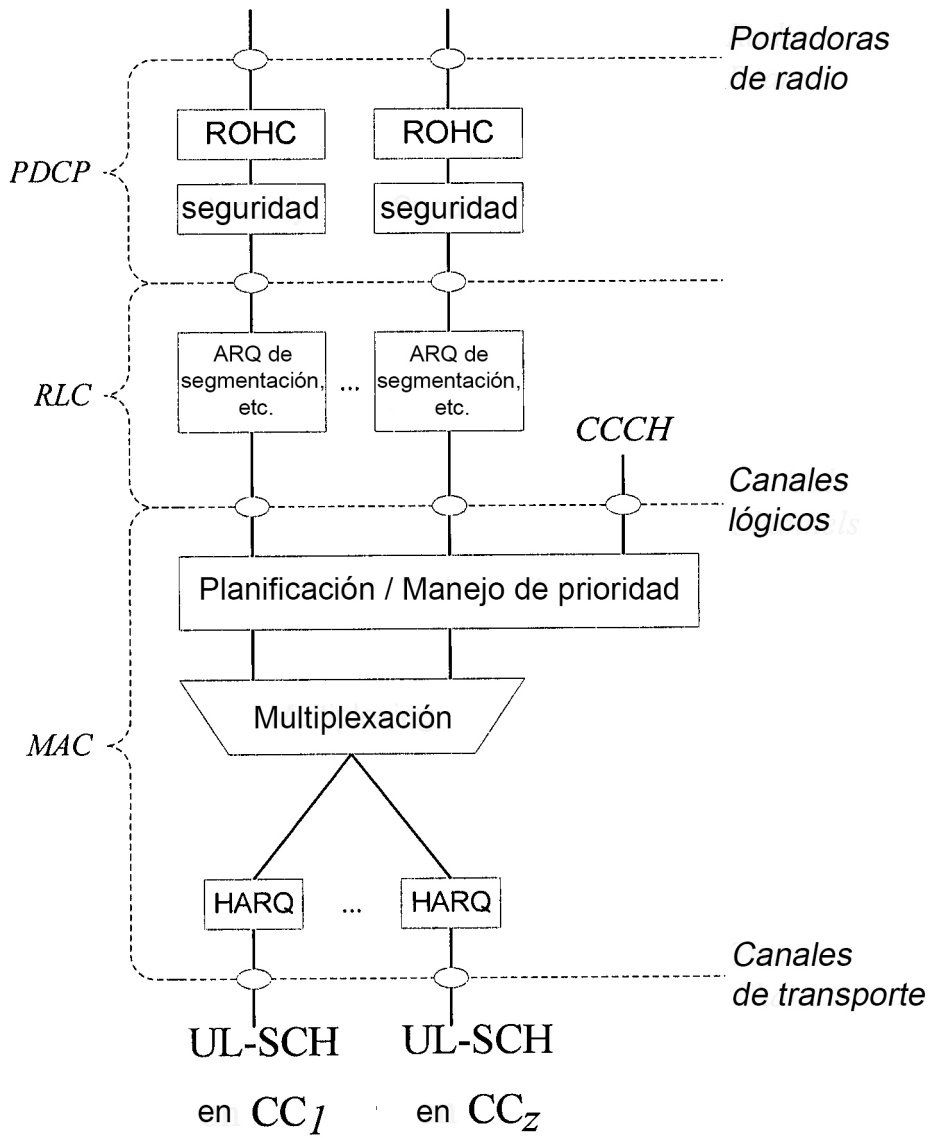
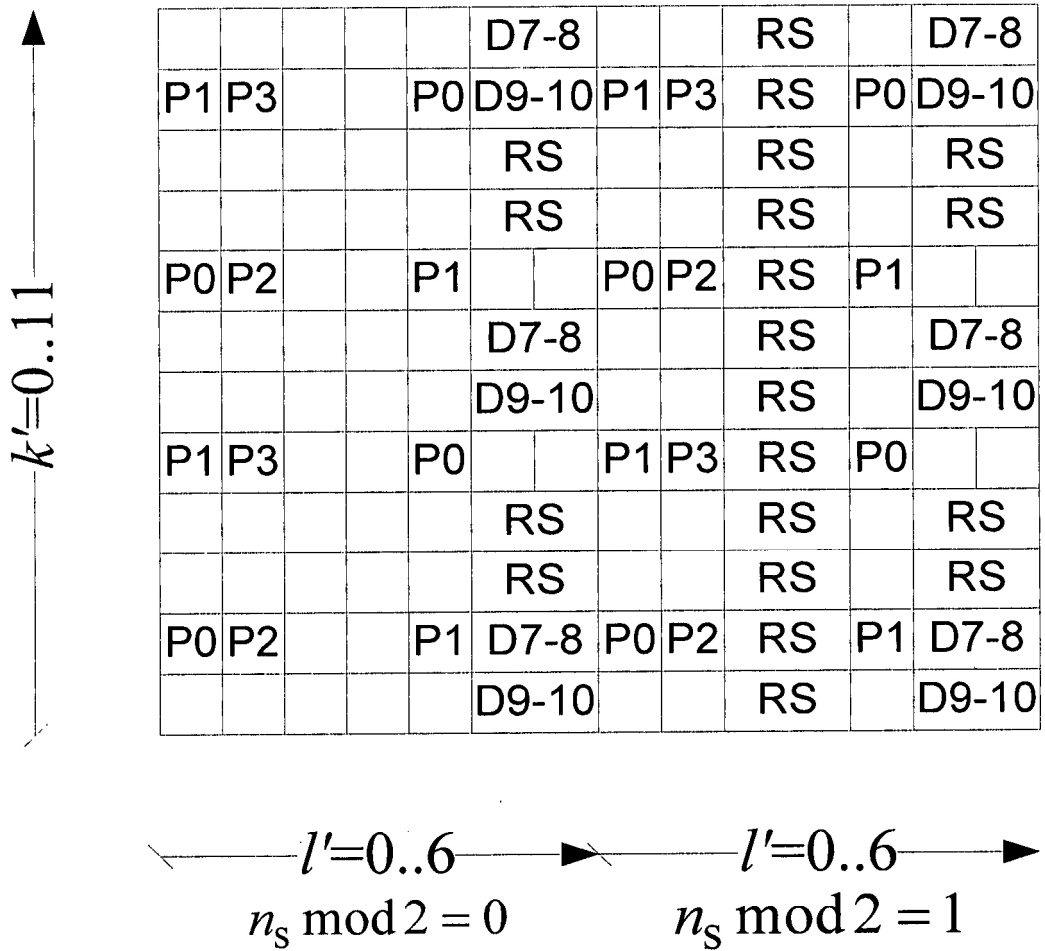


