

## DISEÑOS CSI-RS BASADOS EN CDM8 PARA MIMO

### CAMPO TÉCNICO

Comunicaciones inalámbricas, y en particular para la multiplexación por división de código, CDM, configuraciones de agregación para reducir las pérdidas de rendimiento debido a las variaciones de canal en comunicaciones  
5 inalámbricas.

### ANTECEDENTES

La Evolución a Largo Plazo (LTE, por sus siglas en inglés) usa Multiplexación por División de Frecuencias Ortogonales (OFDM, por sus  
10 siglas en inglés) en el enlace descendente y OFDM por flujo de Transformada Discreta de Fourier (DFT, por sus siglas en inglés) en el enlace ascendente. El recurso físico básico de enlace descendente LTE se puede ver entonces como una rejilla de tiempo-frecuencia como se muestra en la Figura 1, donde cada elemento de recurso se corresponde a una subportadora de OFDM  
15 durante un intervalo de símbolo OFDM. además, como se muestra en la Figura 2, en el dominio del tiempo, las transmisiones LTE de enlace descendente se organizan en tramas de radio de 10 ms, donde cada trama de radio consta de diez sub-tramas de igual tamaño con una longitud de  $T_{\text{subtrama}} = 1 \text{ ms}$ .

Además, la asignación de recursos en LTE se describe típicamente en  
20 términos de bloques de recursos, donde un bloque de recursos corresponde a un intervalo (0.5 ms) en el dominio del tiempo y 12 subportadoras contiguas en el dominio de la frecuencia. Los bloques de recursos están numerados en el dominio de la frecuencia, empezando con 0 desde un extremo del ancho  
25 de banda del sistema. Las transmisiones de enlace descendente están programadas de manera dinámica, es decir, en cada sub-trama el nodo de red transmite información de control acerca de qué datos de los terminales se transmite y sobre cuáles bloques de recursos se transmiten los datos, en la sub-trama de enlace descendente actual. Esta señalización de control se

transmite típicamente en los primeros 1, 2, 3 o 4 símbolos OFDM en cada sub-trama. Un sistema de enlace descendente con 3 símbolos OFDM como control se muestra en la Figura 3, que muestra la sub-trama  $s$  de enlace descendente.

#### 5      *Precodificación basada en libro de códigos*

Las técnicas de múltiples antenas pueden aumentar significativamente las tasas de datos y la confiabilidad de un sistema de comunicación inalámbrico. El rendimiento se mejora particularmente si tanto el transmisor como el receptor están equipados con múltiples antenas, lo que resulta en un canal de comunicación de entrada múltiple y salida múltiple (MIMO, por sus siglas en inglés). Tales sistemas y/o técnicas relacionadas se denominan comúnmente MIMO. El estándar LTE está evolucionando actualmente con soporte MIMO mejorado. Un componente central en LTE es el soporte de despliegues de antenas MIMO y técnicas relacionadas con MIMO.

10      Actualmente, LTE-Advanced admite un modo de multiplexación espacial de 8 capas para 8 puertos de antena Transmisora (Tx) con precodificación dependiente del canal. LTE-Advanced Pro agrega soporte de multiplexación espacial de 8 capas para diseños de puertos 2D (2 dimensiones)/1D (1 dimensión) con puertos de antena Transmisora (Tx) 8/12/16 con precodificación dependiente del canal. En la versión 14 de LTE, se está especificando la compatibilidad con la multiplexación espacial de 8 capas para diseños de puertos 2D/1D con puertos de antena Transmisora (Tx) 20/24/28/32. El modo de multiplexación espacial está dirigido a altas velocidades de datos en condiciones de canal favorables. Se proporciona una

15      ilustración de la operación de multiplexación espacial en la Figura 4, que muestra una estructura de transmisión del modo de multiplexación espacial precodificada en LTE.

Como se muestra en la Figura 4, el vector del símbolo que porta la información,  $\mathbf{s}$ , se multiplica por una matriz de precodificador  $N_T \times r$ ,  $\mathbf{W}$ , que

30      sirve para distribuir la energía de transmisión en un subespacio del espacio vectorial dimensional  $N_T$  (que corresponde a  $N_T$  puertos de antena). La matriz

de precodificador normalmente se selecciona de un libro de códigos de posibles matrices de precodificador, y se indica típicamente mediante un indicador de matriz de precodificador (PMI, por sus siglas en inglés), que especifica una matriz de precodificador única en el libro de códigos para un número dado de flujos de símbolos. Los símbolos  $r$  en  $\mathbf{s}$  corresponden cada uno a una capa y  $r$  se refiere al rango de transmisión. De esta manera, se logra la multiplexación espacial ya que se pueden transmitir múltiples símbolos simultáneamente a través del mismo elemento de recurso de tiempo/frecuencia (TFRE, por sus siglas en inglés). El número de símbolos  $r$  se adapta normalmente a las propiedades del canal actual.

LTE usa OFDM en el enlace descendente (y OFDM precodificado por DFT en el enlace ascendente) y, por lo tanto, el vector  $N_R \times 1$  recibido  $\mathbf{y}_n$  para un determinado TFRE en la subportadora  $n$  (o, alternativamente el número de datos TFRE  $n$ ) entonces se modela mediante

$$\mathbf{y}_n = \mathbf{H}_n \mathbf{W} \mathbf{s}_n + \mathbf{e}_n \quad \text{Ecuación 1}$$

donde  $\mathbf{e}_n$  es un vector de ruido/interferencia. El precodificador  $\mathbf{W}$  puede ser un precodificador de banda ancha, que es constante sobre frecuencia, o selectivo en cuanto a la frecuencia.

La matriz de precodificador a menudo se elige para que coincida con las características de la matriz del canal  $N_R \times N_T$  MIMO,  $\mathbf{H}_n$ , lo que da como resultado la llamada precodificación dependiente del canal. Esto también se conoce comúnmente como precodificación de bucle cerrado y esencialmente se esfuerza por enfocar la energía de transmisión en un subespacio que es fuerte en el sentido de transportar gran parte de la energía transmitida al UE. Además, la matriz del precodificador también puede seleccionarse para esforzarse por ortogonalizar el canal, lo que significa que después de una ecualización lineal adecuada en el UE, la interferencia entre capas se reduce.

El rango de transmisión, y por lo tanto el número de capas multiplexadas espacialmente, se refleja en el número de columnas del precodificador. Para un rendimiento eficiente, es importante que se

seleccione un rango de transmisión que coincida con las propiedades del canal.

#### *Redes de antenas 2D*

Los desarrollos en el Proyecto de Asociación de Tercera Generación (3GPP, por sus siglas en inglés) ha llevado a la discusión de las redes de antenas bidimensionales en las que cada elemento de antena tiene un control independiente de fase y amplitud, lo que permite la formación de emisiones tanto en la dimensión vertical como en la horizontal. Dichas redes de antenas se pueden describir (en parte) mediante el número de columnas de antena correspondientes a la dimensión horizontal  $N_h$ , el número de filas de antenas correspondientes a la dimensión vertical  $N_v$ , y el número de dimensiones correspondientes a diferentes polarizaciones  $N_p$ . El número total de elementos de antena es entonces  $N = N_h N_v N_p$ . Un ejemplo de una antena donde  $N_h=8$  y  $N_v=4$  se muestra en la Figura 5 abajo. Además, consta de elementos de antena polarizada cruzada, lo que significa que  $N_p=2$ . Denotaremos dicha antena como una red de antenas de 8x4 con elementos de antena polarizada cruzada.

Sin embargo, desde una perspectiva de estandarización, la cantidad real de elementos en la red de antenas no es visible para el dispositivo inalámbrico, sino más bien los puertos de antena, donde cada puerto corresponde a una señal de referencia CSI (información del estado del canal) descrita más abajo. El dispositivo inalámbrico puede medir el canal de cada uno de estos puertos. Por lo tanto, se introduce una disposición de puertos 2D, descrita por el número de puertos de antena en la dimensión horizontal  $M_h$ , el número de filas de antenas correspondientes a la dimensión vertical  $M_v$  y el número de dimensiones correspondientes a diferentes polarizaciones  $M_p$ . El número total de puertos de antena es por lo tanto  $M = M_h M_v M_p$ . El mapeo de estos puertos en los elementos de antena  $N$  es un problema de implementación eNB y por lo tanto no es visible para el dispositivo

inalámbrico. El dispositivo inalámbrico ni siquiera conoce el valor de  $N$ ; solo conoce el valor del número de puertos.  $M$ .

Para el dispositivo inalámbrico de LTE Ver-12 y anteriores, solo se admite una retroalimentación del libro de códigos para un diseño de puerto 1D, con 2,4 u 8 puertos de antena. Por lo tanto, el libro de códigos está diseñado asumiendo que estos puertos están dispuestos en línea recta. En LTE Ver-13, los libros de códigos para diseños de puertos 2D se especificaron para el caso de 8, 12 o 16 puertos de antena. Además, también se especificó un diseño de puerto 1D del libro de códigos para el caso de 16 puertos de antena LTE Ver-13. Los libros de código Ver-13 especificados para los diseños de puertos 2D se puede interpretar como una combinación de precodificadores diseñados para una matriz horizontal y una matriz vertical de puertos de antena. Esto significa que (al menos parte de) el precodificador se puede describir como una función de

$$v_{l,m} = \left[ u_m \ e^{j \frac{2\pi l}{O_1 N_1}} u_m \ \dots \ e^{j \frac{2\pi l(N_1-1)}{O_1 N_1}} u_m \right]^T \quad \text{Ecuación 2}$$

caracterizada porque

$$u_m = \left[ 1 \ e^{j \frac{2\pi m}{O_2 N_2}} \ \dots \ e^{j \frac{2\pi m(N_2-1)}{O_2 N_2}} \right] \quad \text{Ecuación 3}$$

En la Ecuación 2- Ecuación 3, los parámetros  $N_1$  y  $N_2$  denota el número de puertos en la primera dimensión y la segunda dimensión, respectivamente. Para los diseños de puertos 1D,  $N_2 = 1$  y  $u_m$  en la ecuación 3 se convierte en 1. Cabe señalar que la primera dimensión puede ser la dimensión horizontal o la dimensión vertical y la segunda dimensión representaría la otra dimensión. En otras palabras, usando la notación de la Figura 5, dos posibilidades: (1)  $N_1 = M_h$  and  $N_2 = M_v$ , (2)  $N_1 = M_v$  y  $N_2 = M_h$  podrían existir, donde la Figura 5 muestra una red de antenas bidimensional de polarización cruzada de elementos de antena ( $N_p = 2$ ), con  $N_h = 4$  elementos de antena horizontales y  $N_v = 8$  elementos de antena verticales, y en el lado derecho de

la Figura 5, el diseño de puertos actual con 2 puertos verticales y 4 puertos horizontales. Esto se podría obtener, por ejemplo, virtualizando cada puerto mediante 4 elementos de antena verticales. Por lo tanto, asumiendo que los puertos de polarización cruzada están presentes, el dispositivo inalámbrico medirá 16 puertos de antena en este ejemplo.

Los parámetros  $O_1$  y  $O_2$  en la Ecuación 2-Ecuación 3 representan los factores de sobremuestreo espacial de la emisión en las dimensiones 1 y 2, respectivamente. Los valores de  $N_1, N_2, O_1$  y  $O_2$  se configuran por señales de control de recursos de radio (RRC, por sus siglas en inglés). Las configuraciones soportadas de  $(O_1, O_2)$  y  $(N_1, N_2)$  para un número dado de puertos CSI-RS se dan en la Tabla 7.2.4-17 de Grupo de Especificaciones Técnicas de la Red de Acceso por Radio 3GPP TS 36.213, Acceso de Radio Terrestre Universal Evolucionado (E-UTRA, por sus siglas en inglés); Procedimientos de capa física (Versión 13); V13.0.1 (2016-01), que se reproduce a continuación en la Tabla 1.

| Número de puertos de antena CSI-RS | $(N_1, N_2)$ | $(O_1, O_2)$ |
|------------------------------------|--------------|--------------|
| 8                                  | (2,2)        | (4,4), (8,8) |
| 12                                 | (2,3)        | (8,4), (8,8) |
|                                    | (3,2)        | (8,4), (4,4) |
| 16                                 | (2,4)        | (8,4), (8,8) |
|                                    | (4,2)        | (8,4), (4,4) |
|                                    | (8,1)        | (4,-), (8,-) |

Tabla 1. Configuraciones soportadas de  $(O_1, O_2)$  y  $(N_1, N_2)$  Tabla 7.2.4-17 de Grupo de Especificaciones Técnicas de la Red de Acceso por Radio 3GPP TS 36.213; Acceso de Radio Terrestre Universal Evolucionado (E-UTRA, por sus siglas en inglés); Procedimientos de capa física (Versión 13); V13.0.1 (2016-01).

Los detalles de los libros de códigos LTE Ver-13 definidos usando la cantidad en la Ecuación 2 se pueden encontrar en las Tablas 7.2.4-10, 7.2.4-11, 7.2.4-12, 7.2.4-13, 7.2.4-14, 7.2.4-15, 7.2.4-16, y 7.2.4-17 de 3GPP TS 36.213.

*Símbolos de referencia de información del estado del canal de potencia diferente a cero (NZP CSI-RS)*

En LTE Versión-10, se introdujo una nueva secuencia de símbolos de referencia con la intención de estimar la información del estado del canal, el NZP CSI-RS. El NZP CSI-RS proporciona varias ventajas basándose en la retroalimentación de CSI en los símbolos de referencia específicos de la celda (CRS) que se utilizaron, para ese propósito, en versiones anteriores. En primer lugar, el NZP CSI-RS no se utiliza para la demodulación de la señal de datos, y por lo tanto no requiere la misma densidad (es decir, la sobrecarga del NZP CSI-RS es sustancialmente menor). En segundo lugar, NZP CSI-RS proporciona un medio mucho más flexible para configurar las mediciones de retroalimentación CSI (por ejemplo, qué recurso NZP CSI-RS medir se puede configurar de forma específica para el dispositivo inalámbrico).

Al medir un NZP CSI-RS, un dispositivo inalámbrico puede estimar el canal efectivo que el NZP CSI-RS está atravesando, incluido el canal de propagación de radio y las ganancias de la antena. En un rigor más matemático, esto implica que si una señal conocida de NZP CSI-RS,  $x$ , se transmite, un dispositivo inalámbrico puede estimar el acoplamiento entre la señal transmitida y la señal recibida (es decir, el canal efectivo). Por lo tanto, si no se realiza ninguna virtualización en la transmisión, la señal recibida  $y$  puede expresarse como

$$\mathbf{y} = \mathbf{H}\mathbf{x} + \mathbf{e} \quad \text{Ecuación 4}$$

y el dispositivo inalámbrico puede estimar el canal efectivo  $\mathbf{H}$ . Se pueden configurar hasta ocho puertos para un dispositivo inalámbrico LTE Ver.11, es decir, el dispositivo inalámbrico puede estimar el canal desde hasta ocho puertos de antena de transmisión en LTE Ver-11.

5 Hasta LTE Ver-12, el NZP CSI-RS utiliza un código de cobertura ortogonal (OCC, por sus siglas en inglés) de longitud dos para superponer dos puertos de antena en dos REs consecutivos. Un OCC de longitud 2 se puede realizar por el par de códigos ortogonales  $[1 \ 1]$  y  $[1 \ -1]$ . A lo largo de este documento, OCC es alternativamente referido como multiplexación por  
10 división de código (CDM, por sus siglas en inglés). A un OCC de longitud  $N$  puede referirse como OCC- $N$  o como CDM- $N$  donde  $N$  puede tomar los valores de 2, 4, u 8.

Como se muestra en la Figura 6, muchos patrones diferentes de NZP CSI-RS están disponibles, en los cuales la Figura 6 muestra una rejilla de  
15 elementos de recursos sobre un par RB que muestra posibles posiciones para un RS específico de un UE (distinguidas por el sombreado respectivo(s)), CSI-RS (marcado con un número correspondiente al puerto de antena CSI-RS), y CRS (distinguidas por el sombreado respectivo(s)) como es bien conocido en la técnica.. En el caso de 2 puertos de antena CSI-RS, hay 20 patrones  
20 diferentes dentro de una sub-trama. El número correspondiente de patrones es 10 y 5 para 4 y 8 puertos de antena CSI-RS, respectivamente. Para la Duplexación de División de Tiempo (TDD), algunos patrones adicionales de CSI-RS están disponibles.

La secuencia de señal de referencia para CSI-RS se define en la  
25 Sección 6.10.5.1 del Grupo de Especificaciones Técnicas de la Red de Acceso por Radio 3GPP TS 36.211; Acceso de Radio Terrestre Universal Evolucionado (E-UTRA, por sus siglas en inglés); Canales físicos y modulación (Versión 13); V13.0.0 (2015-12) como

$$r_{l,n_s}(m) = \frac{1}{\sqrt{2}}(1 - 2 \cdot c(2m)) + j\frac{1}{\sqrt{2}}(1 - 2 \cdot c(2m + 1)), \quad m = 0, 1, \dots, N_{RB}^{\max, DL} - 1$$

30

Ecuación 5

donde  $n_s$  es el número de espacios libres dentro de una trama de radio y  $l$  es el número del símbolo OFDM dentro de la trama. La secuencia pseudoaleatoria  $c(i)$ . Se genera y se inicializa según las Secciones 7.2 y 6.10.5.1 del [2] Grupo de Especificaciones Técnicas de la Red de Acceso por Radio 3GPP TS 36.211; Acceso de Radio Terrestre Universal Evolucionado (E-UTRA, por sus siglas en inglés); Canales físicos y modulación (Versión 13); V13.0.0 (2015-12), respectivamente. Además, en la Ecuación 5,  $N_{RB}^{max,DL} = 110$  es la configuración de ancho de banda de enlace descendente más grande admitida por la especificación Grupo de Especificaciones Técnicas de la Red de Acceso por Radio 3GPP TS 36.211, Acceso de Radio Terrestre Universal Evolucionado (E-UTRA, por sus siglas en inglés); Canales físicos y modulación (Versión 13); V13.0.0 (2015-12).