Fig. 6





**Fig. 7**

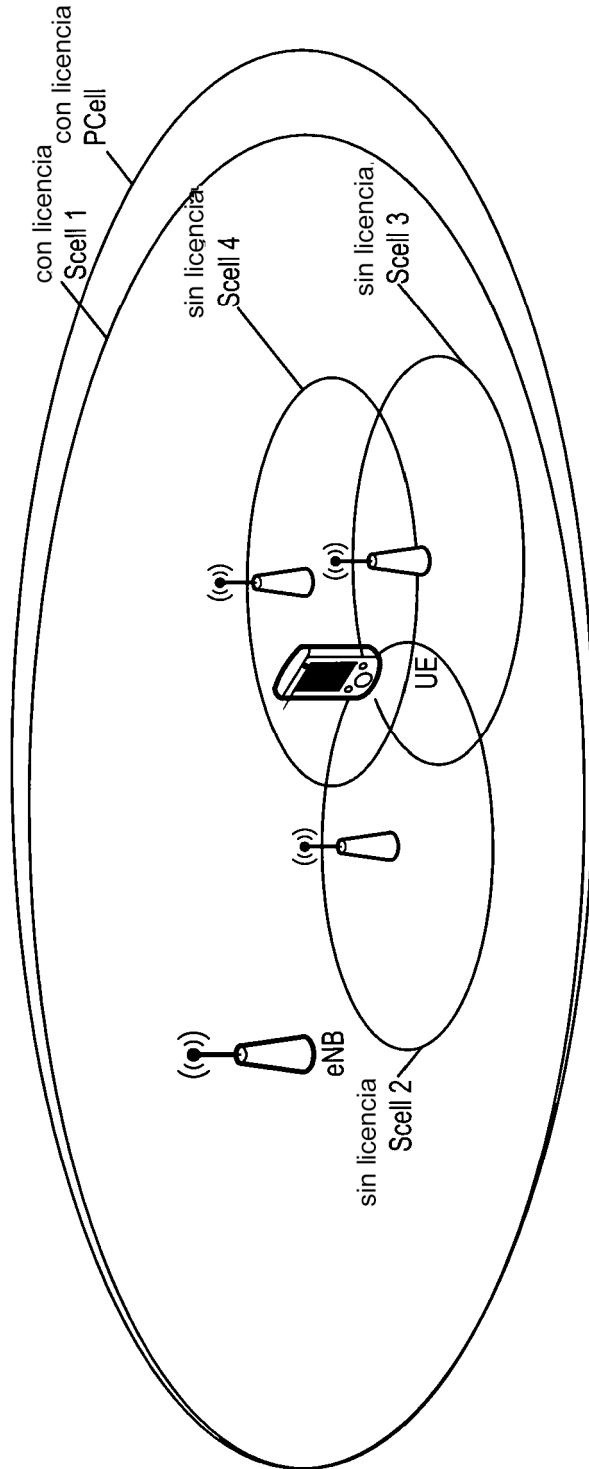
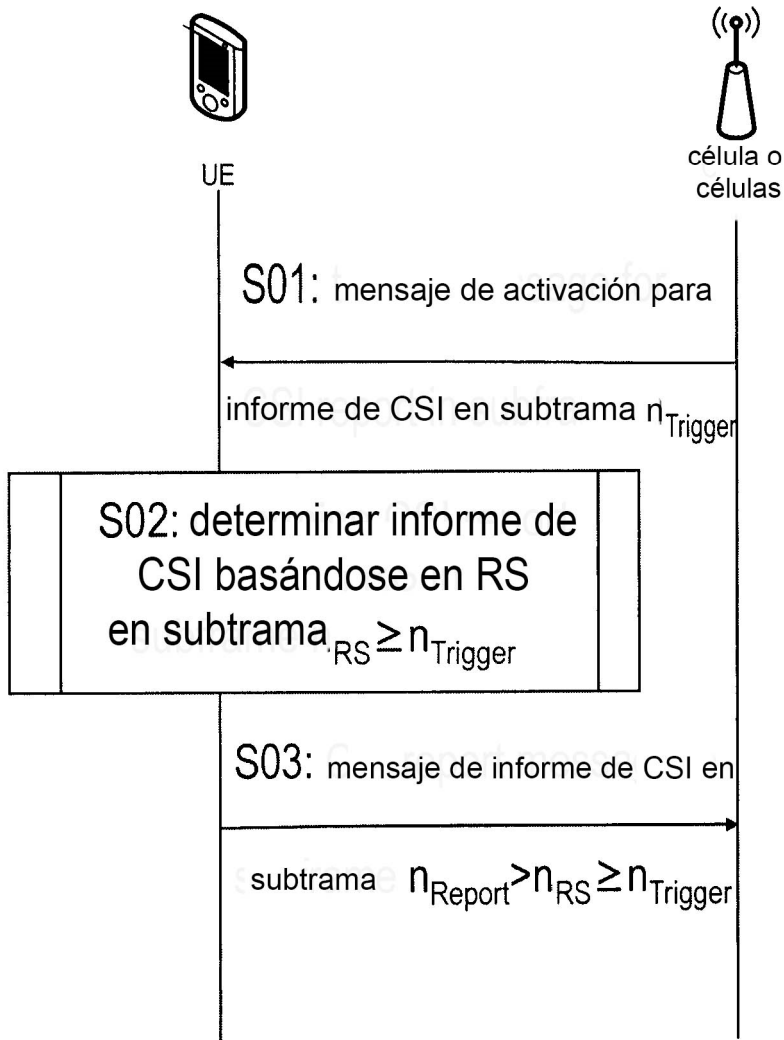


Fig. 8



**Fig. 9**

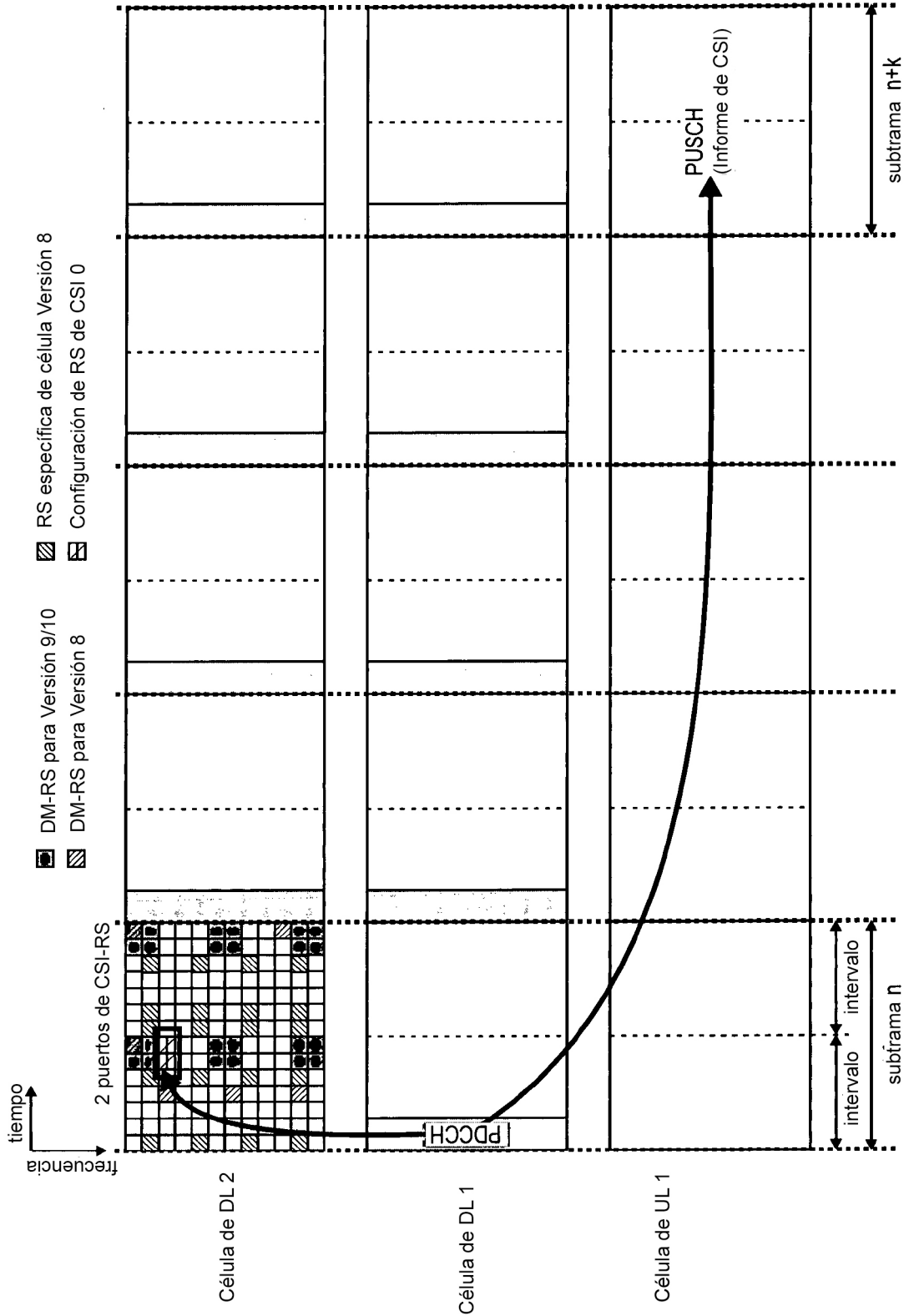


Fig. 10