En LTE Ver-13, el recurso NZP CSI-RS se extiende para incluir 12 y 16 puertos. Dicho recurso NZP CSI-RS de la Ver-13 se obtiene agregando tres recursos CSI-RS heredados de 4 puertos (para formar un recurso NZP CSI-RS de 12 puertos) o dos recursos CSI-RS heredados de 8 puertos (para formar un recurso NZP CSI-RS de 16 puertos). Cabe señalar que todos los recursos NZP CSI-RS agregados se encuentran en la misma sub-trama. Algunos ejemplos de la formación de recursos NZP CSI-RS de 12 puertos y 16 puertos se muestran en la Figura 7, la cual muestra (a) un ejemplo de agregación de tres recursos de 4 puertos para formar un Recurso NZP CSI-RS de 12 puertos; (b) un ejemplo de agregación de dos recursos de 8 puertos para formar un Recurso NZP CSI-RS de 16 puertos, donde cada recurso de 4 puertos y 8 puertos que se agregan están etiquetados con el mismo número. En una sub-trama dado, es posible tener tres configuraciones de recursos de 12 puertos (es decir, nueve de cada diez recursos de 4 puertos son utilizados) y dos configuraciones de recursos de 16 puertos (es decir, cuatro de los cinco recursos de 8 puertos son utilizados). La siguiente numeración de puertos se utiliza para los recursos NZP CSI-RS agregados:

- Los números de puertos agregados son 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30 (para 16 puertos NZP CSI-RS);

- Los números de puertos agregados son 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26 (para 12 puertos NZP CSI-RS).

Además, el diseño de NZP CSI-RS Ver-13 soporta dos longitudes de OCC diferentes. Es posible multiplexar puertos de antena utilizando las longitudes dos y cuatro de OCC tanto para NZP CSI-RS de 12 puertos y 16 puertos.

#### *Diseños NZP CSI-RS con OCC de longitud 2*

La Figura 8 muestra el diseño de NZP CSI-RS para el caso de 12 puertos con OCC de longitud 2, donde diferentes recursos de 4 puertos se denotan por las letras A-J. En la Figura 8, los diferentes recursos NZP CSI-RS de 4 puertos se denotan por las letras A-J. Por ejemplo, los recursos de 4 puertos A, F, y J podrían agregarse para formar un recurso NZP CSI-RS de 12 puertos. El OCC de longitud 2 se aplica en dos REs con el mismo índice de subportadora e índices de símbolos OFDM adyacentes (por ejemplo, OCC 2 se aplica a los REs con índices de símbolos OFDM. 5-6 y índice 9 de subportadora en el trama 0).

La Figura 9 muestra el diseño de NZP CSI-RS para el caso de 16 puertos con OCC de longitud 2, donde los diferentes recursos de 8 puertos se muestran en la leyenda de la Figura 9, y los elementos de los recursos con la misma letra, forman un grupo CDM dentro de cada recurso de 8 puertos. En la Figura 9, los diferentes recursos NZP CSI-RS de 8 puertos se muestran en la leyenda. Por ejemplo, los recursos NZP CSI-RS de 8 puertos 1 y 3 podrían agregarse para formar un recurso NZP CSI-RS de 16 puertos. El OCC de longitud 2 se aplica en dos REs con el mismo índice de subportadora e índices de símbolos OFDM adyacentes (por ejemplo, OCC 2 se aplica a los REs con índices de símbolos OFDM 2-3 y el índice de subportadora 7 en la trama 1).

En el caso de la OCC de longitud 2 (es decir, cuando el parámetro de capa superior 'cdmType' se establece en cdm2 o cuando 'cdmType' no está configurado por la Red de Acceso de Radio Terrestre UMTS Evolucionado (EUTRAN, por sus siglas en inglés)), el mapeo de la secuencia de señal de referencia  $r_{l,n_s}(m)$  de la Ecuación 5 para los símbolos de modulación de valor

complejo  $a_{k,l}^{(p)}$  utilizado como símbolos de referencia en el puerto de antena p se define como:

$$a_{k,l}^{(p')} = w_{l''} \cdot r_{l,n_s}(m') \quad \text{Ecuación 6}$$

donde

$$k = k' + 12m + \begin{cases} -0 & \text{para } p' \in \{15,16\}, \text{ prefijo cíclico normal} \\ -6 & \text{para } p' \in \{17,18\}, \text{ prefijo cíclico normal} \\ -1 & \text{para } p' \in \{19,20\}, \text{ prefijo cíclico normal} \\ -7 & \text{para } p' \in \{21,22\}, \text{ prefijo cíclico normal} \\ -0 & \text{para } p' \in \{15,16\}, \text{ prefijo cíclico extendido} \\ -3 & \text{para } p' \in \{17,18\}, \text{ prefijo cíclico extendido} \\ -6 & \text{para } p' \in \{19,20\}, \text{ prefijo cíclico extendido} \\ -9 & \text{para } p' \in \{21,22\}, \text{ prefijo cíclico extendido} \end{cases}$$

$$l = l' + \begin{cases} l'' & \text{configuraciones de señal de referencia CSI 0-19, prefijo cíclico normal} \\ 2l'' & \text{configuraciones de señal de referencia CSI 20-31, prefijo cíclico normal} \\ l'' & \text{configuraciones de señal de referencia CSI 0-27, prefijo cíclico extendido} \end{cases}$$

$$w_{l''} = \begin{cases} 1 & p' \in \{15,17,19,21\} \\ (-1)^{l''} & p' \in \{16,18,20,22\} \end{cases}$$

$$l'' = 0,1$$

$$m = 0,1,\dots, N_{RB}^{DL} - 1$$

$$m' = m + \left\lfloor \frac{N_{RB}^{max,DL} - N_{RB}^{DL}}{2} \right\rfloor$$

5

Ecuación 7

En la Ecuación 6-Ecuación 7,  $N_{RB}^{DL}$  representa el ancho de banda de transmisión del enlace descendente; los índices  $k'$  y  $l'$  indican el índice de la subportadora (a partir de la parte inferior de cada RB) y el índice de símbolos OFDM (empezando desde la derecha de cada trama). El mapeo de diferentes pares  $(k',l')$  para diferentes configuraciones de recursos CSI-RS se proporciona en la Tabla 2.

10

| Config.<br>CSI-RS | Número de señales de referencia CSI configuradas |        |                                       |        |                                     |        |                                       |        |                                     |        |                                       |        |
|-------------------|--------------------------------------------------|--------|---------------------------------------|--------|-------------------------------------|--------|---------------------------------------|--------|-------------------------------------|--------|---------------------------------------|--------|
|                   | 1 o 2                                            |        |                                       |        | 4                                   |        |                                       |        | 8                                   |        |                                       |        |
|                   | Sub-trama<br>Normal<br>( $k', l'$ )              | $n'_s$ | Sub-trama<br>Especial<br>( $k', l'$ ) | $n'_s$ | Sub-trama<br>Normal<br>( $k', l'$ ) | $n'_s$ | Sub-trama<br>Especial<br>( $k', l'$ ) | $n'_s$ | Sub-trama<br>Normal<br>( $k', l'$ ) | $n'_s$ | Sub-trama<br>Especial<br>( $k', l'$ ) | $n'_s$ |
| 0                 | (9,5)                                            | 0      | (9,5)                                 | 0      | (9,5)                               | 0      | (9,5)                                 | 0      | (9,5)                               | 0      | (9,5)                                 | 0      |
| 1                 | (11,2)                                           | 1      | (11,5)                                | 0      | (11,2)                              | 1      | (11,5)                                | 0      | (11,2)                              | 1      | (11,5)                                | 0      |
| 2                 | (9,2)                                            | 1      | (9,2)                                 | 1      | (9,2)                               | 1      | (9,2)                                 | 1      | (9,2)                               | 1      | (9,2)                                 | 1      |
| 3                 | (7,2)                                            | 1      | (7,5)                                 | 0      | (7,2)                               | 1      | (7,5)                                 | 0      | (7,2)                               | 1      | (7,5)                                 | 0      |
| 4                 | (9,5)                                            | 1      |                                       |        | (9,5)                               | 1      |                                       |        | (9,5)                               | 1      |                                       |        |
| 5                 | (8,5)                                            | 0      | (8,5)                                 | 0      | (8,5)                               | 0      | (8,5)                                 | 0      |                                     |        |                                       |        |
| 6                 | (10,2)                                           | 1      | (10,5)                                | 0      | (10,2)                              | 1      | (10,5)                                | 0      |                                     |        |                                       |        |
| 7                 | (8,2)                                            | 1      | (8,2)                                 | 1      | (8,2)                               | 1      | (8,2)                                 | 1      |                                     |        |                                       |        |
| 8                 | (6,2)                                            | 1      | (6,5)                                 | 0      | (6,2)                               | 1      | (6,5)                                 | 0      |                                     |        |                                       |        |
| 9                 | (8,5)                                            | 1      |                                       |        | (8,5)                               | 1      |                                       |        |                                     |        |                                       |        |
| 10                | (3,5)                                            | 0      | (3,5)                                 | 0      |                                     |        |                                       |        |                                     |        |                                       |        |
| 11                | (2,5)                                            | 0      | (2,5)                                 | 0      |                                     |        |                                       |        |                                     |        |                                       |        |
| 12                | (5,2)                                            | 1      | (5,5)                                 | 0      |                                     |        |                                       |        |                                     |        |                                       |        |
| 13                | (4,2)                                            | 1      | (4,5)                                 | 0      |                                     |        |                                       |        |                                     |        |                                       |        |
| 14                | (3,2)                                            | 1      | (3,2)                                 | 1      |                                     |        |                                       |        |                                     |        |                                       |        |
| 15                | (2,2)                                            | 1      | (2,2)                                 | 1      |                                     |        |                                       |        |                                     |        |                                       |        |
| 16                | (1,2)                                            | 1      | (1,5)                                 | 0      |                                     |        |                                       |        |                                     |        |                                       |        |
| 17                | (0,2)                                            | 1      | (0,5)                                 | 0      |                                     |        |                                       |        |                                     |        |                                       |        |
| 18                | (3,5)                                            | 1      |                                       |        |                                     |        |                                       |        |                                     |        |                                       |        |
| 19                | (2,5)                                            | 1      |                                       |        |                                     |        |                                       |        |                                     |        |                                       |        |
| 20                | (11,1)                                           | 1      |                                       |        | (11,1)                              | 1      |                                       |        | (11,1)                              | 1      |                                       |        |
| 21                | (9,1)                                            | 1      |                                       |        | (9,1)                               | 1      |                                       |        | (9,1)                               | 1      |                                       |        |
| 22                | (7,1)                                            | 1      |                                       |        | (7,1)                               | 1      |                                       |        | (7,1)                               | 1      |                                       |        |
| 23                | (10,1)                                           | 1      |                                       |        | (10,1)                              | 1      |                                       |        |                                     |        |                                       |        |
| 24                | (8,1)                                            | 1      |                                       |        | (8,1)                               | 1      |                                       |        |                                     |        |                                       |        |
| 25                | (6,1)                                            | 1      |                                       |        | (6,1)                               | 1      |                                       |        |                                     |        |                                       |        |
| 26                | (5,1)                                            | 1      |                                       |        |                                     |        |                                       |        |                                     |        |                                       |        |
| 27                | (4,1)                                            | 1      |                                       |        |                                     |        |                                       |        |                                     |        |                                       |        |
| 28                | (3,1)                                            | 1      |                                       |        |                                     |        |                                       |        |                                     |        |                                       |        |
| 29                | (2,1)                                            | 1      |                                       |        |                                     |        |                                       |        |                                     |        |                                       |        |
| 30                | (1,1)                                            | 1      |                                       |        |                                     |        |                                       |        |                                     |        |                                       |        |
| 31                | (0,1)                                            | 1      |                                       |        |                                     |        |                                       |        |                                     |        |                                       |        |

Tabla 2. Mapeo desde la configuración de la señal de referencia CSI para  $(k', l')$  en el caso del prefijo cíclico normal.

La cantidad  $p'$  para el caso de la OCC de longitud 2 está relacionado con el número de puerto de antena  $p$  así:

- $p = p'$  para el CSI-RS que usa hasta 8 puertos de antena;

- cuando el parámetro de capa superior 'cdmType' se configura en cdm2 para el CSI-RS que usa más de 8 puertos de antena, la siguiente:

$$p = \begin{cases} p' + \frac{N_{\text{ports}}^{\text{CSI}}}{2}i & \text{para } p' \in \{15, \dots, 15 + N_{\text{ports}}^{\text{CSI}}/2 - 1\} \\ p' + \frac{N_{\text{ports}}^{\text{CSI}}}{2}(i + N_{\text{res}}^{\text{CSI}} - 1) & \text{para } p' \in \{15 + N_{\text{ports}}^{\text{CSI}}/2, \dots, 15 + N_{\text{ports}}^{\text{CSI}} - 1\} \end{cases}$$

Ecuación 8

5 caracterizada porque  $i \in \{0, 1, \dots, N_{\text{res}}^{\text{CSI}} - 1\}$  es el número de recurso CSI;

$N_{\text{res}}^{\text{CSI}}$  y  $N_{\text{ports}}^{\text{CSI}}$  respectivamente denotan el número de recursos CSI-RS agregados y el número de puertos de antena por recurso CSI-RS agregado.

Como se indicó anteriormente, los valores permitidos de  $N_{\text{res}}^{\text{CSI}}$  y  $N_{\text{ports}}^{\text{CSI}}$  para los casos del diseño de NZP CSI-RS de 12 y 16 puertos se proporcionan en la

10 Tabla 3.

| Número total de puertos de antena<br>$N_{\text{res}}^{\text{CSI}} N_{\text{ports}}^{\text{CSI}}$ | Número de puertos de antena por recursos<br>$N_{\text{ports}}^{\text{CSI}}$ | Número de recursos CSI-RS<br>$N_{\text{res}}^{\text{CSI}}$ |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| 12                                                                                               | 4                                                                           | 3                                                          |
| 16                                                                                               | 8                                                                           | 2                                                          |

#### *Diseños NZP CSI-RS con OCC de longitud 4*

La Figura 10 muestra el diseño de NZP CSI-RS para el caso de 12 puertos con OCC de longitud 4, donde los recursos de 4 puertos se denotan por las letras A-J. En la Figura 10, los diferentes recursos NZP CSI-RS de 4 puertos se denotan por las letras A-J. Por ejemplo, los recursos de 4 puertos A, F, y J podrían agregarse para formar un recurso NZP CSI-RS de 12 puertos. Una OCC de longitud 4 se aplica dentro de un grupo CDM donde un grupo CDM consta de los 4 elementos de recursos usados para mapear el CSI-RS heredado de 4 puertos. Es decir, los elementos de recursos etiquetados con la misma letra en la Figura 10 comprenden un grupo CDM. Un OCC de longitud 4 se proporciona en la Ecuación 9.

$$W_4 = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \end{bmatrix} \quad \text{Ecuación 9}$$

La Figura 11 muestra el diseño de NZP CSI-RS para el caso de 16 puertos con OCC de longitud 4, donde diferentes recursos de 8 puertos se muestran en la leyenda, los elementos de recursos con el mismo alfabeto forman un grupo CDM dentro de un recurso CSI-RS de 8 puertos. En la Figura 11, los diferentes recursos NZP CSI-RS de 8 puertos se muestran en la leyenda. Por ejemplo, los recursos NZP CSI-RS de 8 puertos 1 y 3 podrían agregarse para formar un recurso NZP CSI-RS de 16 puertos. Cada recurso de 8 puertos se divide adicionalmente en dos grupos de 4 REs adyacentes y cada uno de estos grupos comprende un grupo CDM. En la Figura 11, los REs con etiquetas A y B formar un recurso heredado de 8 puertos donde A y B son los grupos CDM dentro de este recurso. Un OCC con longitud 4 se aplica dentro de cada grupo de CDM. En el resto del documento, los grupos de CDM correspondientes a los REs con etiquetas A y B dentro de cada configuración de recursos NZP CSI-RS de 8 puertos se denominan grupos de CDM i y ii, respectivamente.

Para el caso de OCC de longitud 4 (es decir, cuando el parámetro de capa superior 'cdmType' se configura en cdm4), el mapeo de la secuencia de señal de referencia  $r_{l,n_s}(m)$  de la Ecuación 5 para los símbolos de modulación de valor complejo  $a_{k,l}^{(p)}$  utilizados como símbolos de referencia en el puerto de antena p se definen como:

$$a_{k,l}^{(p')} = w_{p'}(i) \cdot r_{l,n_s}(m') \quad \text{Ecuación 10}$$

donde

$$\begin{aligned}
k &= k' + 12m - \begin{cases} k'' & \text{para } p' \in \{15,16,19,20\}, \text{ prefijo cíclico normal, } N_{\text{ports}}^{\text{CSI}} = 8 \\ k'' + 6 & \text{para } p' \in \{17,18,21,22\}, \text{ prefijo cíclico normal, } N_{\text{ports}}^{\text{CSI}} = 8 \\ 6k'' & \text{para } p' \in \{15,16,17,18\}, \text{ prefijo cíclico normal, } N_{\text{ports}}^{\text{CSI}} = 4 \end{cases} \\
l &= l' + \begin{cases} l'' & \text{configuraciones de señal de referencia CSI 0-19, prefijo cíclico normal} \\ 2l'' & \text{configuraciones de señal de referencia CSI 20-31, prefijo cíclico normal} \end{cases} \\
l'' &= 0,1 \\
k'' &= 0,1 \\
i &= 2k'' + l'' \\
m &= 0,1,\dots, N_{\text{RB}}^{\text{DL}} - 1 \\
m' &= m + \left\lfloor \frac{N_{\text{RB}}^{\text{max,DL}} - N_{\text{RB}}^{\text{DL}}}{2} \right\rfloor
\end{aligned}$$

### Ecuación 11

En la Ecuación 10 – Ecuación 11,  $N_{\text{RB}}^{\text{DL}}$  representa el ancho de banda de transmisión del enlace descendente;  $N_{\text{CSI}}^{\text{puertos}}$  denota el número de puertos de antena por recurso CSI-RS agregado; los índices  $k'$  y  $l'$  indican el índice de la subportadora (a partir de la parte inferior de cada RB) y el índice de símbolos OFDM (empezando desde la derecha de cada trama). El mapeo de diferentes pares  $(k', l')$  para diferentes configuraciones de recursos CSI-RS se proporciona en la Tabla 2. Además,  $w_{p'}(i)$  en la Ecuación 10 se proporciona por la Tabla 4, donde la Tabla 4 muestra la secuencia  $w_{p'}(i)$  para CDM4.

| $p'$                                |                                     | $[w_{p'}(0) \ w_{p'}(1) \ w_{p'}(2) \ w_{p'}(3)]$ |
|-------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------------------|
| $N_{\text{ports}}^{\text{CSI}} = 4$ | $N_{\text{ports}}^{\text{CSI}} = 8$ |                                                   |
| 15                                  | 15,17                               | $[1 \ 1 \ 1 \ 1]$                                 |
| 16                                  | 16,18                               | $[1 \ -1 \ 1 \ -1]$                               |
| 17                                  | 19,21                               | $[1 \ 1 \ -1 \ -1]$                               |
| 18                                  | 20,22                               | $[1 \ -1 \ -1 \ 1]$                               |

Cuando el parámetro de capa superior 'cdmType' se configura en cdm4 para el CSI-RS que usa más de 8 puertos de antena, el número de puerto de antena

$$p = iN_{\text{ports}}^{\text{CSI}} + p' \quad \text{Ecuación 12}$$

donde  $p' \in \{15,16,\dots,15 + N_{\text{CSI}}^{\text{puertos}} - 1\}$  para el recurso CSI-RS número  $i \in \{0,1,\dots,N_{\text{res}}^{\text{CSI}} - 1\}$ .