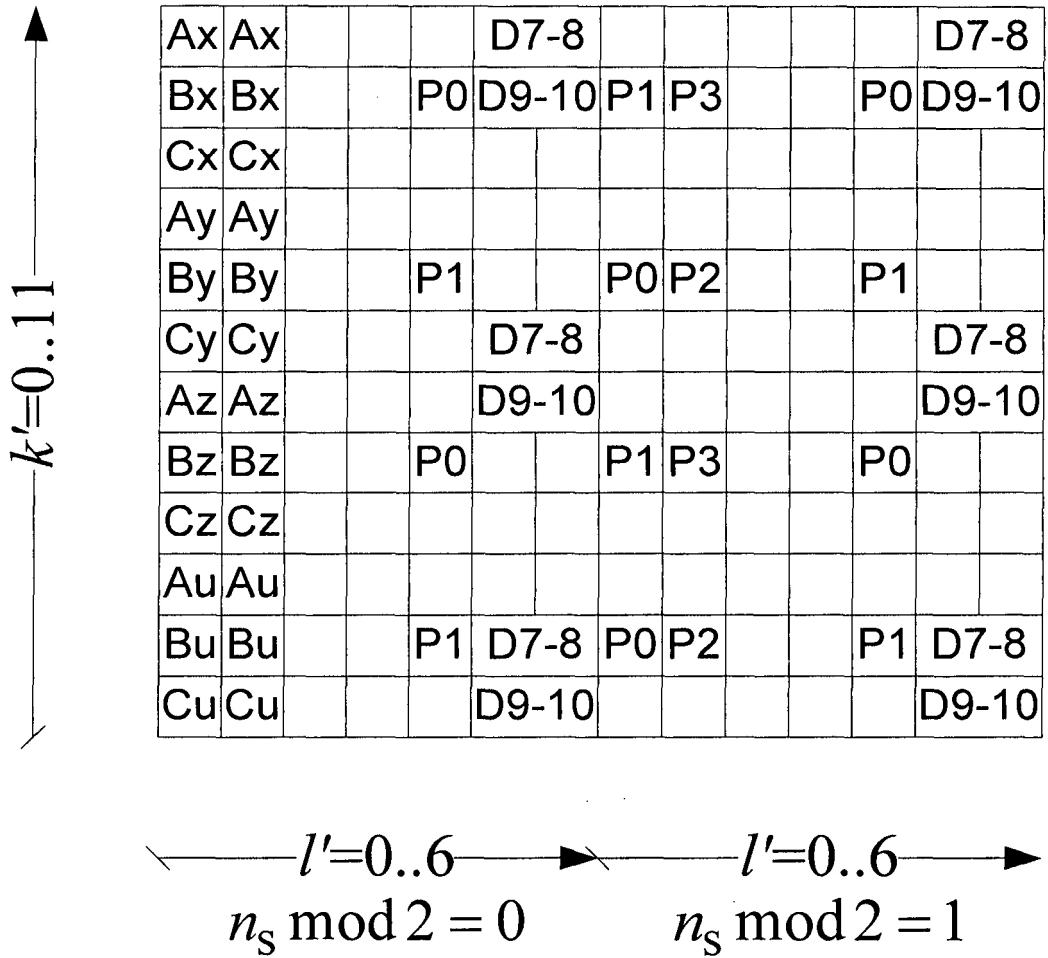


Fig. 11

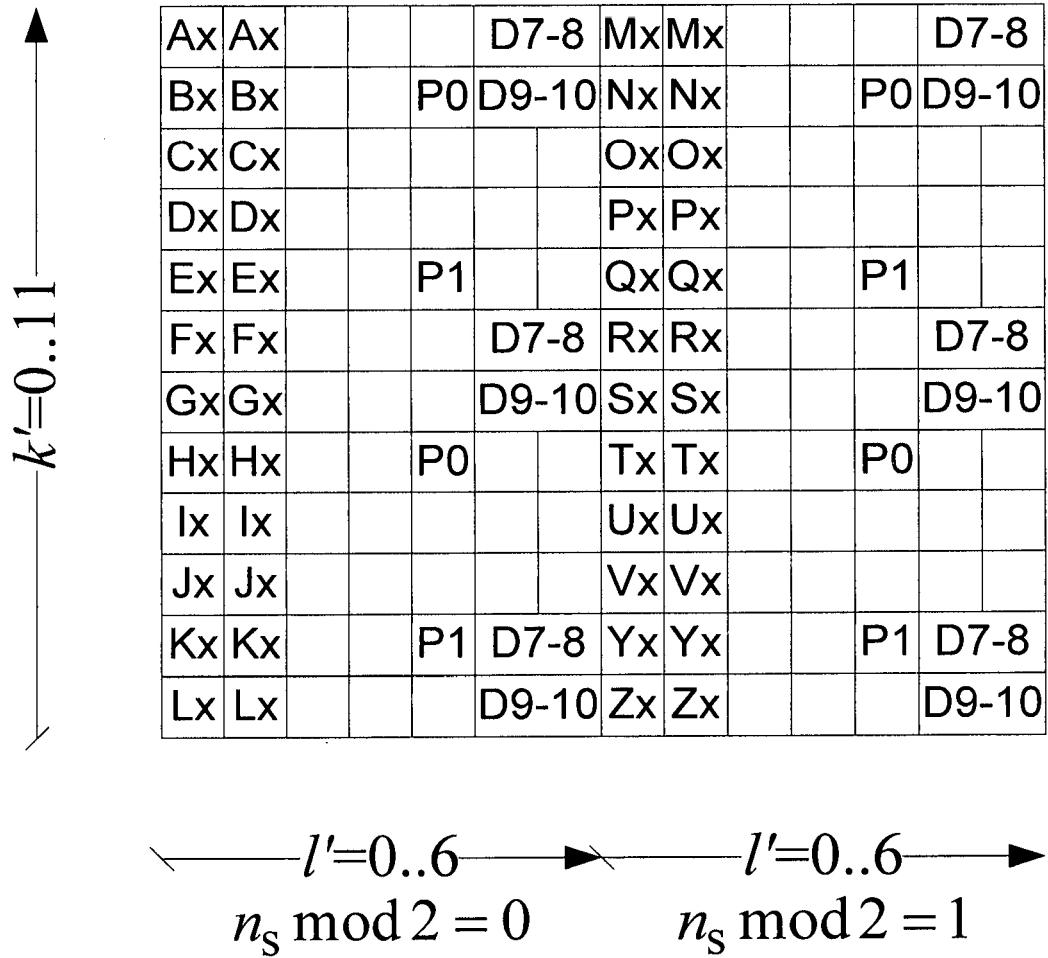


Fig. 12

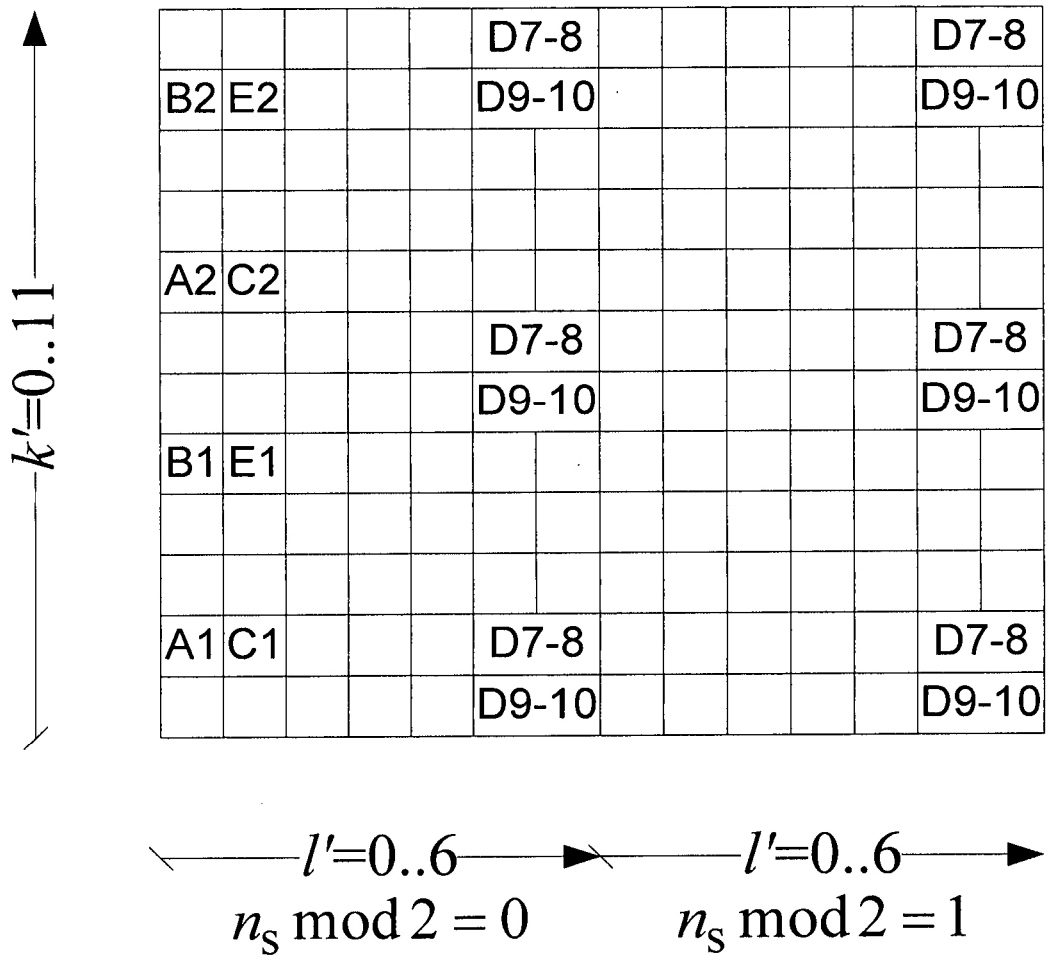


Fig. 13

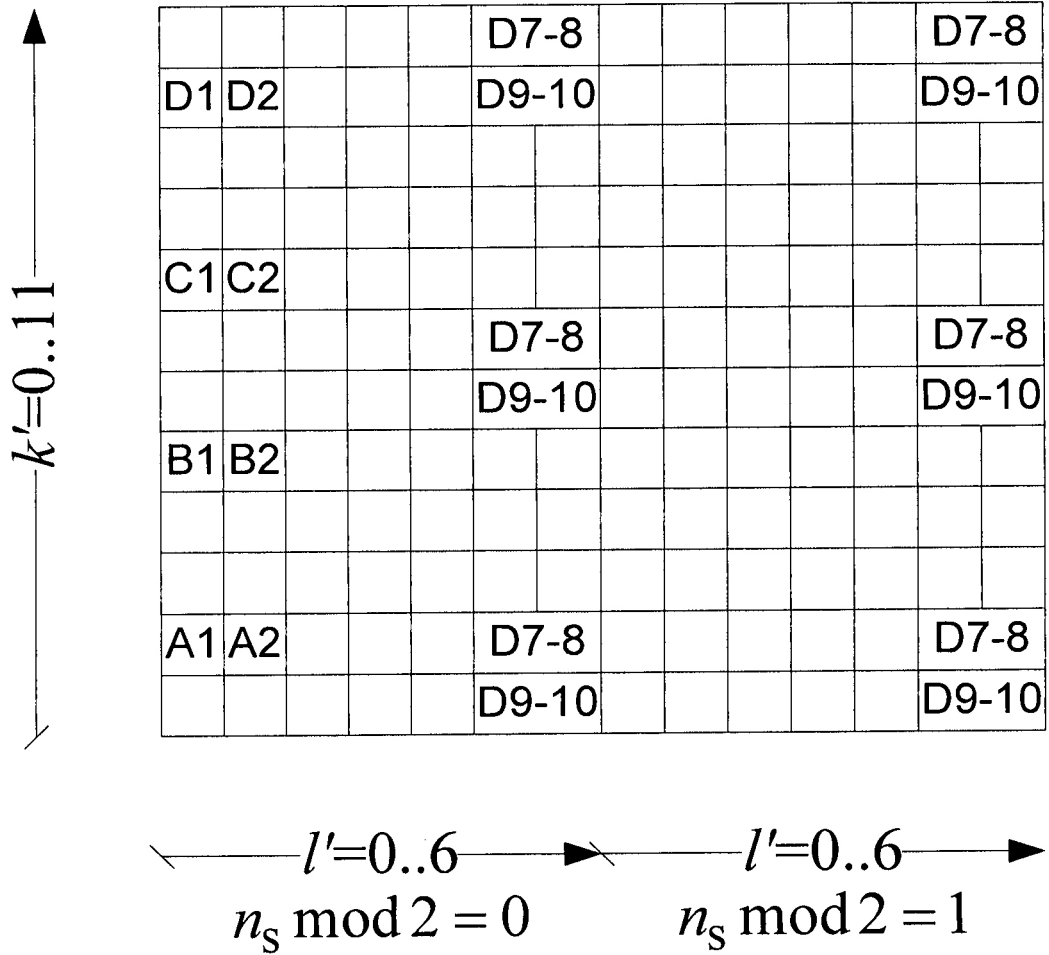