## RESUMEN

Algunas realizaciones proporcionan ventajosamente un método y sistema de multiplexación por división de código, CDM, configuraciones de  
5 agregación para reducir las pérdidas de rendimiento debido a las variaciones de canal en las comunicaciones inalámbricas.

Las desventajas de un enfoque en el diseño de CDM-8 incluyen que  
(1) sufrirá pérdidas de rendimiento si el canal varía significativamente en 9  
símbolos OFDM debido a la pérdida de ortogonalidad en el grupo de CDM-8,  
10 y (2) tiene una sobrecarga CSI-RS más alta de lo necesario. Otras desventajas de otros enfoques CDM-8 incluyen (1) el esquema no evita pérdidas de rendimiento si el canal varía significativamente en 9 símbolos OFDM debido a la pérdida de ortogonalidad en el grupo de CDM-8, y (2) el esquema no es adecuado para 24 puertos. Para 24 puertos, si la agregación  
15 de CDM-4 se realiza de manera arbitraria (como se mencionó anteriormente) para formar un grupo de CDM-8, esto todavía puede resultar en pérdidas de rendimiento si el canal varía significativamente en 9 símbolos OFDM debido a la pérdida de ortogonalidad en el grupo CDM -8 como se ilustra en el ejemplo de la Figura 15.

20 Ciertos aspectos y sus realizaciones de la presente divulgación pueden proporcionar soluciones a estos u otros problemas. En una primera solución, el código de cobertura ortogonal de longitud 8 se logra agregando dos grupos de códigos de cobertura ortogonal de longitud 4 que pertenecen a un par de recursos LTE CSI-RS heredados donde el par de recursos heredados se  
25 seleccionan entre un conjunto restringido de pares que se eligen para minimizar la pérdida de ortogonalidad del código de cobertura de longitud 8 debido a las variaciones del canal en el dominio del tiempo. En esta solución, el nodo de red señala los pares de CSI-RS heredados de los dispositivos inalámbricos que se seleccionan durante la agregación de grupos de códigos  
30 de cobertura ortogonal de longitud 4 o índices que representan pares de

recursos CSI-RS heredados que se seleccionan durante la agregación de grupos de códigos de cobertura ortogonal de longitud 4.

En una segunda solución, el código de cobertura ortogonal de longitud 8 se logra agregando dos grupos de códigos de cobertura ortogonal de longitud 4 que pertenecen a un par de recursos LTE CSI-RS heredados, donde el par de recursos heredados y cuyos grupos de códigos de cobertura ortogonal de longitud 4 se seleccionan entre un conjunto restringido de pares que se eligen para minimizar la pérdida de ortogonalidad del código de cobertura de longitud 8 debido a las variaciones del canal en los dominios de tiempo y frecuencia. En esta solución, donde el nodo de red señala al dispositivo inalámbrico, una o más configuraciones de 8 puertos CSI-RS y CDM-4 agrupan los pares combinados que se eligen durante la agregación de grupos de códigos de cobertura ortogonal de longitud 4 o uno o más índices que representan la configuración de 8 puertos CSI-RS y los pares de combinación de CDM-4 que se eligen durante la agregación de los grupos de códigos de cobertura ortogonal de longitud 4.

En una realización de la divulgación, un método para aumentar la energía en una señal de referencia al tiempo que limita su ancho de banda, donde el método comprende al menos uno de:

- a) Seleccionar una primera y una segunda configuración de señal de referencia, donde al menos una de las siguientes condiciones se cumple:
  - i) la primera y la segunda configuración de señal de referencia se seleccionan de un conjunto predefinido de configuraciones de señal de referencia
  - ii) cada configuración de señal de referencia identifica un conjunto de ubicaciones de frecuencia y tiempo de los elementos de recursos
  - iii) cada elemento de recurso está asociado con un elemento de una secuencia de referencia

- iv) una separación de tiempo máxima de las ubicaciones de tiempo en la primera y segunda configuraciones de señal de referencia es una primera separación máxima
- 5 v) la mayor separación de tiempo máxima de las ubicaciones de tiempo sobre todos los pares posibles de configuraciones de señal de referencia en el conjunto predefinido es la mayor separación máxima, y
- vi) la mayor separación de tiempo máximo es mayor que la primera separación máxima;
- 10 b) formar una señal de referencia aplicando una primera secuencia de cobertura a un primer y un segundo conjunto de secuencias de señales de referencia, donde al menos una de las siguientes condiciones se cumple:
  - 15 i) la primera secuencia de señales de referencia corresponde a un primer subconjunto de elementos de referencia de la primera configuración de señales de referencia
  - ii) la segunda secuencia de señal de referencia corresponde a un segundo subconjunto de elementos de referencia de la segunda configuración de señales de referencia
  - 20 iii) la primera secuencia de cobertura está asociada con un puerto de antena,
  - iv) la primera secuencia de cobertura se selecciona entre un conjunto de secuencias de cobertura,
  - v) y cada secuencia de cobertura es ortogonal a cada otra secuencia de cobertura en el conjunto; y
  - 25 c) transmitir la señal de referencia en los primeros y segundos subconjuntos de elementos de referencia.

De acuerdo con un aspecto de esta realización, al menos una de las siguientes condiciones se cumple: una separación de frecuencia máxima de las ubicaciones de frecuencia en el primer y segundo subconjuntos es una

30 segunda separación máxima, la mayor separación de frecuencia máxima de

las ubicaciones de frecuencia sobre todos los pares posibles de elementos de referencia en la primera y segunda configuraciones de señal de referencia es la mayor separación máxima y la mayor separación de frecuencia máxima es mayor que la segunda separación máxima.

5 De acuerdo con un aspecto de esta realización,

d) Transmitir N señales de referencia distintas en el primer y segundo subconjuntos de elementos de recursos, caracterizado porque al menos una de las siguientes condiciones se cumple:

10 i) cada señal de referencia está asociada con un número de puerto de antena, creando así un conjunto de números de puerto de antena para las N señales de referencia distintas

ii) los números de puerto de antena son consecutivos, de modo que cualquier número de puerto de antena en el conjunto  $n_1$  está relacionado con otro puerto de antena  $n_2$  en el conjunto de acuerdo

15 con:  $n_1 = n_2 + 1$  o  $n_1 = n_2 - 1$ .

De acuerdo con otra realización de la divulgación, un método de transmisión de puertos CSI-RS en múltiples recursos LTE CSI-RS heredados agregados utilizando un código de cobertura ortogonal de longitud 8. Según una o más realizaciones de la divulgación, el código de cobertura ortogonal de longitud 8 se logra agregando dos grupos de códigos de cobertura ortogonales de longitud 4 perteneciente a un par de recursos LTE CSI-RS heredados donde el par de recursos heredados se eligen de un conjunto restringido de pares que se eligen para minimizar la pérdida de ortogonalidad del código de cobertura de longitud 8 debido a las variaciones del canal en el dominio del tiempo. De acuerdo con un aspecto de esta realización, un nodo de red señala a un dispositivo inalámbrico los pares de recursos CSI-RS heredados que se eligen durante la agregación de grupos de códigos de cobertura ortogonal de longitud 4 o uno o más índices que representa(n) los pares de recursos CSI-RS heredados que se eligen durante la agregación de grupos de códigos de cobertura ortogonal de longitud 4.

20

25

30

Según una o más realizaciones de la divulgación, el código de cobertura ortogonal de longitud 8 se logra agregando dos grupos de códigos de cobertura ortogonales de longitud 4 perteneciente a un par de recursos LTE CSI-RS heredados donde el par de recursos heredados y cuyos grupos de códigos de cobertura ortogonal de longitud 4 se eligen entre un conjunto restringido de pares que se eligen para minimizar la pérdida de ortogonalidad del código de cobertura de longitud 8 debido a las variaciones del canal en los dominios de tiempo y frecuencia. De acuerdo con un aspecto de esta realización, el nodo de red señala al dispositivo inalámbrico con una o más configuraciones CSI-RS de 8 puertos y combinaciones de pares del grupo CDM-4 que se eligen durante la agregación de grupos de códigos de cobertura ortogonal de longitud 4 o uno o más índices que representa(n) una o más configuraciones CSI-RS de 8 puertos y combinaciones de pares del grupo CDM-4 que se eligen durante la agregación de grupos de códigos de cobertura ortogonal de longitud 4.

Según una o más realizaciones de la divulgación, la agregación de códigos de cobertura ortogonales de longitud 4 con el mismo número de grupo en un par de configuraciones CSI-RS de 8 puertos está permitida. Según una o más realizaciones de la divulgación, la agregación de grupos de códigos de cobertura ortogonal de longitud 4 dentro de la misma configuración CSI-RS de 8 puertos está permitida en combinación con la agregación de códigos de cobertura ortogonales de longitud 4 entre un par de configuraciones CSI-RS de 8 puertos.

De acuerdo con una realización de la divulgación, se proporciona un nodo de red. El nodo de red incluye circuitos de procesamiento configurados para: seleccionar un primer conjunto y un segundo conjunto de recursos de señal de referencia en una sub-trama, y agregar el primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia para sub-trama para formar una configuración de agregación de multiplexación por división de código, CDM. El primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia en la sub-trama satisfacen un criterio temporal de forma de

forma tal que cualquiera de los dos elementos de recursos en el primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia tienen hasta un máximo de separación de tiempo de seis símbolos OFDM. El primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia en la sub-trama satisfacen un criterio de frecuencia de forma de forma tal que cualquiera de los dos elementos de recursos en el primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia tienen hasta una frecuencia máxima de separación de seis subportadoras.

Según una realización de este aspecto, el primer conjunto de recursos de señal de referencia corresponde a una primera porción de una primera configuración de señal de referencia. El segundo conjunto de recursos de señal de referencia corresponde a una segunda porción de una segunda configuración de señal de referencia. Según una realización de este aspecto, la primera configuración de señal de referencia es al menos una primera configuración de señal de referencia de información del estado del canal, CSI-RS. La segunda configuración de señal de referencia es al menos una segunda configuración CSI-RS diferente de la al menos primera configuración CSI-RS. Según una realización de este aspecto, el primer conjunto de recursos de señal de referencia en la sub-trama incluye un subconjunto de recursos de una configuración de recursos CSI-RS de ocho puertos. El segundo conjunto de recursos de señal de referencia en la sub-trama incluye un subconjunto de recursos en una configuración diferente de recursos CSI-RS de ocho puertos diferente de la configuración de recursos de ocho puertos CSI-RS correspondiente al primer conjunto de recursos de señal de referencia. La configuración de agregación de CDM tiene un código de cubierta ortogonal de longitud ocho. Según una realización de este aspecto, los circuitos de procesamiento están configurados para comunicar la configuración de agregación de CDM a un dispositivo inalámbrico.

Según otro aspecto de la divulgación, se proporciona un método. Un primer y segundo conjuntos de recursos de señal de referencia. El primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia se agregan

a la sub-trama para formar una configuración de agregación de multiplexación por división de código, CDM. El primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia en la sub-trama satisfacen un criterio temporal de forma de forma tal que cualquiera de los dos elementos de recursos en el  
5 primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia tienen hasta un máximo de separación de tiempo de seis símbolos OFDM. El primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia en la sub-trama satisfacen un criterio de frecuencia de forma de forma tal que cualquiera de los dos elementos de recursos en el primer conjunto y el  
10 segundo conjunto de recursos de señal de referencia tienen hasta una frecuencia máxima de separación de seis subportadoras.

Según una realización de este aspecto, el primer conjunto de recursos de señal de referencia corresponde a una primera porción de una primera configuración de señal de referencia. El segundo conjunto de recursos de  
15 señal de referencia corresponde a una segunda porción de una segunda configuración de señal de referencia. Según una realización de este aspecto, la primera configuración de señal de referencia es al menos una primera configuración de señal de referencia de información del estado del canal, CSI-RS. La segunda configuración de señal de referencia es al menos una  
20 segunda configuración CSI-RS diferente de la al menos primera configuración CSI-RS. Según una realización de este aspecto, el primer conjunto de recursos de señal de referencia en la sub-trama incluye un subconjunto de recursos de una configuración de recursos CSI-RS de ocho puertos. El segundo conjunto de recursos de señal de referencia en la sub-trama incluye  
25 un subconjunto de recursos en una configuración diferente de recursos CSI-RS de ocho puertos diferente de la configuración de recursos de ocho puertos CSI-RS correspondiente al primer conjunto de recursos de señal de referencia. La configuración de agregación de CDM tiene un código de cubierta ortogonal de longitud ocho.

30 Según otro aspecto de la divulgación, se proporciona un dispositivo inalámbrico. El dispositivo inalámbrico incluye circuitos de procesamiento

configurados para recibir una configuración de agregación de CDM que corresponde al primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia agregados en una sub-trama. Los circuitos de procesamiento están además configurados para realizar una estimación de canal basándose en la configuración de agregación de CDM. El primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia en la sub-trama satisfacen un criterio temporal de forma de forma tal que cualquiera de los dos elementos de recursos en el primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia tienen hasta un máximo de separación de tiempo de seis símbolos OFDM. El primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia en la sub-trama satisfacen un criterio de frecuencia de forma de forma tal que cualquiera de los dos elementos de recursos en el primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia tienen hasta una frecuencia máxima de separación de seis subportadoras.

Según una realización de este aspecto, el primer conjunto de recursos de señal de referencia corresponde a una primera porción de una primera configuración de señal de referencia. El segundo conjunto de recursos de señal de referencia corresponde a una segunda porción de una segunda configuración de señal de referencia. Según una realización de este aspecto, la primera configuración de señal de referencia es al menos una primera configuración de señal de referencia de información del estado del canal, CSI-RS. La segunda configuración de señal de referencia es al menos una segunda configuración CSI-RS diferente de la al menos primera configuración CSI-RS. Según una realización de este aspecto, el primer conjunto de recursos de señal de referencia en la sub-trama incluye un subconjunto de recursos de una configuración de recursos CSI-RS de ocho puertos. El segundo conjunto de recursos de señal de referencia en la sub-trama incluye un subconjunto de recursos en una configuración diferente de recursos CSI-RS de ocho puertos diferente de la configuración de recursos de ocho puertos CSI-RS correspondiente al primer conjunto de recursos de señal de referencia. La configuración de agregación de CDM tiene un código de

cubierta ortogonal de longitud ocho. Según una realización de este aspecto, los circuitos de procesamiento están además configurados para mapear el primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia en la sub-trama para una pluralidad de puertos de antena.

5            Según otro aspecto de la divulgación, se proporciona un método para un dispositivo inalámbrico. Se recibe una configuración de agregación de CDM que corresponde al primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia agregados en una sub-trama. La estimación del canal se realiza basándose en la configuración de agregación de CDM. El primer  
10 conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia en la sub-trama satisfacen un criterio temporal de forma de forma tal que cualquiera de los dos elementos de recursos en el primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia tienen hasta un máximo de separación de tiempo de seis símbolos OFDM. El primer conjunto y el segundo conjunto de  
15 recursos de señal de referencia en la sub-trama satisfacen un criterio de frecuencia de forma de forma tal que cualquiera de los dos elementos de recursos en el primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia tienen hasta una frecuencia máxima de separación de seis subportadoras.

20            Según una realización de este aspecto, el primer conjunto de recursos de señal de referencia corresponde a una primera porción de una primera configuración de señal de referencia. El segundo conjunto de recursos de señal de referencia corresponde a una segunda porción de una segunda configuración de señal de referencia. Según una realización de este aspecto,  
25 la primera configuración de señal de referencia es al menos una primera configuración de señal de referencia de información del estado del canal, CSI-RS. La segunda configuración de señal de referencia es al menos una segunda configuración CSI-RS diferente de la al menos primera configuración CSI-RS. Según una realización de este aspecto, el primer conjunto de  
30 recursos de señal de referencia en la sub-trama incluye un subconjunto de recursos de una configuración de recursos CSI-RS de ocho puertos. El

segundo conjunto de recursos de señal de referencia en la sub-trama incluye un subconjunto de recursos en una configuración diferente de recursos CSI-RS de ocho puertos diferente de la configuración de recursos de ocho puertos CSI-RS correspondiente al primer conjunto de recursos de señal de referencia. La configuración de agregación de CDM tiene un código de cubierta ortogonal de longitud ocho. Según una realización de este aspecto, el primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia seleccionados en la sub-trama se mapean para una pluralidad de puertos de antena.

Según otro aspecto de la divulgación, se proporciona un nodo de red. El nodo de red incluye un módulo de procesamiento de agregación configurado para seleccionar un primer conjunto y un segundo conjunto de recursos de señal de referencia en una sub-trama, agregar el primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia para sub-trama para formar una configuración de agregación de multiplexación por división de código, CDM. El primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia en la sub-trama satisfacen un criterio temporal de forma de forma tal que cualquiera de los dos elementos de recursos en el primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia tienen hasta un máximo de separación de tiempo de seis símbolos OFDM. El primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia en la sub-trama satisfacen un criterio de frecuencia de forma de forma tal que cualquiera de los dos elementos de recursos en el primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia tienen hasta una frecuencia máxima de separación de seis subportadoras.