Fig. 14



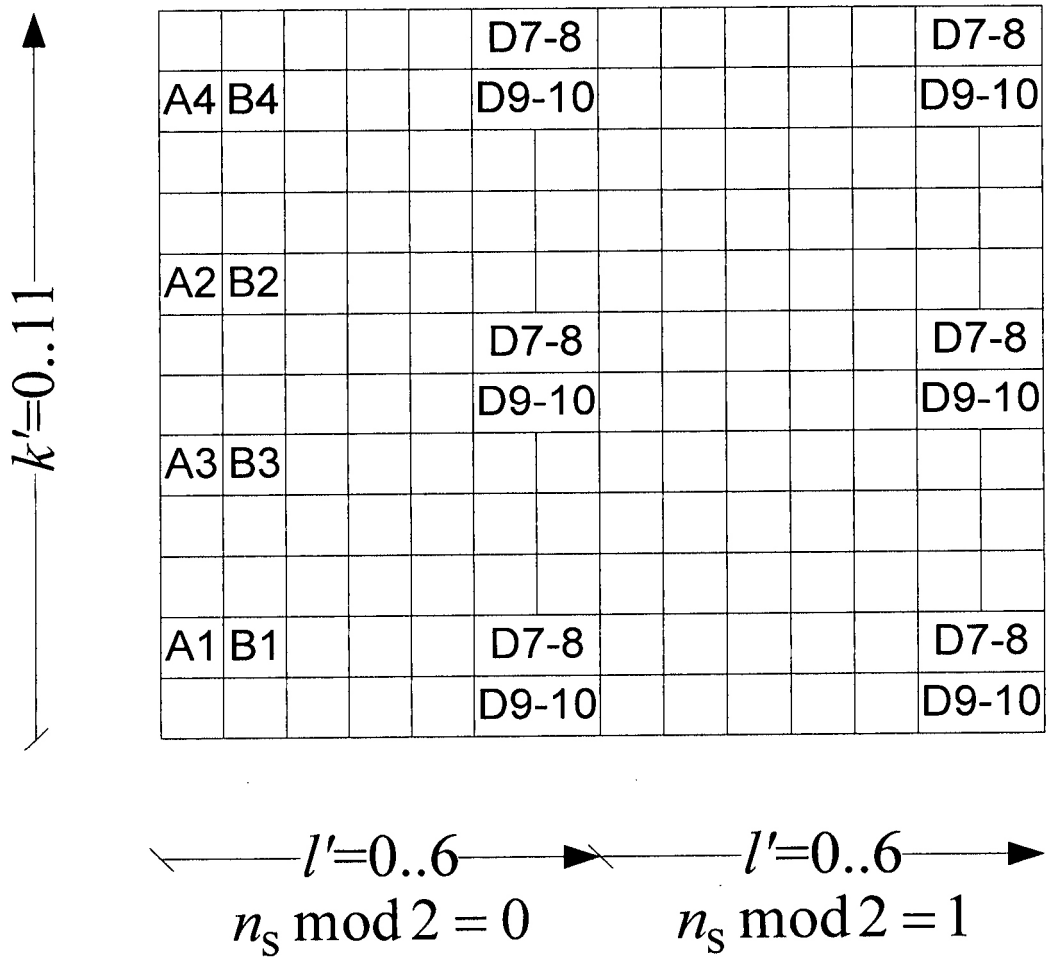


Fig. 15

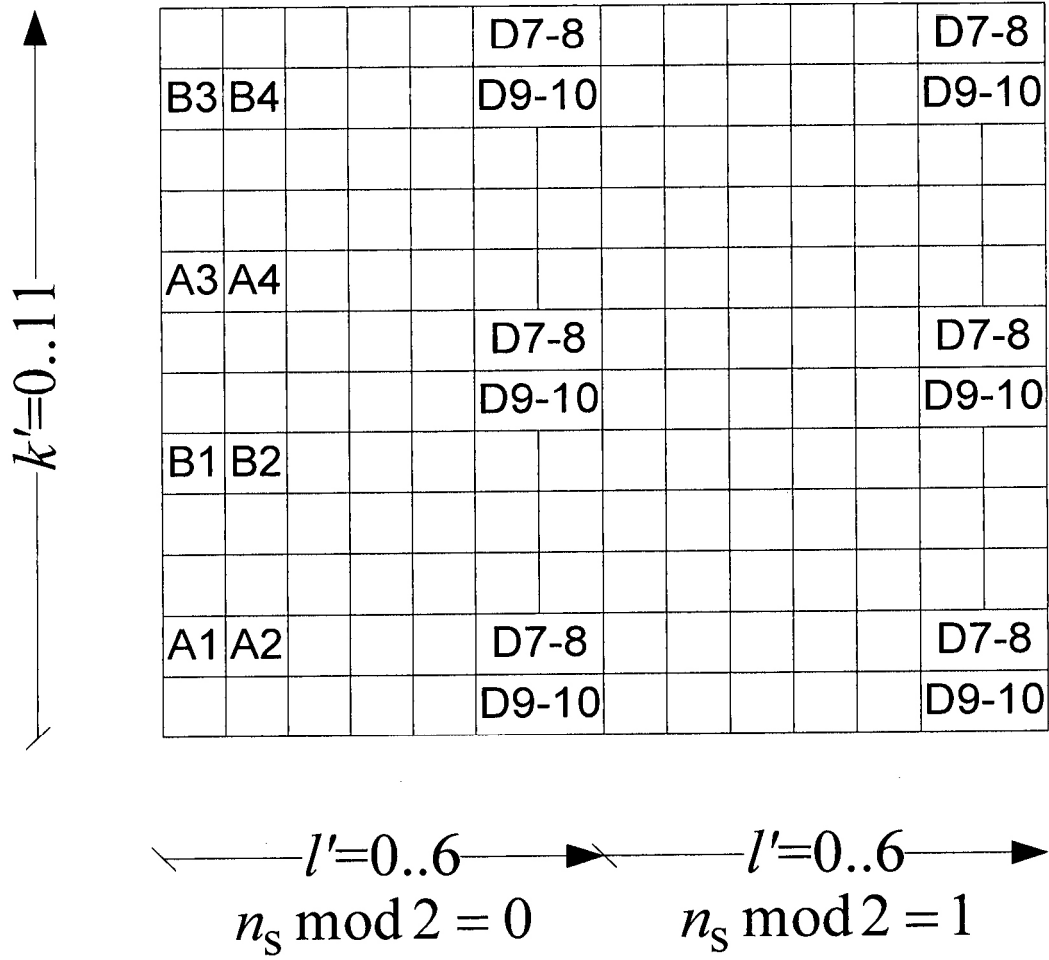