Según otro aspecto de la divulgación, se proporciona un dispositivo inalámbrico. El dispositivo inalámbrico incluye un módulo de procesamiento de canal configurado para recibir una configuración de agregación de CDM que corresponde al primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia agregados en una sub-trama. El módulo de procesamiento de canal está además configurado para realizar una

estimación de canal basándose en la configuración de agregación de CDM. El primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia en la sub-trama satisfacen un criterio temporal de forma tal que cualquiera de los dos elementos de recursos en el primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia tienen hasta un máximo de separación de tiempo de seis símbolos OFDM. El primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia en la sub-trama satisfacen un criterio de frecuencia de forma tal que cualquiera de los dos elementos de recursos en el primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia tienen hasta una frecuencia máxima de separación de seis subportadoras.

Según un aspecto de la divulgación, se proporciona un nodo de red. El nodo de red incluye circuitos de procesamiento configurados para: seleccionar un primer conjunto y un segundo conjunto de recursos de señal de referencia en una sub-trama y agregar el primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia en la sub-trama para formar una configuración de agregación de multiplexación por división de código, CDM. El primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia en la sub-trama satisfacen un criterio temporal de forma tal que cualquiera de los dos elementos de recursos en el primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia tienen hasta un máximo de separación de tiempo de seis símbolos OFDM. El primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia en la sub-trama satisfacen un criterio de frecuencia de forma tal que cualquiera de los dos elementos de recursos en el primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia tienen hasta una frecuencia máxima de separación de seis subportadoras.

Según una realización de este aspecto, el primer conjunto de recursos de señal de referencia corresponde a una primera porción de una primera configuración de señal de referencia. El segundo conjunto de recursos de señal de referencia corresponde a una segunda porción de una segunda configuración de señal de referencia. Según una realización de este aspecto, la primera configuración de señal de referencia es al menos una primera

configuración de señal de referencia de información del estado del canal, CSI-RS. La segunda configuración de señal de referencia es al menos una segunda configuración CSI-RS diferente de la al menos primera configuración CSI-RS.

5           Según una realización de este aspecto, el primer conjunto de recursos de señal de referencia en la sub-trama incluye un subconjunto de recursos de una configuración de recursos CSI-RS de ocho puertos. El segundo conjunto de recursos de señal de referencia en la sub-trama incluye un subconjunto de recursos en una configuración diferente de recursos CSI-RS de ocho puertos  
10           diferente de la configuración de recursos de ocho puertos CSI-RS correspondiente al primer conjunto de recursos de señal de referencia. La configuración de agregación de CDM tiene un código de cubierta ortogonal de longitud ocho. Según una realización de este aspecto, los circuitos de procesamiento están configurado para comunicar la configuración de  
15           agregación de CDM a un dispositivo inalámbrico. Según una realización de este aspecto, la configuración de agregación de CDM es una agregación de dos grupos CDM-4.

            Según otro aspecto de la divulgación, se proporciona un método. Se seleccionan un primer y segundo conjuntos de recursos de señal de  
20           referencia en una sub-trama. El primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia se agregan a la sub-trama para formar una configuración de agregación de multiplexación por división de código, CDM. El primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia en la sub-trama satisfacen un criterio temporal de forma tal que cualquiera de  
25           los dos elementos de recursos en el primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia tienen hasta un máximo de separación de tiempo de seis símbolos OFDM. El primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia en la sub-trama satisfacen un criterio de frecuencia de forma tal que cualquiera de los dos elementos de recursos en  
30           el primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia tienen hasta una frecuencia máxima de separación de seis subportadoras.

Según una realización de este aspecto, el primer conjunto de recursos de señal de referencia corresponde a una primera porción de una primera configuración de señal de referencia. El segundo conjunto de recursos de señal de referencia corresponde a una segunda porción de una segunda configuración de señal de referencia. Según una realización de este aspecto, la primera configuración de señal de referencia es al menos una primera configuración de señal de referencia de información del estado del canal, CSI-RS. La segunda configuración de señal de referencia es al menos una segunda configuración CSI-RS diferente de la al menos primera configuración CSI-RS. Según una realización de este aspecto, el primer conjunto de recursos de señal de referencia en la sub-trama incluye un subconjunto de recursos de una configuración de recursos CSI-RS de ocho puertos. El segundo conjunto de recursos de señal de referencia en la sub-trama incluye un subconjunto de recursos en una configuración diferente de recursos CSI-RS de ocho puertos diferente de la configuración de recursos de ocho puertos CSI-RS correspondiente al primer conjunto de recursos de señal de referencia. La configuración de agregación de CDM tiene un código de cobertura ortogonal de longitud ocho.

Según una realización de este aspecto, la configuración de agregación de CDM se comunica a un dispositivo inalámbrico. Según una realización de este aspecto, la configuración de agregación de CDM es una agregación de dos grupos CDM-4.

Según otro aspecto de la divulgación, se proporciona un dispositivo inalámbrico. El dispositivo inalámbrico incluye circuitos de procesamiento configurados para recibir una configuración de agregación de CDM que corresponde al primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia agregados en una sub-trama y realizar una estimación de canal basándose en la configuración de agregación de CDM. El primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia satisfacen un criterio temporal de forma tal que cualquiera de los dos elementos de recursos en el primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia

tienen hasta un máximo de separación de tiempo de seis símbolos OFDM. El primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia satisfacen un criterio de frecuencia de forma tal que cualquiera de los dos elementos de recursos en el primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia tienen hasta una frecuencia máxima de separación de seis subportadoras.

Según una realización de este aspecto, el primer conjunto de recursos de señal de referencia corresponde a una primera porción de una primera configuración de señal de referencia. El segundo conjunto de recursos de señal de referencia corresponde a una segunda porción de una segunda configuración de señal de referencia. Según una realización de este aspecto, la primera configuración de señal de referencia es al menos una primera configuración de señal de referencia de información del estado del canal, CSI-RS. La segunda configuración de señal de referencia es al menos una segunda configuración CSI-RS diferente de la al menos primera configuración CSI-RS.

Según una realización de este aspecto, el primer conjunto de recursos de señal de referencia en la sub-trama incluye un subconjunto de recursos de una configuración de recursos CSI-RS de ocho puertos. El segundo conjunto de recursos de señal de referencia en la sub-trama incluye un subconjunto de recursos en una configuración diferente de recursos CSI-RS de ocho puertos diferente de la configuración de recursos de ocho puertos CSI-RS correspondiente al primer conjunto de recursos de señal de referencia. La configuración de agregación de CDM tiene un código de cobertura ortogonal de longitud ocho. Según una realización de este aspecto, los circuitos de procesamiento están además configurados para mapear el primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia en la sub-trama para una pluralidad de puertos de antena. Según una realización de este aspecto, la configuración de agregación de CDM es una agregación de dos grupos CDM-4.

Según otro aspecto de la divulgación, se proporciona un método para un dispositivo inalámbrico. Se recibe una configuración de agregación de CDM que corresponde al primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia agregados en una sub-trama. El primer conjunto y el  
5 segundo conjunto de recursos de señal de referencia. La estimación del canal se realiza basándose en la configuración de agregación de CDM. El primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia satisfacen un criterio temporal de forma tal que cualquiera de los dos elementos de recursos en el primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de  
10 referencia tienen hasta un máximo de separación de tiempo de seis símbolos OFDM. El primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia satisfacen un criterio de frecuencia de forma tal que cualquiera de los dos elementos de recursos en el primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia tienen hasta una frecuencia máxima de  
15 separación de seis subportadoras.

Según una realización de este aspecto, el primer conjunto de recursos de señal de referencia corresponde a una primera porción de una primera configuración de señal de referencia. El segundo conjunto de recursos de señal de referencia corresponde a una segunda porción de una segunda  
20 configuración de señal de referencia. Según una realización de este aspecto, la primera configuración de señal de referencia es al menos una primera configuración de señal de referencia de información del estado del canal, CSI-RS. La segunda configuración de señal de referencia es al menos una segunda configuración CSI-RS diferente de la al menos primera configuración  
25 CSI-RS.

Según una realización de este aspecto, el primer conjunto de recursos de señal de referencia en la sub-trama incluye un subconjunto de recursos de una configuración de recursos CSI-RS de ocho puertos. El segundo conjunto de recursos de señal de referencia en la sub-trama incluye un subconjunto de  
30 recursos en una configuración diferente de recursos CSI-RS de ocho puertos diferente de la configuración de recursos de ocho puertos CSI-RS

correspondiente al primer conjunto de recursos de señal de referencia. La configuración de agregación de CDM tiene un código de cubierta ortogonal de longitud ocho.

5 Según una realización de este aspecto, la configuración de agregación de CDM es una agregación de dos grupos CDM-4. Según una realización de este aspecto, el primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia seleccionados en la sub-trama se mapean para una pluralidad de puertos de antena.

Según otro aspecto de la divulgación, se proporciona un nodo de red.

10 El nodo de red incluye un módulo de procesamiento de agregación configurado para: seleccionar un primer conjunto y un segundo conjunto de recursos de señal de referencia en una sub-trama y agregar el primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia para sub-trama para formar una configuración de agregación de multiplexación por división de

15 código, CDM. El primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia en la sub-trama satisfacen un criterio temporal de forma tal que cualquiera de los dos elementos de recursos en el primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia tienen hasta un máximo de separación de tiempo de seis símbolos OFDM. El primer conjunto y el

20 segundo conjunto de recursos de señal de referencia en la sub-trama satisfacen un criterio de frecuencia de forma tal que cualquiera de los dos elementos de recursos en el primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia tienen hasta una frecuencia máxima de separación de seis subportadoras.

25 Según un aspecto de la divulgación, se proporciona un dispositivo inalámbrico. El dispositivo inalámbrico incluye un módulo de procesamiento de canal configurado para: recibir una configuración de agregación de CDM que corresponde al primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia agregados en una sub-trama, y realizar una estimación

30 de canal basándose en la configuración de agregación de CDM. El primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia satisfacen

un criterio temporal de forma tal que cualquiera de los dos elementos de recursos en el primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia tienen hasta un máximo de separación de tiempo de seis símbolos OFDM. El primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia satisfacen un criterio de frecuencia de forma tal que cualquiera de los dos elementos de recursos en el primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia tienen hasta una frecuencia máxima de separación de seis subportadoras.

Según una realización de este aspecto, el módulo de procesamiento de canal además está configurado para comunicar la configuración de agregación de CDM a un dispositivo inalámbrico. Según una realización de este aspecto, la configuración de agregación de CDM se comunica a un dispositivo inalámbrico.

## 15 BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS GRÁFICAS

Una comprensión más completa de las presentes realizaciones, las ventajas asociadas y las características de las mismas, se entenderá más fácilmente por referencia a la siguiente descripción detallada cuando se considera junto con las gráficas adjuntas, caracterizadas porque:

20 La Figura 1 muestra un recurso físico básico de enlace descendente LTE;

La Figura 2 muestra una estructura de dominio de tiempo LTE;

La Figura 3 muestra un bloque físico de recursos dentro de una subtrama de enlace descendente;

25 La Figura 4 muestra una estructura de transmisión de modo de multiplexación espacial precodificada en LTE;

La Figura 5 muestra elementos de una red de antenas bidimensional;

La Figura 6 muestra una rejilla de elementos de recursos;

30 Las Figuras 7a-b muestran un ejemplo de agregación de tres recursos de 4 puertos para formar un recurso NZP CSI-RS de 12 puertos, y un ejemplo de agregación de dos recursos de 8 puertos para formar un recurso NZP CSI-

RS de 16 puertos, donde cada recurso de 4 puertos y 8 puertos agregados juntos es etiquetado con el mismo número;

La Figura 8 muestra un diseño NZP CSI-RS para el caso de 12 puertos con OCC de longitud 2, donde diferentes recursos de 4 puertos se denotan  
5 por las letras A-J;

La Figura 9 muestra un diseño NZP CSI-RS para el caso de 16 puertos con OCC de longitud 2, donde los diferentes recursos de 8 puertos [sic];

La Figura 10 muestra un diseño NZP CSI-RS para el caso de 12 puertos con OCC de longitud 4, donde los recursos de 4 puertos se denotan  
10 por las letras A-J;

La Figura 11 muestra un diseño NZP CSI-RS para el caso de 16 puertos con OCC de longitud 4, donde diferentes recursos de 8 puertos se muestran en la leyenda, los elementos de recursos con el mismo alfabeto forman un grupo CDM dentro de un recurso CSI-RS de 8 puertos;

15 La Figura 12 muestra un diseño de patrón CDM-8;

La Figura 13 muestra un ejemplo de 32 puertos;

La Figura 14 muestra patrones de grupo CDM-8;

La Figura 15 muestra una agregación de CDM-4 de 24 puertos realizada de forma arbitraria;

20 La Figura 16 es un diagrama de bloques de un sistema para agregación de configuraciones de multiplexación por división de código, CDM, para comunicaciones inalámbricas de acuerdo con los principios de algunas realizaciones de la presente divulgación;

La Figura 17 es un diagrama de flujo de una realización ejemplar del  
25 proceso de agregación del código de agregación de acuerdo con los principios de algunas realizaciones de la divulgación;

La Figura 18 es un diagrama de grupos CDM-8 formados por agregación de grupos CDM-4 de acuerdo con los principios de algunas realizaciones de la divulgación;

30 La Figura 19 es un diagrama de agregación de grupos CDM-4 que podría dar lugar a pérdidas de rendimiento;

La Figura 20 es un diagrama de agregación de CDM-4 dentro de un recurso CSI-RS de 8 puertos combinado con una agregación de CDM-4 a través de un par de recursos CSI-RS de 8 puertos de acuerdo con los principios de algunas realizaciones de la divulgación;

5 La Figura 21 es un diagrama de flujo de una realización ejemplar del proceso de canal del canal de código 24 de acuerdo con los principios de la divulgación; y

La Figura 22 es un ejemplo de numeración de puertos de antena con CDM8 y 32 puertos con  $\{k_0, k_1, k_2, k_3\} = \{0, 4, 1, 3\}$ .

10

## DESCRIPCIÓN DETALLADA

### *Número de configuraciones NZP CSI-RS*

El número de configuraciones CSI-RS diferentes de 12 puertos y 16 puertos en una sub-trama en los diseños LTE Versión 13 NZP CSI-RS son tres y dos, respectivamente. Es decir, para el caso de 12 puertos, se pueden formar tres configuraciones CSI-RS diferentes donde cada configuración se forma al agregar tres configuraciones CSI-RS heredadas de 4 puertos. Esto consumirá 36 REs de CSI-RS de los 40 REs de CSI-RS disponibles para CSI-RS dentro de un bloque físico de recursos (PRB, por sus siglas en inglés).

20 Para el caso de 16 puertos, se pueden formar dos configuraciones CSI-RS diferentes donde cada configuración se forma agregando dos configuraciones CSI-RS heredadas de 8 puertos. Esto consumirá 32 REs de CSI-RS de los 40 REs de CSI-RS disponibles para CSI-RS dentro de un bloque de recursos (RB, por sus siglas en inglés).

25 *NZP CSI-RS para 24 y 32 puertos y CDM-8 en LTE Versión 14*

En LTE Versión 14, una configuración NZP CSI-RS con 24 y 32 puertos se logra agregando tres y cuatro recursos CSI-RS heredados de 8 puertos. Por ejemplo, en el caso de 24 puertos, tres de los cinco recursos heredados de 8 puertos que se muestran en la Figura 9 y la Figura 11 se agregan juntos.

30 Ambos CDM-2 (es decir, código de longitud 2 de OCC) y CDM-4 (es decir,

código de longitud 4 de OCC) son compatibles con los puertos 24 y 32 en la Versión 14.

Además, CDM-8 también será compatible con LTE Versión 14 para NZP CSI-RS con 24 y 32 puertos. Un CDM-8 se puede definir utilizando un  
 5 OCC de longitud 8 dado por la Ecuación 13. La motivación principal para introducir el CDM-8 en la Versión-14 es apoyar la utilización total de la energía para la transmisión NZP CSI-RS.

$$W_8 = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 & 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 & 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 & 1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & -1 & -1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 & -1 & 1 & -1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 & -1 & -1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 & -1 & 1 & 1 & -1 \end{bmatrix} \quad \text{Ecuación 13}$$

13  
 10 Un diseño de patrón CDM-8 se propone en R1-166341, “CSI-RS design for {20,24,28,32} ports”, China Academy of Telecommunications Technology (CATT), 3GPP TSG RAN WG1 Meeting #86, August 22-26, 2016, Gothenburg, Sweden, que se reproduce en la Figura 12. Los REs con la misma letra en la Figura 12 representan un grupo (CDM)-8 de Multiplexación por División de Código. Los principales inconvenientes de este diseño son los  
 15 siguientes:

- Cada grupo CDM-8 se distribuye en 9 símbolos OFDM (es decir, desde el símbolo 5 en la primer trama hasta el símbolo 6 en la segunda trama). En este diseño, la ortogonalidad del OCC de longitud 8 depende de la  
 20 planitud del canal en el dominio del tiempo. Es decir, el canal no debe variar significativamente en los 9 símbolos OFDM sobre los cuales se extiende cada grupo CDM-8. Sin embargo, en la práctica, el canal puede variar sobre 9 símbolos OFDM debido a la movilidad del dispositivo inalámbrico y la variación de fase. Por lo tanto, cuando el canal varía más de 9 símbolos  
 25 OFDM debido a la movilidad del dispositivo inalámbrico o la variación de fase, la ortogonalidad de estos grupos CDM-8 puede destruirse.

• El diseño CDM-8 tiene una sobrecarga adicional de CSI-RS. Por ejemplo, para un diseño NZP CSI-RS de 32 puertos, este diseño utilizará todos los REs de CSI-RS etiquetados A-D. Teniendo en cuenta que estos RE de CSI-RS se distribuyen entre los 5 recursos CSI-RS heredados de 8 puertos (es decir, los recursos 0-1 indicados en la Figura 12), estos 5 recursos CSI-RS heredados de 8 puertos no se pueden usar para otros dispositivos inalámbricos y los dispositivo inalámbricos heredados siempre tienen que realizar una comparación de la velocidad del Canal Físico Compartido de Enlace Descendente (PDSCH) alrededor de las 40 REs de CSI-RS en estos recursos. Esto dará como resultado una sobrecarga de CSI-RS mayor a la necesaria (es decir, un aumento de la sobrecarga de REs de CSI-RS de  $1 - \frac{40}{32} = 25\%$  en una sub-trama portadora de la transmisión CSI-RS). El problema es aún peor para el diseño de 24 puertos NZP CSI-RS ya que todos los 40 REs de CSI-RS no pueden usarse para otros dispositivos inalámbricos (es decir, un incremento en la sobrecarga de RE de CSI-RS de  $1 - \frac{40}{24} = 67\%$  en una sub-trama portadora de la transmisión CSI-RS).