Fig. 16

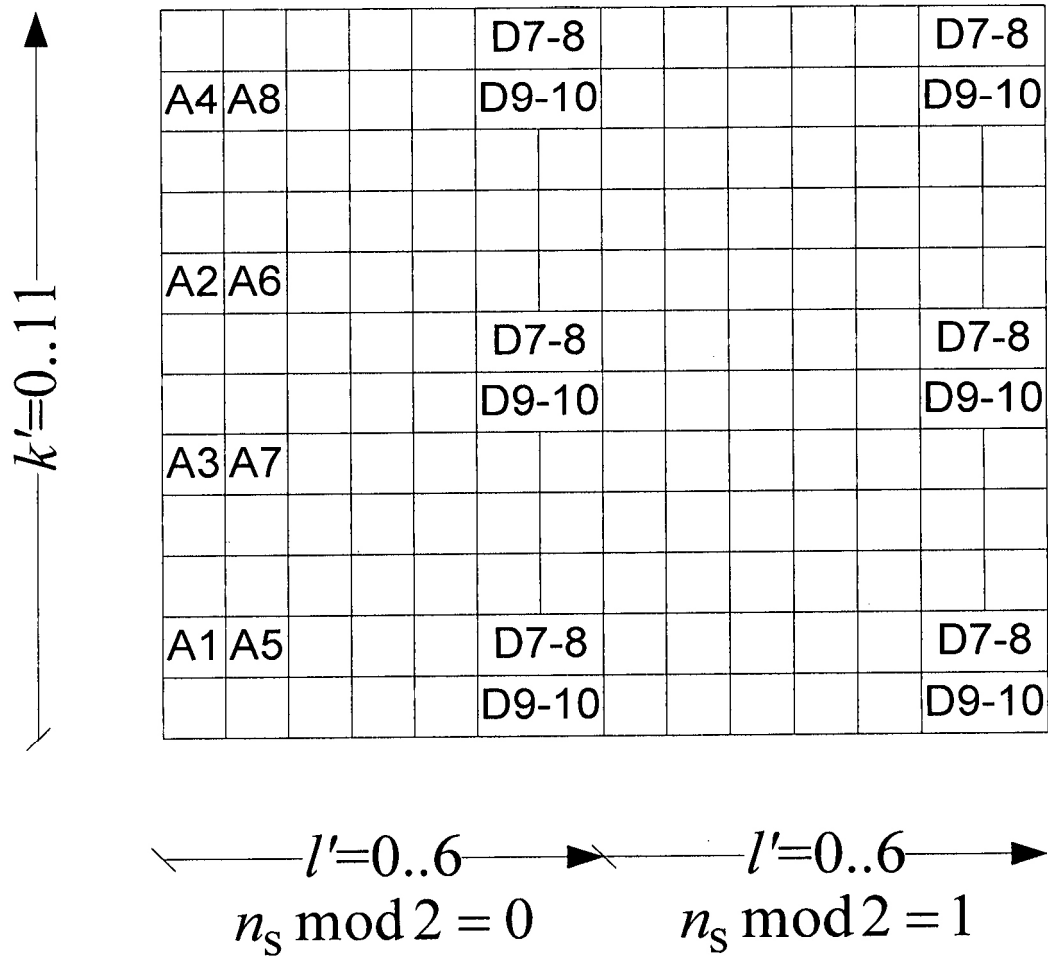


Fig. 17