Un enfoque CDM-8 se propone en las siguientes referencias: R1-166519, "Performance comparison of CDM-4 y CDM-8 for CSI-RS", Intel Corporation, 3GPP TSG RAN WG1 Meeting #86, August 22-26, 2016, Gothenburg, Sweden y R1-167996, "WF on CDM aggregation for NP CSI-RS", Samsung, Xinwei, Ericsson, 3GPP TSG RAN WG1 Meeting #86, August 22-26, 2016, Gothenburg, Sweden, donde el grupo CDM-8 se logra agregando dos grupos CDM-4 en dos diferentes recursos CSI-RS heredados de 8 puertos. Un ejemplo de 32 puertos se muestra en la Figura 13, donde el grupo CDM-8 denotado por A se forma al agregar un grupo CDM-4 desde un recurso 0 CSI-RS heredado de 8 puertos y un grupo CDM-4 de un recurso 2 CSI-RS heredado de 8 puertos. Se propone además que la agregación de los grupos CDM-4 se realice en el orden del índice de configuración CSI-RS. Por ejemplo, si los cuatro recursos CSI-RS heredados de 8 puertos que se están agregando son señalados por el nodo de red al dispositivo inalámbrico como {0, 1, 2, 4}, entonces los recursos 0, 1, 2, 4 CSI-RS heredados de 8

puertos corresponden a los números de recursos CSI-RS  $i = 0$ ,  $i = 1$ ,  $i = 2$ , y  $i = 3$ , respectivamente (observe que el número de recurso CSI-RS  $i$  se define como en la Ecuación 12). Entonces según el criterio de agregación en R1-167996, “WF on CDM aggregation for NP CSI-RS”, Samsung, Xinwei, Ericsson, 3GPP TSG RAN WG1 Meeting #86, August 22-26, 2016, Gothenburg, Sweden, los grupos CDM-4 en los recursos 0 y 1 CSI-RS heredados de 8 puertos (que corresponden a  $i = 0$  y  $i = 1$ ) se agregan para formar un grupo CDM-8. De manera similar, los grupos CDM-4 en los recursos 2 y 4 CSI-RS heredados de 8 puertos (que corresponden a  $i = 2$  y  $i = 3$ ) se agregan para formar un grupo CDM-8. Esto resulta en los patrones de grupo CDM-8 mostrados en la Figura 13.

Sin embargo, de acuerdo con el criterio de agregación de CDM-8 en R1-167996, “WF on CDM aggregation for NP CSI-RS”, Samsung, Xinwei, Ericsson, 3GPP TSG RAN WG1 Meeting #86, August 22-26, 2016, Gothenburg, Sweden, si los cuatro recursos CSI-RS heredados de 8 puertos son agregados son señalados por el nodo de red al dispositivo inalámbrico como  $\{0, 4, 1, 2\}$ , luego los recursos 0, 4, 1 y 2 CSI-RS heredados de 8 puertos corresponden a los números de recursos CSI-RS  $i = 0$ ,  $i = 1$ ,  $i = 2$ , y  $i = 3$ , respectivamente (observe que el número de recurso CSI-RS  $i$  se define como en la Ecuación 12). Entonces según este criterio de agregación, los grupos CDM-4 en los recursos 0 y 4 CSI-RS heredados de 8 puertos (que corresponden a  $i = 0$  y  $i = 1$ ) se agregan para formar un grupo CDM-8. De manera similar, los grupos CDM-4 en los recursos 1 y 2 CSI-RS heredados de 8 puertos (que corresponden a  $i = 2$  y  $i = 3$ ) se agregan para formar un grupo CDM-8. Esto resulta en los patrones de grupo CDM-8 mostrados en la Figura 14. Una desventaja de esta agrupación CDM-8 es que los grupos CDM-8 denotados con A y D en la Figura 14 se extienden a través de 9 símbolos OFDM. Por lo tanto, cuando el canal varía en más de 9 símbolos OFDM debido a la movilidad del dispositivo inalámbrico o variación de fase, la ortogonalidad de estos grupos CDM-8 puede destruirse.

Una segunda desventaja de los enfoques descritos anteriormente es cómo soportar la agregación de CDM-8 para 24 puertos. Ya que hay un número impar (es decir, 3) de recursos CSI-RS heredados de 8 puertos que se están agregando para formar una configuración NZP CSI-RS de 24 puertos, el enfoque de agregación de grupos CDM-4 en recursos CSI-RS heredados de 8 puertos con números de recursos CSI-RS consecutivos no se aplica. Esto se debe a la falta de un cuarto recurso CSI-RS heredado de 8 puertos que de otro modo se utilizaría para agregación de CDM-4 con el tercer recurso CSI-RS heredado de 8 puertos.

Es posible realizar la agregación de CDM-4 de manera arbitraria en el caso de 24 puertos como se muestra en la Figura 15. Sin embargo, el grupo C CDM-8 resultante en la Figura 15 se extiende a través de 9 símbolos OFDM. Por lo tanto, cuando el canal varía en más de 9 símbolos OFDM debido a la movilidad del dispositivo inalámbrico o variación de fase, la ortogonalidad de este grupo CDM-8 puede destruirse.

Algunas realizaciones de la divulgación pretenden resolver al menos algunos de los problemas con los sistemas existentes al menos en parte proporcionando diseños de CDM-8 a través de la agregación de CDM-4 mientras que minimizan las pérdidas de rendimiento debido a las variaciones del canal en las direcciones de tiempo y frecuencia. Algunas realizaciones de la divulgación pueden proporcionar diseños de CDM-8 que no implican ningún aumento en la sobrecarga de CSI-RS (es decir, se utilizarán 32 REs de CSI-RS por PRB para el NZP CSI-RS de 32 puertos).

Tenga en cuenta que, aunque la terminología de 3GPP LTE se ha utilizado en esta divulgación, esto no debe considerarse como una limitación del alcance de la divulgación solo al sistema mencionado anteriormente. Otros sistemas inalámbricos, incluyendo Nueva Radio (NR, por sus siglas en inglés), Acceso Múltiple por División de Código de Banda Ancha (WCDMA, por sus siglas en inglés), WiMax, Banda Ancha Ultra-Móvil (UMB, por sus siglas en inglés) y Sistemas Globales para Comunicaciones Móviles (GSM, por sus siglas en inglés), también pueden beneficiarse de la explotación de

las ideas cubiertas en esta divulgación. También debe tenerse en cuenta que la terminología como nodo de red y dispositivo inalámbrico debe considerarse no limitativa y, en particular, no implica una cierta relación jerárquica entre los dos; en general "eNodeB" podría considerarse como dispositivo 1 y "dispositivo inalámbrico" como dispositivo 2, y estos dos dispositivos se comunican entre sí a través de un canal de radio. Aquí, también nos centramos en las transmisiones inalámbricas en el enlace descendente, pero algunas realizaciones de la divulgación son igualmente aplicables en el enlace ascendente.

Antes de describir en detalle las realizaciones ejemplares, se observa que las realizaciones residen principalmente en combinaciones de componentes de aparatos y pasos de procesamiento relacionados con las configuraciones de agregación de CDM para comunicaciones inalámbricas. En consecuencia, los componentes se han representado donde es apropiado por los símbolos convencionales en las gráficas, mostrando solo aquellos detalles específicos que son pertinentes para entender las realizaciones para no oscurecer la divulgación con detalles que serán fácilmente evidentes para los expertos en la técnica que tienen el beneficio de la descripción aquí contenida.

Como se usa en este documento, los términos relacionales, como "primero" y "segundo", "arriba" y "abajo", y similares, pueden usarse únicamente para distinguir una entidad o elemento de otra entidad o elemento sin que necesariamente se requiera o implique una relación física o lógica u orden entre tales entidades o elementos.

El término dispositivo inalámbrico utilizado en este documento puede referirse a cualquier tipo de dispositivo inalámbrico que se comunique con un nodo de red y/o con otro dispositivo inalámbrico en un sistema de comunicación celular o móvil. Ejemplos de un dispositivo inalámbrico son equipo de usuario (UE, por sus siglas en inglés), dispositivo objetivo, dispositivo inalámbrico del tipo dispositivo a dispositivo (D2D, por sus siglas en inglés), dispositivo inalámbrico capaz de comunicación máquina a

máquina (M2M, por sus siglas en inglés), PDA, iPad, tableta, terminales móviles, teléfono inteligente, equipo portátil incorporado (LEE, por sus siglas en inglés), equipo montado en equipo portátil (LME, por sus siglas en inglés), dispositivo USB, etc.

5 El término "nodo de red" utilizado en este documento puede referirse a un nodo de red de radio o a otro nodo de red, por ejemplo, un nodo de red central, Centro de Conmutación Móvil (MSC, por sus siglas en inglés), Entidad de Gestión de la Movilidad (MME, por sus siglas en inglés), Operaciones y Mantenimiento (O&M, por sus siglas en inglés), Soporte de Sistema de  
10 Operaciones (OSS, por sus siglas en inglés), SON, nodo de posicionamiento (por ejemplo (Centro de Localización Móvil de Servicio Evolucionado (E-SMLC, por sus siglas en inglés)), nodo de Minimización de Pruebas de Campo (MDT, por sus siglas en inglés), etc.

El término "nodo de red" o "nodo de red de radio" utilizado en este  
15 documento puede ser cualquier tipo de nodo de red comprendido en una red de radio que puede además comprender cualquiera de las estaciones base (BS, por sus siglas en inglés), estación base de radio, estación base transceptora (BTS, por sus siglas en inglés), controlador de estación base (BSC, por sus siglas en inglés), controlador de red de radio (RNC, por sus  
20 siglas en inglés), Nodo B evolucionado (eNB o eNodeB, por sus siglas en inglés), Nodo B, radio de múltiple estándar (MSR, por sus siglas en inglés) nodo de radio tal como MSR BS, nodo de relé, relé de control del nodo donante, punto de acceso de radio (AP, por sus siglas en inglés), puntos de transmisión, nodos de transmisión, Unidad de Radio Remota (RRU, por sus  
25 siglas en inglés) Cabeza de Radio Remota (RRH, por sus siglas en inglés), nodos en sistema de antena distribuida (DAS, por sus siglas en inglés) etc.

Además, se debe tener en cuenta que las funciones descritas en este documento como realizadas por un dispositivo inalámbrico o un nodo de red pueden distribuirse sobre una pluralidad de dispositivos inalámbricos y/o  
30 nodos de red. En otras palabras, se contempla que las funciones de nodo de red y dispositivo inalámbrico descritas en este documento no se limiten al

rendimiento de un solo dispositivo físico y, de hecho, se pueden distribuir entre varios dispositivos físicos.

Refiriéndonos ahora a las figuras gráficas en las que los designadores de referencia similares hacen referencia a elementos similares, se muestra en la Figura 16 un sistema ejemplar de configuraciones de agregación de multiplexación por división de código, CDM, para comunicaciones inalámbricas de acuerdo con los principios de algunas realizaciones de la presente divulgación y designado generalmente como "10." El sistema 10 incluye uno o más dispositivos inalámbricos 12a-12n (referidos colectivamente como dispositivo inalámbrico 12) y uno o más nodos de red 14a-14n (referidos colectivamente como nodo de red 14), en comunicación entre sí a través de una o más redes de comunicación que utilizan uno o más protocolos de comunicación, donde el dispositivo inalámbrico 12 y/o el nodo de red 14 están configurados para realizar los procesos aquí descritos.

El dispositivo inalámbrico 12 incluye una o más interfaces de comunicación 16 para comunicarse con uno o más dispositivos inalámbricos diferentes 12, nodos de redes 14, y/o otros elementos en el sistema 10. En una o más realizaciones, la interfaz de comunicación 16 incluye uno o más transmisores y/o uno o más receptores. El dispositivo inalámbrico 12 incluye circuitos de procesamiento 18. Los circuitos de procesamiento 18 incluyen un procesador 20 y una memoria 22. Además de un procesador y una memoria tradicionales, los circuitos de procesamiento 18 pueden comprender circuitos integrados para procesamiento y/o control, por ejemplo, uno o más procesadores y/o núcleos de procesador y/o FPGAs (Campo de Matriz de Puertas Programables, por sus siglas en inglés) y/o ASICs (Circuitos Integrados de Aplicación Específica, por sus siglas en inglés). El procesador 20 se puede configurar para acceder (por ejemplo, escribir en y/o leer de) la memoria 22, que puede comprender cualquier clase de memoria volátil y/o no volátil, por ejemplo, cache y/o memoria buffer y/o RAM (Memoria de Acceso Aleatorio, por sus siglas en inglés) y/o ROM (Memoria de Solo Lectura, por sus siglas en inglés) y/o memoria óptica y/o EPROM (Memoria de Solo

Lectura Programable y Borrable, por sus siglas en inglés). Dicha memoria 22 se puede configurar para almacenar código ejecutable por el procesador 20 y/o otros datos, por ejemplo, datos relacionados con la comunicación, por ejemplo, configuración y/o datos de dirección de nodos, etc.

5 Los circuitos de procesamiento 18 pueden configurarse para controlar cualquiera de los métodos y/o procesos descritos aquí y/o para hacer que dichos métodos y/o procesos sean realizados, por ejemplo, por el dispositivo inalámbrico 12. El procesador 20 corresponde a uno o más procesadores 20 para realizar las funciones del dispositivo inalámbrico 12 descritas en este documento. El dispositivo inalámbrico 12 incluye una memoria 22 que está configurada para almacenar datos, código de software programático y/o otra información descrita en este documento. En una o más realizaciones, la memoria 22 está configurada para almacenar el código 24 del Canal. Por ejemplo, el código 24 del canal incluye instrucciones que, cuando son  
10 ejecutadas por el procesador 20, hacen que el procesador 20 realice el proceso discutido en detalle con respecto a la Figura 21 y las realizaciones aquí discutidas.  
15

El nodo de red 14 incluye una o más interfaces de comunicación 26 para comunicarse con uno o más nodos de red 14, dispositivo inalámbrico 12,  
20 y/o otros elementos en el sistema 10. En una o más realizaciones, la interfaz de comunicación 26 incluye uno o más transmisores y/o uno o más receptores. El nodo de red 14 incluye circuitos de procesamiento 28. Los circuitos de procesamiento 28 incluyen un procesador 30 y una memoria 32. Además del procesador y memoria tradicionales, los circuitos de  
25 procesamiento 28 pueden comprender circuitos integrados para procesamiento y/o control, por ejemplo, uno o más procesadores y/o núcleos de procesador y/o FPGAs (Campo de Matriz de Puertas Programables, por sus siglas en inglés) y/o ASICs (Circuitos Integrados de Aplicación Específica, por sus siglas en inglés). El procesador 30 se puede configurar para acceder  
30 (por ejemplo, escribir en y/o leer de) memoria 32, que puede comprender cualquier clase de memoria volátil y/o no volátil, por ejemplo, cache y/o buffer

memoria y/o RAM (Memoria de Acceso Aleatorio, por sus siglas en inglés) y/o ROM (Memoria de Solo Lectura, por sus siglas en inglés) y/o memoria óptica y/o EPROM (Memoria de Solo Lectura Programable y Borrable, por sus siglas en inglés). Dicha memoria 32 puede configurarse para almacenar código ejecutable por el procesador 30 y/o otros datos, por ejemplo, datos pertenecientes a la comunicación, por ejemplo, configuración y/o datos de dirección de nodos, etc.

Los circuitos de procesamiento 28 pueden configurarse para controlar cualquiera de los métodos y/o procesos descritos aquí y/o para hacer que dichos métodos y/o procesos se realicen, por ejemplo, por el nodo de red 14. El procesador 30 corresponde a uno o más procesadores 30 para realizar las funciones del nodo de red 14 descritas aquí. El nodo de red 14 incluye una memoria 32 que está configurada para almacenar datos, código de software programático y/o otra información descrita en este documento. En una o más realizaciones, la memoria 32 está configurada para almacenar el código de agregación 34. Por ejemplo, el código de agregación 34 incluye instrucciones que, cuando son ejecutadas por el procesador 30, hacen que el procesador 30 realice el proceso descrito en detalle con respecto a la Figura 17 y las realizaciones aquí discutido.

La Figura 17 es un diagrama de flujo de una realización ejemplar del proceso de agregación del código de agregación 34 de acuerdo con los principios de algunas realizaciones de la divulgación. Los circuitos de procesamiento 28 seleccionan un primer y segundo conjuntos de recursos de señal de referencia en una sub-trama, donde el primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia satisfacen un criterio temporal y un criterio de frecuencia para la separación entre elementos de recursos (Bloque S100). Los circuitos de procesamiento 28 además están configurados para agregar el primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia para que la sub-trama forme una configuración de agregación de CDM (Bloque S102). En una o más

realizaciones, los circuitos de procesamiento 28 comunican la configuración de agregación de CDM a un dispositivo inalámbrico 12.

En una o más realizaciones (referidas colectivamente como Realización A), para minimizar el riesgo de pérdidas de rendimiento debido a las variaciones del canal a través de los símbolos OFDM, se introducen algunas restricciones sobre qué par de recursos CSI-RS heredados de 8 puertos se pueden usar para realizar la agregación de CDM-4. El par de recursos CSI-RS heredados de 8 puertos se elige de tal manera que la mayor separación de tiempo entre los Res de CSI-RS en los dos recursos CSI-RS heredados de 8 puertos se limita a menos de 6 símbolos OFDM. Por ejemplo, los REs de CSI-RS en recursos CSI-RS heredados de 8 puertos 0 y 2 tienen una separación máxima de 6 símbolos OFDM (es decir, refiriéndose a la Figura 11, los REs de CSI-RS del recurso CSI-RS heredado de 8 puertos 0 en el símbolo OFDM 5 de la primer trama están separados por 6 símbolos OFDM de los REs de CSI-RS del recurso CSI-RS heredado de 8 puertos 2 en el símbolo OFDM 3). Esto puede ayudar a reducir las pérdidas de rendimiento debido a las variaciones del canal en el tiempo, ya que este enfoque solo requiere que el canal sea invariante en un máximo de 6 símbolos OFDM para garantizar la ortogonalidad dentro de los grupos CDM-8 resultantes. La lista de pares permitidos de recursos CSI-RS heredados de 8 puertos sobre los cuales se puede realizar la agregación de CDM-4 para obtener un grupo CDM-8 que se encuentra en la Tabla 5 que muestra una lista de los pares de configuraciones de 8 puertos CSI-RS para agregación de CDM-4.

| <b>Configuraciones de Agregación de CDM-4</b> | <b>Configuraciones de pares CSI-RS de 8 puertos</b> |   |
|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------|---|
| 0                                             | 0                                                   | 1 |
| 1                                             | 0                                                   | 2 |
| 2                                             | 0                                                   | 3 |
| 3                                             | 1                                                   | 2 |
| 4                                             | 1                                                   | 3 |
| 5                                             | 1                                                   | 4 |
| 6                                             | 2                                                   | 3 |
| 7                                             | 2                                                   | 4 |
| 8                                             | 3                                                   | 4 |

Tabla 5. Lista de configuraciones permitidas de pareos CSI-RS de 8 puertos para la agregación de CDM-4

5      Tabla 5 indica las configuraciones de pares CSI-RS de 8 puertos que pueden estar en cualquier orden. Por ejemplo, el par (3,4) correspondiente al último renglón de la Tabla 5 se aplica a los siguientes dos casos:

- La primera configuración CSI-RS de 8 puertos es 3 y la segunda configuración CSI-RS de 8 puertos es 4;
- 10      • La primera configuración CSI-RS de 8 puertos es 4 y la segunda configuración CSI-RS de 8 puertos es 3.

El orden exacto de las configuraciones CSI-RS de 8 puertos está determinado por el número  $i$  del recurso CSI-RS definido en la Ecuación 12. En algunas realizaciones, uno o más índices de configuración de agregación de CDM-4 (que representa las configuraciones de pares CSI-RS de 8 puertos) se señala al dispositivo inalámbrico por el nodo de red mediante señalización de capa superior.

15

Un ejemplo de Diseño CDM-8 que utiliza la realización está dado continuación. El nodo de red configura el dispositivo inalámbrico con 32 puertos NZP CSI-RS agregando recursos CSI-RS heredados de 8 puertos en el orden 4, 0, 2, 1 donde el recurso 4 corresponde al recurso CSI-RS número  $i = 0$  y el recurso 1 corresponde al recurso CSI-RS número  $i = 3$  (observe que el recurso CSI-RS número  $i$  se define como en la Ecuación 12). Como siguiente paso, el nodo de red forma grupos CDM-8 mediante agregación de grupos CDM-4 a través de los pares permitidos de recursos CSI-RS heredados de 8 puertos dados en la Tabla 5. Por ejemplo, el nodo de red puede agregar los grupos CDM-4 a través de los pares de recursos heredados de 8 puertos (2,4) y (0,1) que corresponden a las configuraciones de agregación de CDM-4 7 y 0 en la Tabla 5. Los grupos CDM-8 resultantes se muestran en la Figura 18. En la Figura 18, los grupos CDM-8 indicados por A y B son un resultado de agregación de grupos CDM-4 a través de los pares de recursos CSI-RS de 8 puertos (2,4); los grupos CDM-8 indicados por C y

20

25

30

D son el resultado de agregación de grupos CDM-4 a través de pares de recursos CSI-RS de 8 puertos (0,1). Se debe tener en cuenta que los elementos de recursos de todos los 4 grupos CDM-8 tienen una separación de tiempo máxima  $\Delta T=6$  símbolos, como se resalta en la Figura 18 para el Grupo C. Además, los grupos no se forman a partir de configuraciones con separaciones de tiempo máximas de  $\Delta T=9$  símbolos, como se muestra a forma de ejemplo en la Figura 18. En una o más realizaciones, el nodo de red 14 luego indica los índices de configuración de agregación de CDM-4 7 y 0 al dispositivo inalámbrico 12 mediante señalización de capa superior. El dispositivo inalámbrico usa esta señal para conocer los grupos CDM-8 que están siendo utilizados para la transmisión NZP CSI-RS y realiza una estimación de canal.

En una o más realizaciones diferentes (referidas colectivamente como Realización B), de acuerdo con la lista de configuraciones permitidas de pareos CSI-RS de 8 puertos en la Tabla 5, la agregación de grupos CDM-4 a través de las configuraciones de recursos CSI-RS de 8 puertos 1 y 4 está permitida. Sin embargo, si la agregación de CDM-4 a través de las configuraciones de recursos CSI-RS de 8 puertos 1 y 4 se hace como se muestra en la Figura 19, donde la agregación de CDM-4 o el grupo CDM-8 resultante (denotado por los REs de CSI-RS con A) puede sufrir variaciones de canal en el dominio de la frecuencia. Los dos grupos CDM-4 que se agregan en la Figura 19 están separados por 8 subportadoras. Para que la ortogonalidad del grupo CDM-8 se mantenga, el canal debe ser invariante en 8 subportadoras, y en los escenarios de implementación con una alta demora de difusión, esta condición no se cumple fácilmente. Por lo tanto, además de minimizar el riesgo de pérdidas de rendimiento debido a las variaciones del canal a través de los símbolos (como se hizo en Realización A), también es importante limitar las pérdidas de rendimiento debido a las variaciones del canal en el dominio de la frecuencia (es decir, a través de subportadoras).

En la Realización A, se introducen restricciones adicionales en las que se pueden agregar grupos CDM-4 dentro de un par de configuraciones de

recursos heredados de 8 puertos. Los dos grupos CDM-4 dentro de un par de configuraciones de recursos heredados de 8 puertos que se están agregando se seleccionan de manera de forma tal que la separación de frecuencia entre los dos grupos no sea más de 6 subportadoras. La separación máxima de 6 subportadoras se selecciona aquí, ya que el código OCC de longitud 4 en el caso de los diseños NZP CSI-RS de 12 puertos de LTE Versión 13 también están separados por 6 subportadoras (véase la Figura 10). La lista de agregaciones de CDM-4 permitidas dentro de pares de recursos CSI-RS heredados de 8 puertos para obtener un grupo CDM-8 se proporciona en la

5

10 Tabla 6.

| <b>Configuraciones de Agregación de CDM-4</b> | <b>Configuración CSI-RS de 8 puertos y combinaciones de pares del grupo CDM-4</b> |                    |                                                       |                     |
|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------------------------------------------------------|---------------------|
|                                               | Primera configuración de recursos CSI-RS de 8 puertos                             | Primer grupo CDM-4 | Segunda configuración de recursos CSI-RS de 8 puertos | Segundo grupo CDM-4 |
| 0                                             | 0                                                                                 | i                  | 1                                                     | i                   |
| 1                                             | 0                                                                                 | i                  | 1                                                     | ii                  |
| 2                                             | 0                                                                                 | ii                 | 1                                                     | ii                  |
| 3                                             | 0                                                                                 | i                  | 2                                                     | i                   |
| 4                                             | 0                                                                                 | i                  | 2                                                     | ii                  |
| 5                                             | 0                                                                                 | ii                 | 2                                                     | i                   |
| 6                                             | 0                                                                                 | ii                 | 2                                                     | ii                  |
| 7                                             | 0                                                                                 | i                  | 3                                                     | i                   |
| 8                                             | 0                                                                                 | ii                 | 3                                                     | i                   |
| 9                                             | 0                                                                                 | ii                 | 3                                                     | ii                  |
| 10                                            | 1                                                                                 | i                  | 2                                                     | i                   |
| 11                                            | 1                                                                                 | ii                 | 2                                                     | i                   |
| 12                                            | 1                                                                                 | ii                 | 2                                                     | ii                  |
| 13                                            | 1                                                                                 | i                  | 3                                                     | i                   |
| 14                                            | 1                                                                                 | ii                 | 3                                                     | i                   |
| 15                                            | 1                                                                                 | ii                 | 3                                                     | ii                  |
| 16                                            | 1                                                                                 | i                  | 4                                                     | i                   |
| 17                                            | 1                                                                                 | ii                 | 4                                                     | i                   |
| 18                                            | 1                                                                                 | ii                 | 4                                                     | ii                  |
| 19                                            | 2                                                                                 | i                  | 3                                                     | i                   |
| 20                                            | 2                                                                                 | ii                 | 3                                                     | i                   |
| 21                                            | 2                                                                                 | ii                 | 3                                                     | ii                  |

|    |   |    |   |    |
|----|---|----|---|----|
| 22 | 2 | i  | 4 | i  |
| 23 | 2 | i  | 4 | ii |
| 24 | 2 | ii | 4 | i  |
| 25 | 2 | ii | 4 | ii |
| 26 | 3 | i  | 4 | i  |
| 27 | 3 | i  | 4 | ii |
| 28 | 3 | ii | 4 | ii |

Tabla 6. Lista de agregaciones de CDM-4 permitidas dentro de un par de configuraciones CSI-RS de 8 puertos

En la Tabla 6, i y ii representan los primer y segundo grupos CDM-4 dentro de un recurso CSI-RS heredado de 8 puertos respectivamente.

Debe observarse que la Tabla 6 indica una configuración CSI-RS de 8 puertos y combinaciones de pares del grupo CDM-4 que pueden estar en cualquier orden. Por ejemplo la combinación de pares (3,ii) y (4,ii) correspondiente al último renglón de la Tabla 6 se aplica a los siguientes dos casos:

- La primera configuración CSI-RS de 8 puertos es 3 y la segunda configuración CSI-RS de 8 puertos es 4;
- La primera configuración CSI-RS de 8 puertos es 4 y la segunda configuración CSI-RS de 8 puertos es 3.

El orden exacto de las configuraciones CSI-RS de 8 puertos está determinado por el número  $i$  de recursos CSI-RS definido en la Ecuación 12. En algunas realizaciones, uno o más índices de configuración de agregación de CDM-4 (que representa la configuración CSI-RS de 8 puertos y combinaciones de pares del grupo CDM-4) se señala al dispositivo inalámbrico por el nodo de red mediante señalización de capa superior. En una realización alternativa, sólo los primeros grupos CDM-4 entre los pares de configuraciones CSI-RS de 8 puertos se les permite ser agregados y de manera similar sólo los segundos grupos CDM-4 entre pares de configuraciones CSI-RS de 8 puertos se les permite ser agregados.

Una lista alternativa de agregaciones de CDM-4 permitidas dentro de pares de recursos CSI-RS heredados de 8 puertos para obtener un grupo CDM-8 se proporciona en la Tabla 7.

| <b>Configuraciones de Agregación de CDM-4</b> | <b>Configuración CSI-RS de 8 puertos y combinaciones de pares del grupo CDM-4</b> |                    |                                                       |                     |
|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------------------------------------------------------|---------------------|
|                                               | Primera configuración de recursos CSI-RS de 8 puertos                             | Primer grupo CDM-4 | Segunda configuración de recursos CSI-RS de 8 puertos | Segundo grupo CDM-4 |
| 0                                             | 0                                                                                 | i                  | 1                                                     | i                   |
| 1                                             | 0                                                                                 | ii                 | 1                                                     | ii                  |
| 2                                             | 0                                                                                 | i                  | 2                                                     | i                   |
| 3                                             | 0                                                                                 | ii                 | 2                                                     | ii                  |
| 4                                             | 0                                                                                 | i                  | 3                                                     | i                   |
| 5                                             | 0                                                                                 | ii                 | 3                                                     | ii                  |
| 6                                             | 1                                                                                 | i                  | 2                                                     | i                   |
| 7                                             | 1                                                                                 | ii                 | 2                                                     | i                   |
| 8                                             | 1                                                                                 | ii                 | 2                                                     | ii                  |
| 9                                             | 1                                                                                 | i                  | 3                                                     | i                   |
| 10                                            | 1                                                                                 | ii                 | 3                                                     | i                   |
| 11                                            | 1                                                                                 | ii                 | 3                                                     | ii                  |
| 12                                            | 1                                                                                 | i                  | 4                                                     | i                   |
| 13                                            | 1                                                                                 | ii                 | 4                                                     | ii                  |
| 14                                            | 2                                                                                 | i                  | 3                                                     | i                   |
| 15                                            | 2                                                                                 | ii                 | 3                                                     | i                   |
| 16                                            | 2                                                                                 | ii                 | 3                                                     | ii                  |
| 17                                            | 2                                                                                 | i                  | 4                                                     | i                   |
| 18                                            | 2                                                                                 | ii                 | 4                                                     | ii                  |
| 19                                            | 3                                                                                 | i                  | 4                                                     | i                   |
| 20                                            | 3                                                                                 | ii                 | 4                                                     | ii                  |

Tabla 7. Una lista alternativa de agregaciones de CDM-4 permitidas

5 dentro de un par de configuraciones CSI-RS de 8 puertos

En la Tabla 7, sólo los primeros grupos CDM-4 entre pares de configuraciones CSI-RS de 8 puertos se les permite ser agregados y de manera similar sólo los segundos grupos CDM-4 entre pares de configuraciones CSI-RS de 8 puertos se les permite ser agregados con la  
 10 excepción de tres renglones (los renglones 7, 10 y 15). La razón para elegir la combinación de pares mencionada en las filas 7, 10 y 15 es que estos pares combinados están ubicados en los mismos dos símbolos OFDM (es decir, los

símbolos OFDM 2-3 en la segunda trama) y tienen una separación de frecuencia máxima de 6 subportadoras.

En una realización alternativa adicional, la agregación del grupo CDM-4 dentro de la misma configuración CSI-RS de 8 puertos está permitida. En algunos casos, la agregación CDM-4 dentro de la misma configuración CSI-RS de 8 puertos puede combinarse con agregación CDM-4 a través de pares de configuraciones CSI-RS de 8 puertos. Un ejemplo que muestra la agregación de CDM-4 dentro del recurso CSI-RS de 8 puertos combinado con la agregación de CDM-4 a través de un par de recursos CSI-RS de 8 puertos se muestra en la Figura 20. En la Figura 20, el grupo CDM-8 indicado por C se forma por la agregación del grupo CDM-4 dentro de la misma configuración CSI-RS de 8 puertos.

#### *Numeración de puertos de antena*

Para señales de referencia CSI transmitidas en 24 y 32 puertos de antena, los puertos de antena serán  $p = 15, \dots, 38$  y  $p = 15, \dots, 46$ , respectivamente. Al agregar múltiples recursos CSI-RS heredados de 8 puertos para formar un recurso CSI-RS para 24 o 28 puertos, se debe definir el mapeo entre cada puerto de antena para un RE de CSI-RS para que un dispositivo inalámbrico pueda medir el canal de cada puerto de antena correctamente. A continuación, se analizan varias soluciones mediante el uso de 24 y 32 puertos como ejemplos.

Para señales de referencia CSI que usan 24 o 32 puertos de antena, las configuraciones de recursos CSI-RES  $N_{\text{res}}^{\text{CSI}}$  en la misma sub-trama, numeradas de 0 a  $N_{\text{res}}^{\text{CSI}} - 1$ , se agregan para obtener  $N_{\text{res}}^{\text{CSI}} N_{\text{ports}}^{\text{CSI}}$  puertos de antena en total. Cada configuración de recursos CSI-RS en dicha agregación corresponde a  $N_{\text{ports}}^{\text{CSI}} = 8$  puertos de antena y una de las configuraciones CSI-RS en la Tabla 2.  $N_{\text{res}}^{\text{CSI}}$  y  $N_{\text{ports}}^{\text{CSI}}$  respectivamente denotan el número de recursos CSI-RS agregados y el número de puertos de antena por configuración de recurso CSI-RS agregado. Los valores de  $N_{\text{res}}^{\text{CSI}}$  y  $N_{\text{ports}}^{\text{CSI}}$  para los casos del diseño NZP CSI-RS de 24 y 32 puertos se proporcionan en la Tabla 8.

| Número total de puertos de antena<br>$N_{\text{res}}^{\text{CSI}} N_{\text{ports}}^{\text{CSI}}$ | Número de puertos de antena por configuración CSI-RS<br>$N_{\text{ports}}^{\text{CSI}}$ | Número de configuraciones CSI-RS<br>$N_{\text{res}}^{\text{CSI}}$ |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| 24                                                                                               | 8                                                                                       | 3                                                                 |
| 32                                                                                               | 8                                                                                       | 4                                                                 |

Tabla 8: Configuraciones de agregación de CSI-RS para 24 y 32 puertos

- Se discute una solución usando 32 puertos como ejemplo, donde un
- 5 UE se señala con una lista de cuatro recursos CSI-RS de 8 puertos, es decir  $\{k_0, k_1, k_2, k_3\}$  y  $k_i \in \{0, 1, 2, 3, 4\}$  es uno de las configuraciones del recurso CSI-RS de 8 puertos en la Tabla 2. Para el caso de OCC8, es decir, cuando el parámetro de capa superior 'cdmType' se configura en cdm8, y una lista de configuraciones de recurso CSI-RS  $N_{\text{res}}^{\text{CSI}} = 4$ ,  $\{k_0, k_1, k_2, k_3\}$ , la lista se
- 10 reordena a una nueva lista  $\{m_0, m_1, m_2, m_3\}$  de forma tal que  $m_0 = k_0$  y  $m_1$  corresponde a la primera entrada en  $\{k_1, k_2, k_3\}$  que el par de recursos CSI-RS  $\{m_0, m_1\}$  cumple con las restricciones discutidas en la Realización A. De manera similar,  $\{m_2, m_3\}$  son el segundo par de recursos CSI-RS con  $m_3 = k_i$  y  $m_4 = k_j$  ( $i, j \in \{1, 2, 3\}$ ) de forma tal que  $j > i$ .
- 15 El mapeo de la secuencia de señal de referencia  $r_{l, n_s}(m)$  de la Ecuación 5 para los símbolos de modulación de valor complejo  $a_{k, l}^{(p)}$  utilizados como símbolos de referencia en el puerto de antena p se definen como:

$$a_{k, l}^{(p')} = w_{p'}(i) \cdot r_{l, n_s}(m')$$

donde

$$k = k_q' + 12m - \begin{cases} k'' & \text{para } p' \in \{15, \dots, 22\} \text{ prefijo cíclico normal } \mathfrak{z}, N_{\text{ports}}^{\text{CSI}} = 8 \\ k'' + 6 & \text{para } p' \in \{23, \dots, 30\} \text{ prefijo cíclico normal } \mathfrak{z}, N_{\text{ports}}^{\text{CSI}} = 8 \end{cases}$$

$$l = l_q' + \begin{cases} l'' & \text{CSI configuraciones de señal de referencia CSI 0-19, prefijo cíclico normal} \\ 2l'' & \text{CSI configuraciones de señal de referencia CSI 20-31, prefijo cíclico normal} \end{cases}$$

$$q = 0, 1$$

$$l'' = 0, 1$$

$$k'' = 0, 1$$

$$i = 4q + 2k'' + l''$$

$$m$$

$$m = 0, 1, \dots, N_{\text{RB}}^{\text{DL}} - 1$$

$$m' = m + \left\lfloor \frac{N_{\text{RB}}^{\text{max,DL}} - N_{\text{RB}}^{\text{DL}}}{2} \right\rfloor$$

y donde  $w_{p'}(i)$  está dado por la Tabla 9.