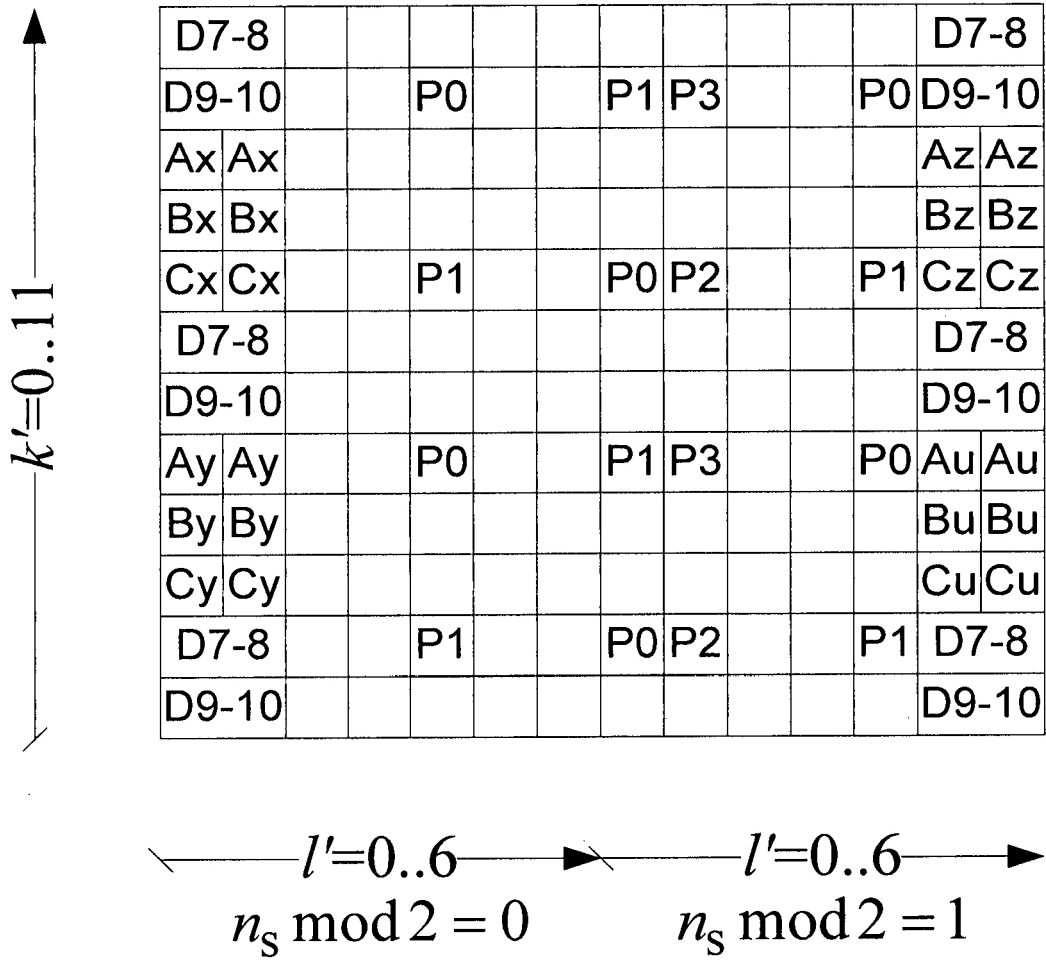


Fig. 18

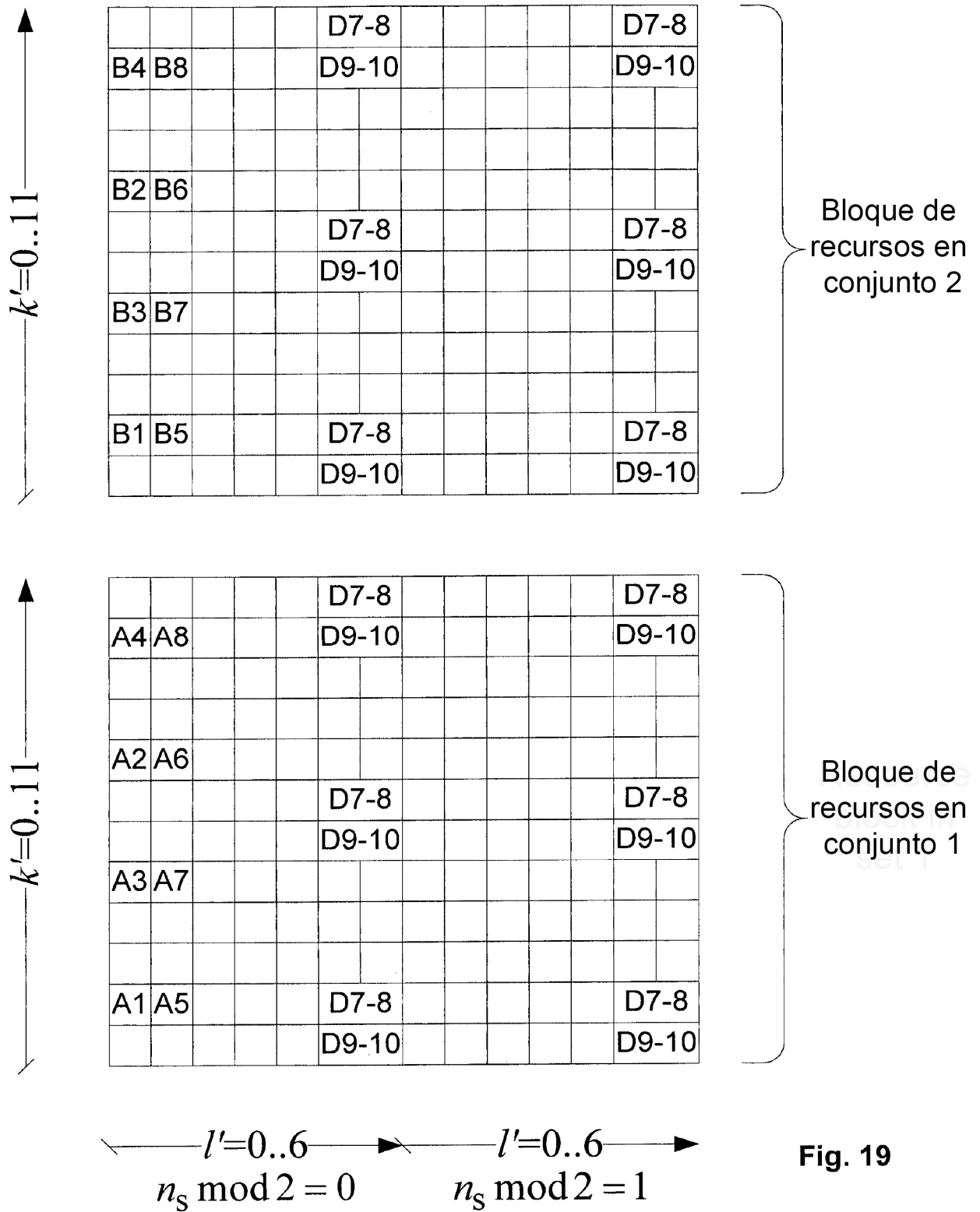


Fig. 19