| $p'$  | $[w_{p'}(0) \ w_{p'}(1) \ w_{p'}(2) \ w_{p'}(3) \ w_{p'}(4) \ w_{p'}(5) \ w_{p'}(6) \ w_{p'}(7)]$ |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 15,23 | $[1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1]$                                                                 |
| 16,24 | $[1 \ -1 \ 1 \ -1 \ 1 \ -1 \ 1 \ -1]$                                                             |
| 19,25 | $[1 \ 1 \ -1 \ -1 \ 1 \ 1 \ -1 \ -1]$                                                             |
| 20,26 | $[1 \ -1 \ -1 \ 1 \ 1 \ -1 \ -1 \ 1]$                                                             |
| 15,27 | $[1 \ 1 \ 1 \ 1 \ -1 \ -1 \ -1 \ -1]$                                                             |
| 16,28 | $[1 \ -1 \ 1 \ -1 \ -1 \ 1 \ -1 \ 1]$                                                             |
| 19,29 | $[1 \ 1 \ -1 \ -1 \ -1 \ -1 \ 1 \ 1]$                                                             |
| 20,30 | $[1 \ -1 \ -1 \ 1 \ -1 \ 1 \ 1 \ -1]$                                                             |

Tabla 9

- La cantidad  $(k_q', l_q')$  corresponde a  $(k', l')$  dado en la Tabla 2 de una configuración de recurso CSI-RS  $n_q$  ( $q = 0, 1$ ) y  $\{n_0, n_1\}$  es un par de configuraciones CSI-RS usadas para CDM8.  $(n_0, n_1) = (m_0, m_1)$  o  $(n_0, n_1) = (m_2, m_3)$ . La cantidad  $(k', l')$  y las condiciones necesarias en  $n_s$  están dadas por la Tabla 2. Dejando que  $i$  sea el  $i$ ésimo par de recursos CSI-RS, es decir  $(m_{2i}, m_{2i+1})$ , la relación entre el número de puerto de la antena  $p$  y la cantidad  $p'$  puede describirse como

$$p = i2N_{\text{ports}}^{\text{CSI}} + p' \quad \text{Ecuación 14}$$

donde  $p' \in \{15, 16, \dots, 15 + 2N_{\text{ports}}^{\text{CSI}} - 1\}$  para el  $i$ ésimo par de recursos CSI-RS  $(m_{2i}, m_{2i+1})$  y  $i \in \{0, 1\}$ ,  $N_{\text{ports}}^{\text{CSI}} = 8$ .

La Figura 21 es un diagrama de flujo de una realización ejemplar del proceso de canal del canal de código 24 de acuerdo con los principios de la divulgación. Los circuitos de procesamiento 18 reciben una configuración de agregación de CDM que corresponde al primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia agregados en una sub-trama, donde el primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia satisfacen un criterio temporal y un criterio de frecuencia para la separación entre elementos de recursos (Bloque S104). El primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia seleccionados en la sub-trama están configurados para reducir las pérdidas de rendimiento debido a al menos una variación de canal a través de una pluralidad de símbolos en la sub-trama. Los circuitos de procesamiento 18 realizan una estimación de canal basándose en la configuración de agregación de CDM (Bloque S106).

La Figura 22 shows un ejemplo de numeración de puertos de antena con CDM8 y 32 puertos con  $\{k_0, k_1, k_2, k_3\} = \{0, 4, 1, 3\}$ . Para satisfacer las limitaciones discutidas en la Realización A, las configuraciones de recursos CSI-RS son reordenadas como  $\{m_0, m_1, m_2, m_3\} = \{0, 1, 4, 3\}$ . Entonces el primer par de recursos CSI-RS es  $\{n_0, n_1\} = (0, 1)$  y el segundo par es  $\{n_0, n_1\} = (4, 3)$ . Para el primer par de recursos  $\{n_0, n_1\} = (0, 1)$ , el código de cobertura CDM8  $w_{p'}(0), \dots, w_{p'}(3)$  se mapea para el REs de CSI-RS de la configuración 0 mientras  $w_{p'}(4), \dots, w_{p'}(7)$  se mapea para el REs de CSI-RS de la configuración 1. De manera similar, para el segundo par de recursos  $\{n_0, n_1\} = (4, 3)$ , el código de cobertura CDM8  $w_{p'}(0), \dots, w_{p'}(3)$  se mapea para el REs de CSI-RS de la configuración 4 mientras  $w_{p'}(4), \dots, w_{p'}(7)$  se mapea para el REs de CSI-RS de la configuración 3. Se debe observar que la subscripción  $p'$  of  $w_p$  se omite en la figura por simplicidad. El puerto de antena  $p$  se puede derivar de acuerdo con  $\{m_0, m_1, m_2, m_3\} = \{0, 1, 4, 3\}$  y , donde los primeros 16 puertos  $p=\{15, \dots, 30\}$  se mapean para los REs asociados con el primer par

de recursos CSI-RS  $\{m_0, m_1\} = \{0, 1\}$  y los siguientes 16 puertos  $p = \{31, \dots, 46\}$  se mapean para los REs asociados con el segundo par de recursos REs de CSI-RS  $\{m_2, m_3\} = \{4, 3\}$ .

En una o más realizaciones, el nodo de red 14 incluye un módulo de procesamiento de agregación. El módulo de procesamiento de agregación está configurado para seleccionar un primer conjunto y un segundo conjunto de recursos de señal de referencia en una sub-trama. El módulo de procesamiento de agregación además está configurado para agregar el primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia para sub-trama para formar una configuración de agregación de multiplexación por división de código, CDM. El primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia en la sub-trama satisfacen un criterio temporal de forma tal que cualquiera de los dos elementos de recursos en el primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia tienen hasta un máximo de separación de tiempo de seis símbolos OFDM. El primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia en la sub-trama satisfacen un criterio de frecuencia de forma tal que cualquiera de los dos elementos de recursos en el primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia tienen hasta una frecuencia máxima de separación de seis subportadoras.

En una o más realizaciones, un dispositivo inalámbrico 14 incluye un módulo de procesamiento de canal configurado para recibir una configuración de agregación de CDM que corresponde al primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia agregados en una sub-trama. La configuración de agregación de CDM se configura para realizar una estimación de canal basándose en la configuración de agregación de CDM. El primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia en la sub-trama satisfacen un criterio temporal de forma tal que cualquiera de los dos elementos de recursos en el primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia tienen hasta un máximo de separación de tiempo de seis símbolos OFDM. El primer conjunto y el segundo conjunto de

recursos de señal de referencia en la sub-trama satisfacen un criterio de frecuencia de forma tal que cualquiera de los dos elementos de recursos en el primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia tienen hasta una frecuencia máxima de separación de seis subportadoras.

5 Algunas realizaciones incluyen:

Realización 1A. Un nodo de red 14, que comprende:  
circuitos de procesamiento 28 configurados para:

seleccionar un primer conjunto y un segundo conjunto de recursos de señal de referencia en una sub-trama para reducir pérdidas de rendimiento debido a al menos una variación de canal a través de una pluralidad de símbolos en la sub-trama; y

comunicar el primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia seleccionados a un dispositivo inalámbrico.

Realización 2A. El nodo de red 14 de la Realización 1A, caracterizado porque la al menos una variación de canal a través de la pluralidad de símbolos en la sub-trama incluye una variación de canal en el tiempo.

Realización 3A. El nodo de red 14 de cualquiera de las Realizaciones 1A-2A, caracterizado porque la selección del primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia en la sub-trama satisface un criterio temporal, donde el criterio temporal define una separación de tiempo máxima entre dos símbolos de la pluralidad de símbolos para que sean seis símbolos.

Realización 4A. El nodo de red 14 de cualquiera de las Realizaciones 1A-3A, caracterizado porque la al menos una variación de canal a través de símbolos incluye una variación de canal en el dominio de la frecuencia.

Realización 5A. El nodo de red de cualquiera de las Realizaciones 1A-4A, caracterizado porque la selección del primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia en la sub-trama satisface un criterio de frecuencia, donde el criterio de frecuencia define una separación de frecuencia máxima entre cualquiera dos subportadoras que portan la pluralidad de símbolos para que sean seis subportadoras.

Realización 6A. El nodo de red 14 de cualquiera de las Realizaciones 1A-5A, caracterizado porque el primer conjunto de recursos de señal de referencia corresponde a una primera configuración de señal de referencia incluyendo una primera porción de los recursos de señal de referencia;

- 5        el segundo conjunto de recursos de señal de referencia corresponde a una segunda porción de recursos de señal de referencia diferente a la primera porción de recursos de señal de referencia.

Realización 7A. El nodo de red 14 de la Realización 6A, caracterizado porque la primera configuración de señal de referencia es al menos una  
10        primera configuración de señal de referencia de información del estado del canal, CSI-RS; y

la segunda configuración de señal de referencia es al menos una segunda configuración CSI-RS diferente de la al menos primera configuración CSI-RS.

- 15        Realización 8A. El nodo de red 14 de cualquiera de las Realizaciones 1A-7A, caracterizado porque el primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia en la sub-trama se agregan para formar una configuración de agregación de multiplexación por división de código, CDM.

Realización 9A. El nodo de red de la Realización 8A, caracterizado  
20        porque el primer conjunto de recursos de señal de referencia en la sub-trama incluye un subconjunto de recursos de un recurso CSI-RS de ocho puertos;

- el segundo conjunto de recursos de señal de referencia en la sub-trama incluye un subconjunto de recursos en un recurso CSI-RS de ocho puertos diferente al recurso CSI-RS de ocho puertos en el primer conjunto de recursos  
25        de señal de referencia; y

la configuración de agregación de CDM tiene un código de cobertura ortogonal de longitud ocho.

Realización 10A. Un método, que comprende:

- seleccionar un primer y segundo conjuntos de recursos de señal de  
30        referencia en una sub-trama para reducir pérdidas de rendimiento debido a al

menos una variación de canal a través de una pluralidad de símbolos en la sub-trama; y

comunicar el primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia seleccionados a un dispositivo inalámbrico 12.

5        Realización 11A. El método de la Realización 10A, caracterizado porque la al menos una variación de canal a través de la pluralidad de símbolos en la sub-trama incluye una variación de canal en el tiempo.

10        Realización 12A. El método de cualquiera de las Realizaciones 10A-11A, caracterizado porque la selección del primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia en la sub-trama satisface un criterio temporal, donde el criterio temporal que define una separación de tiempo máxima entre cualquiera dos símbolos de la pluralidad de símbolos para que sean seis símbolos.

15        Realización 13A. El método de cualquiera de las Realizaciones 10A-12A, caracterizado porque la al menos una variación de canal a través de símbolos incluye una variación de canal en el dominio de la frecuencia.

20        Realización 14A. El método de cualquiera de las Realizaciones 10A-13A, caracterizado porque la selección del primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia en la sub-trama satisface un criterio de frecuencia, donde el criterio de frecuencia que define una separación de frecuencia máxima entre cualquiera dos portadoras que portan la pluralidad de símbolos para que sean seis subportadoras.

25        Realización 15A. El método de cualquiera de las Realizaciones 10A-14A, caracterizado porque el primer conjunto de recursos de señal de referencia corresponde a una primera configuración de señal de referencia incluyendo una primera porción de los recursos de señal de referencia;

el segundo conjunto de recursos de señal de referencia corresponde a una segunda porción de recursos de señal de referencia diferente a la primera porción de recursos de señal de referencia.

30        Realización 16A. El método de la Realización 15A, caracterizado porque la primera configuración de señal de referencia es al menos una

primera configuración de señal de referencia de información del estado del canal, CSI-RS; y

la segunda configuración de señal de referencia es al menos una segunda configuración CSI-RS diferente de la al menos primera configuración CSI-RS.

Realización 17A. El método de cualquiera de las Realizaciones 10A-16A, caracterizado porque el primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia en la sub-trama se agregan para formar una configuración de agregación de multiplexación por división de código, CDM.

Realización 18A. El método de la Realización 17A, caracterizado porque el primer conjunto de recursos de señal de referencia en la sub-trama incluye un subconjunto de recursos dentro de un recurso CSI-RS de ocho puertos;

el segundo conjunto de recursos de señal de referencia en la sub-trama incluye un subconjunto de recursos dentro de un recurso CSI-RS de ocho puertos diferente al recurso CSI-RS de ocho puertos en el primer conjunto de recursos de señal de referencia; y

la configuración de agregación de CDM tiene un código de cobertura ortogonal de longitud ocho.

Realización 19A. Un dispositivo inalámbrico 12, que comprende: circuitos de procesamiento 18 configurados para:

recibir una indicación de un primer y segundo conjuntos de recursos de señal de referencia seleccionados en una sub-trama, donde el primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia seleccionados en la sub-trama están configurados para reducir pérdidas de rendimiento debido a al menos una variación de canal a través de una pluralidad de símbolos en la sub-trama;

realizar una estimación de canal basándose en el primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia seleccionados en la sub-trama.

Realización 20A. El dispositivo inalámbrico 12 de la Realización 19A, caracterizado porque la al menos una variación de canal a través de la pluralidad de símbolos en la sub-trama incluye una variación de canal en el tiempo.

5 Realización 21A. El dispositivo inalámbrico 12 de cualquiera de las Realizaciones 19A-20A, caracterizado porque el primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia en la sub-trama satisface un criterio temporal, donde el criterio temporal que define una separación de tiempo máxima entre dos símbolos de la pluralidad de símbolos para que sean  
10 seis símbolos.

Realización 22A. El dispositivo inalámbrico 12 de cualquiera de las Realizaciones 19A-21A, caracterizado porque la al menos una variación de canal a través de símbolos incluye una variación de canal en el dominio de la frecuencia.

15 Realización 23A. El dispositivo inalámbrico 12 de cualquiera de las Realizaciones 19A-22A, caracterizado porque el primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia en la sub-trama satisface un criterio de frecuencia, donde el criterio de frecuencia que define una separación de frecuencia máxima entre cualquiera de las dos portadoras que  
20 llevan la pluralidad de símbolos para que sean seis subportadoras.

Realización 24A. El dispositivo inalámbrico 12 de cualquiera de las Realizaciones 19A-23A, caracterizado porque el primer conjunto de recursos de señal de referencia corresponde a una primera configuración de señal de referencia que incluye una primera porción de los recursos de señal de  
25 referencia;

el segundo conjunto de recursos de señal de referencia corresponde a una segunda porción de recursos de señal de referencia diferente a la primera porción de recursos de señal de referencia.

Realización 25A. El dispositivo inalámbrico 12 de la Realización 24A,  
30 caracterizado porque la primera configuración de señal de referencia es al menos una primera configuración de señal de referencia, CSI-RS; y

la segunda configuración de señal de referencia de información del estado del canal es al menos una segunda configuración CSI-RS diferente de la al menos primera configuración CSI-RS.

5 Realización 26A. El dispositivo inalámbrico 12 de cualquiera de las Realizaciones 19A-25A, caracterizado porque el primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia en la sub-trama se agregan para formar una configuración de agregación de multiplexación por división de código, CDM.

10 Realización 27A. El dispositivo inalámbrico 12 de la Realización 26A, caracterizado porque el primer conjunto de recursos de señal de referencia en la sub-trama incluye un subconjunto de recursos dentro de un recurso CSI-RS de ocho puertos;

el segundo conjunto de recursos de señal de referencia en la sub-trama incluye un subconjunto de recursos dentro de un recurso CSI-RS de ocho  
15 puertos diferente al recurso CSI-RS de ocho puertos en el primer conjunto de recursos de señal de referencia; y

la configuración de agregación de CDM tiene un código de cobertura ortogonal de longitud ocho.

20 Realización 28A. El dispositivo inalámbrico 12 de cualquiera de las Realizaciones 19A-27A, caracterizado porque los circuitos de procesamiento 18 están además configurados para mapear el primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia en la sub-trama para una pluralidad de puertos de antena.

Realización 29A. Un método, que comprende:  
25 recibir una indicación de un primer y segundo conjuntos de recursos de señal de referencia seleccionados en una sub-trama, donde el primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia seleccionados en la sub-trama están configurados para reducir pérdidas de rendimiento debido a al menos una variación de canal a través de una  
30 pluralidad de símbolos en la sub-trama;

realizar una estimación del canal basándose en el primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia seleccionados en la sub-trama.

5 Realización 30A. El método de la Realización 29A, caracterizado porque la al menos una variación de canal a través de la pluralidad de símbolos en la sub-trama incluye una variación de canal en el tiempo.

Realización 31A. El método de cualquiera de las Realizaciones 29A-30A, caracterizado porque el primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia en la sub-trama satisface un criterio temporal,  
10 donde el criterio temporal define una separación de tiempo máxima entre dos símbolos cualquiera de la pluralidad de símbolos para que sean seis símbolos.

Realización 32A. El método de cualquiera de las Realizaciones 29A-31A, caracterizado porque la al menos una variación de canal a través de  
15 símbolos incluye una variación de canal en el dominio de la frecuencia.

Realización 33A. El método de cualquiera de las Realizaciones 29A-32A, caracterizado porque el primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia en la sub-trama satisface un criterio de frecuencia, donde el criterio de frecuencia define una separación de  
20 frecuencia máxima entre cualquiera de las dos subportadoras que llevan la pluralidad de símbolos para que sean seis subportadoras.

Realización 34A. El método de cualquiera de las Realizaciones 29A-33A, caracterizado porque el primer conjunto de recursos de señal de referencia corresponde a una primera configuración de señal de referencia  
25 incluyendo una primera porción de los recursos de señal de referencia;

el segundo conjunto de recursos de señal de referencia corresponde a una segunda porción de recursos de señal de referencia diferente a la primera porción de recursos de señal de referencia.

Realización 35A. El método de la Realización 34A, caracterizado  
30 porque la primera configuración de señal de referencia es al menos una

primera configuración de señal de referencia de información del estado del canal, CSI-RS; y

la segunda configuración de señal de referencia es al menos una segunda configuración CSI-RS diferente de la al menos primera configuración CSI-RS.

Realización 36A. El método de cualquiera de las Realizaciones 29A-35A, caracterizado porque el primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia en la sub-trama se agregan para formar una configuración de agregación de multiplexación por división de código, CDM.

Realización 37A. El método de la Realización 36A, caracterizado porque el primer conjunto de recursos de señal de referencia en la sub-trama incluye un subconjunto de recursos dentro de un recurso CSI-RS de ocho puertos;

el segundo conjunto de recursos de señal de referencia en la sub-trama incluye un subconjunto de recursos dentro de un recurso CSI-RS de ocho puertos diferente al recurso CSI-RS de ocho puertos en el primer conjunto de recursos de señal de referencia; y

la configuración de agregación de CDM tiene un código de cobertura ortogonal de longitud ocho.

Realización 38A. El método de cualquiera de las Realizaciones 29A-37A, caracterizado porque los circuitos de procesamiento están además configurados para mapear el primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia en la sub-trama para una pluralidad de puertos de antena.

Realización 39A. Un nodo de red 14, que comprende:

un módulo de procesamiento de agregación configurado para:

seleccionar un primer conjunto y un segundo conjunto de recursos de señal de referencia en una sub-trama para reducir pérdidas de rendimiento debido a al menos una variación de canal a través de una pluralidad de símbolos en la sub-trama; y

comunicar el primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia seleccionados a un dispositivo inalámbrico 12.

Realización 40A. Un dispositivo inalámbrico 12, que comprende:  
un módulo de procesamiento de canal configurado para:

5                    recibir una indicación de un primer y segundo conjuntos de recursos de señal de referencia seleccionados en una sub-trama, el primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia seleccionados en la sub-trama configurados para reducir pérdidas de rendimiento debido a al menos una variación de canal a través de una  
10                   pluralidad de símbolos en la sub-trama;

                    realizar una estimación de canal basándose en el primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia seleccionados en la sub-trama.

                    Algunas otras realizaciones:

15                   Según un aspecto de la divulgación, se proporciona un nodo de red 14. El nodo de red incluye circuitos de procesamiento 18 configurados para: seleccionar un primer conjunto y un segundo conjunto de recursos de señal de referencia en una sub-trama y agregar el primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia en la sub-trama para formar una  
20                   configuración de agregación de multiplexación por división de código, CDM. El primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia en la sub-trama satisfacen un criterio temporal de forma tal que cualquiera de los dos elementos de recursos en el primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia tienen hasta un máximo de separación de  
25                   tiempo de seis símbolos OFDM. El primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia en la sub-trama satisfacen un criterio de frecuencia de forma tal que cualquiera de los dos elementos de recursos en el primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia tienen hasta una frecuencia máxima de separación de seis subportadoras.

30                   Según una realización de este aspecto, el primer conjunto de recursos de señal de referencia corresponde a una primera porción de una primera

configuración de señal de referencia. El segundo conjunto de recursos de señal de referencia corresponde a una segunda porción de una segunda configuración de señal de referencia. Según una realización de este aspecto, la primera configuración de señal de referencia es al menos una primera  
5 configuración de señal de referencia de información del estado del canal, CSI-RS. La segunda configuración de señal de referencia es al menos una segunda configuración CSI-RS diferente de la al menos primera configuración CSI-RS.

Según una realización de este aspecto, el primer conjunto de recursos  
10 de señal de referencia en la sub-trama incluye un subconjunto de recursos de una configuración de recursos CSI-RS de ocho puertos. El segundo conjunto de recursos de señal de referencia en la sub-trama incluye un subconjunto de recursos en una configuración diferente de recursos CSI-RS de ocho puertos diferente de la configuración de recursos de ocho puertos CSI-RS  
15 correspondiente al primer conjunto de recursos de señal de referencia. La configuración de agregación de CDM tiene un código de cubierta ortogonal de longitud ocho. Según una realización de este aspecto, los circuitos de procesamiento 28 además están configurados para comunicar la configuración de agregación de CDM a un dispositivo inalámbrico 12. Según  
20 una realización de este aspecto, la configuración de agregación de CDM es una agregación de dos grupos CDM-4.

Según otro aspecto de la divulgación, se proporciona un método. Se seleccionan un primer y segundo conjuntos de recursos de señal de referencia en una sub-trama. El primer conjunto y el segundo conjunto de  
25 recursos de señal de referencia se agregan a la sub-trama para formar una configuración de agregación de multiplexación por división de código, CDM. El primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia en la sub-trama satisfacen un criterio temporal de forma tal que cualquiera de los dos elementos de recursos en el primer conjunto y el segundo conjunto de  
30 recursos de señal de referencia tienen hasta un máximo de separación de tiempo de seis símbolos OFDM. El primer conjunto y el segundo conjunto de

recursos de señal de referencia en la sub-trama satisfacen un criterio de frecuencia de forma tal que cualquiera de los dos elementos de recursos en el primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia tienen hasta una frecuencia máxima de separación de seis subportadoras.

5            Según una realización de este aspecto, el primer conjunto de recursos de señal de referencia corresponde a una primera porción de una primera configuración de señal de referencia. El segundo conjunto de recursos de señal de referencia corresponde a una segunda porción de una segunda configuración de señal de referencia. Según una realización de este aspecto,  
10    la primera configuración de señal de referencia es al menos una primera configuración de señal de referencia de información del estado del canal, CSI-RS. La segunda configuración de señal de referencia es al menos una segunda configuración CSI-RS diferente de la al menos primera configuración CSI-RS. Según una realización de este aspecto, el primer conjunto de  
15    recursos de señal de referencia en la sub-trama incluye un subconjunto de recursos de una configuración de recursos CSI-RS de ocho puertos. El segundo conjunto de recursos de señal de referencia en la sub-trama incluye un subconjunto de recursos en una configuración diferente de recursos CSI-RS de ocho puertos diferente de la configuración de recursos de ocho puertos  
20    CSI-RS correspondiente al primer conjunto de recursos de señal de referencia. La configuración de agregación de CDM tiene un código de cobertura ortogonal de longitud ocho.

            Según una realización de este aspecto, la configuración de agregación de CDM se comunica a un dispositivo inalámbrico 12. Según una realización  
25    de este aspecto, la configuración de agregación de CDM es una agregación de dos grupos CDM-4.

            Según otro aspecto de la divulgación, se proporciona un dispositivo inalámbrico 12. El dispositivo inalámbrico incluye circuitos de procesamiento  
28    configurados para recibir una configuración de agregación de CDM que  
30    corresponde al primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia agregados en una sub-trama y realizar una estimación de canal

basándose en la configuración de agregación de CDM. El primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia satisfacen un criterio temporal de forma tal que cualquiera de los dos elementos de recursos en el primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia  
5 tienen hasta un máximo de separación de tiempo de seis símbolos OFDM. El primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia satisfacen un criterio de frecuencia de forma tal que cualquiera de los dos elementos de recursos en el primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia tienen hasta una frecuencia máxima de  
10 separación de seis subportadoras.

Según una realización de este aspecto, el primer conjunto de recursos de señal de referencia corresponde a una primera porción de una primera configuración de señal de referencia. El segundo conjunto de recursos de señal de referencia corresponde a una segunda porción de una segunda  
15 configuración de señal de referencia. Según una realización de este aspecto, la primera configuración de señal de referencia es al menos una primera configuración de señal de referencia de información del estado del canal, CSI-RS. La segunda configuración de señal de referencia es al menos una segunda configuración CSI-RS diferente de la al menos primera configuración  
20 CSI-RS.

Según una realización de este aspecto, el primer conjunto de recursos de señal de referencia en la sub-trama incluye un subconjunto de recursos de una configuración de recursos CSI-RS de ocho puertos. El segundo conjunto de recursos de señal de referencia en la sub-trama incluye un subconjunto de  
25 recursos en una configuración diferente de recursos CSI-RS de ocho puertos diferente de la configuración de recursos de ocho puertos CSI-RS correspondiente al primer conjunto de recursos de señal de referencia. La configuración de agregación de CDM tiene un código de cobertura ortogonal de longitud ocho. Según una realización de este aspecto, los circuitos de  
30 procesamiento 28 están además configurados para mapear el primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia en la sub-trama para

una pluralidad de puertos de antena. Según una realización de este aspecto, la configuración de agregación de CDM es una agregación de dos grupos CDM-4.

Según otro aspecto de la divulgación, se proporciona un método para un dispositivo inalámbrico 12. Se recibe una configuración de agregación de CDM que corresponde al primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia agregados en una sub-trama. El primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia. La estimación del canal se realiza basándose en la configuración de agregación de CDM. El primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia satisfacen un criterio temporal de forma tal que cualquiera de los dos elementos de recursos en el primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia tienen hasta un máximo de separación de tiempo de seis símbolos OFDM. El primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia satisfacen un criterio de frecuencia de forma tal que cualquiera de los dos elementos de recursos en el primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia tienen hasta una frecuencia máxima de separación de seis subportadoras.

Según una realización de este aspecto, el primer conjunto de recursos de señal de referencia corresponde a una primera porción de una primera configuración de señal de referencia. El segundo conjunto de recursos de señal de referencia corresponde a una segunda porción de una segunda configuración de señal de referencia. Según una realización de este aspecto, la primera configuración de señal de referencia es al menos una primera configuración de señal de referencia de información del estado del canal, CSI-RS. La segunda configuración de señal de referencia es al menos una segunda configuración CSI-RS diferente de la al menos primera configuración CSI-RS.

Según una realización de este aspecto, el primer conjunto de recursos de señal de referencia en la sub-trama incluye un subconjunto de recursos de una configuración de recursos CSI-RS de ocho puertos. El segundo conjunto

de recursos de señal de referencia en la sub-trama incluye un subconjunto de recursos en una configuración diferente de recursos CSI-RS de ocho puertos diferente de la configuración de recursos de ocho puertos CSI-RS correspondiente al primer conjunto de recursos de señal de referencia. La configuración de agregación de CDM tiene un código de cubierta ortogonal de longitud ocho.

Según una realización de este aspecto, la configuración de agregación de CDM es una agregación de dos grupos CDM-4. Según una realización de este aspecto, el primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia seleccionados en la sub-trama se mapean para una pluralidad de puertos de antena.

Según otro aspecto de la divulgación, se proporciona un nodo de red 14. El nodo de red 14 incluye un módulo de procesamiento de agregación configurado para: seleccionar un primer conjunto y un segundo conjunto de recursos de señal de referencia en una sub-trama y agregar el primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia para sub-trama para formar una configuración de agregación de multiplexación por división de código, CDM. El primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia en la sub-trama satisfacen un criterio temporal de forma tal que cualquiera de los dos elementos de recursos en el primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia tienen hasta un máximo de separación de tiempo de seis símbolos OFDM. El primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia en la sub-trama satisfacen un criterio de frecuencia de forma tal que cualquiera de los dos elementos de recursos en el primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia tienen hasta una frecuencia máxima de separación de seis subportadoras.

Según un aspecto de la divulgación, se proporciona un dispositivo inalámbrico 12. El dispositivo inalámbrico 12 incluye un módulo de procesamiento de canal configurado para: recibir una configuración de agregación de CDM que corresponde al primer conjunto y el segundo

conjunto de recursos de señal de referencia agregados en una sub-trama, y realizar una estimación de canal basándose en la configuración de agregación de CDM. El primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia satisfacen un criterio temporal de forma tal que cualquiera de los dos elementos de recursos en el primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia tienen hasta un máximo de separación de tiempo de seis símbolos OFDM. El primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia satisfacen un criterio de frecuencia de forma tal que cualquiera de los dos elementos de recursos en el primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia tienen hasta una frecuencia máxima de separación de seis subportadoras.

Según una realización de este aspecto, el módulo de procesamiento de canal además está configurado para comunicar la configuración de agregación de CDM a un dispositivo inalámbrico. Según una realización de este aspecto, la configuración de agregación de CDM se comunica a un dispositivo inalámbrico 12.

Como lo apreciará un experto en la técnica, los conceptos descritos en el presente documento pueden incorporarse como un método, sistema de procesamiento de datos, y/o producto de programa informático. Por consiguiente, los conceptos descritos en este documento pueden tomar la forma de una realización completamente de hardware, una realización completamente de software o una combinación de software y aspectos de hardware, todos referidos generalmente como un "circuito" o "módulo". Además, la divulgación puede tomar la forma de un producto de programa informático en un medio de almacenamiento tangible y utilizable por una computadora con un código de programa informático incorporado en el medio que puede ser ejecutado por una computadora. Se puede utilizar cualquier medio tangible y legible por computadora adecuado, incluyendo discos duros, CD-ROM, dispositivos de almacenamiento electrónico, dispositivos de almacenamiento óptico o dispositivos de almacenamiento magnético.

Algunas realizaciones se describen aquí con referencia a diagramas de flujo y/o diagramas de bloques de métodos, sistemas y productos de programas informáticos. Se entenderá que cada bloque de las ilustraciones del diagrama de flujo y/o los diagramas de bloques, y las combinaciones de bloques en las ilustraciones del diagrama de flujo y/o los diagramas de bloques, se puede implementar mediante instrucciones de programa informático. Estas instrucciones de programa informático pueden proporcionarse a un procesador de una computadora de propósito general, computadora de propósito especial u otro aparato de procesamiento de datos programable para producir una máquina, de forma tal que las instrucciones, que se ejecutan a través del procesador de la computadora u otro aparato de procesamiento de datos programable, crean medios para implementar las funciones/actos especificados en el diagrama de flujo y/o bloque de diagrama o bloque de bloques.

Estas instrucciones de programas informáticos también se pueden almacenar en una memoria legible por computadora o un medio de almacenamiento que puede dirigir a una computadora u otro aparato de procesamiento de datos programable para que funcione de una manera particular, de forma tal que las instrucciones almacenadas en la memoria legible por computadora producen un artículo de fabricación que incluye medios de instrucción que implementan la función/acto especificada en el diagrama de flujo y/o bloque o bloques del diagrama de bloques.

Las instrucciones del programa informático también pueden cargarse en una computadora u otro aparato de procesamiento de datos programable para hacer que se realicen una serie de pasos operativos en la computadora u otro aparato programable para producir un proceso implementado en la computadora de forma tal que las instrucciones que se ejecutan en la computadora u otros aparatos programables proporcionan pasos para implementar las funciones/actos especificados en el diagrama de flujo y/o bloque o bloques del diagrama de bloques.

Debe entenderse que las funciones/actos mencionados en los bloques pueden ocurrir fuera del orden señalado en las ilustraciones operativas. Por ejemplo, dos bloques que se muestran en sucesión pueden ejecutarse de manera substancialmente concurrente o los bloques a veces pueden ejecutarse en orden inverso, dependiendo de la funcionalidad/actos involucrados. Aunque algunos de los diagramas incluyen flechas en las rutas de comunicación para mostrar una dirección primaria de comunicación, debe entenderse que la comunicación puede ocurrir en la dirección opuesta a las flechas representadas.

El código de programa de computadora para llevar a cabo las operaciones de los conceptos descritos aquí puede estar escrito en un lenguaje de programación orientado a objetos como Java® o C++. Sin embargo, el código del programa de computadora para llevar a cabo las operaciones de la divulgación también puede estar escrito en lenguajes de programación de procedimientos convencionales, como el lenguaje de programación "C". El código del programa puede ejecutarse completamente en la computadora del usuario, en parte en la computadora del usuario, como un paquete de software independiente, en parte en la computadora del usuario y parcialmente en una computadora remota o completamente en la computadora remota. En este último caso, la computadora remota se puede conectar a la computadora del usuario a través de una red de área local (LAN, por sus siglas en inglés) o de una red de área amplia (WAN, por sus siglas en inglés), o la conexión se puede hacer a una computadora externa (por ejemplo, a través de Internet usando un Proveedor de Servicios de Internet).

Se han divulgado muchas realizaciones diferentes en este documento, en relación con la descripción antes mencionada y las gráficas. Se entenderá que sería innecesariamente repetitivo y confuso describir literalmente y mostrar cada combinación y subcombinación de las mismas. Por consiguiente, todas las realizaciones pueden combinarse en cualquier forma y/o combinación, y la presente especificación, incluyendo las gráficas, se considerará que constituye una descripción escrita completa de todas las

combinaciones y subcombinaciones de las realizaciones descritas en este documento, y de la manera y el proceso de hacerlas y usarlas, y deberá respaldar las reivindicaciones de cualquier combinación o subcombinación.

5 Los expertos en la técnica apreciarán que los productos descritos en este documento no se limitan a lo que se ha mostrado en particular en este documento. Además, a menos que se mencione lo contrario, se debe tener en cuenta que todas las gráficas adjuntas no están a escala. Una variedad de modificaciones y variaciones son posibles a la luz de las anteriores enseñanzas que están limitadas solamente por las siguientes  
10 reivindicaciones.

## RESUMEN

Se proporcionan un nodo de red, un dispositivo inalámbrico, una estación base, un equipo de usuario y métodos correspondientes. El nodo de red incluye circuitos de procesamiento configurados para: seleccionar un primer conjunto y un segundo conjunto de recursos de señal de referencia en una sub-trama y agregar el primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia en la sub-trama para formar una configuración de agregación de multiplexación por división de código, CDM. El primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia en la sub-trama satisfacen un criterio temporal de forma tal que cualquiera de los dos elementos de recursos en el primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia tienen hasta un máximo de separación de tiempo de seis símbolos OFDM. El primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia en la sub-trama satisfacen un criterio de frecuencia de forma tal que cualquiera de los dos elementos de recursos en el primer conjunto y el segundo conjunto de recursos de señal de referencia tienen hasta una frecuencia máxima de separación de seis subportadoras.