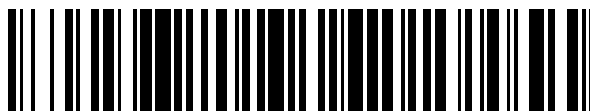


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 590 329**

51 Int. Cl.:

H04L 27/26 (2006.01)

H04B 7/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.09.2010 PCT/KR2010/006360**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **24.03.2011 WO11034357**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.09.2010 E 10817426 (9)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.06.2016 EP 2479948**

54 Título: **Método y aparato para transmitir una señal de referencia en un sistema multiantena**

30 Prioridad:

16.09.2009 US 242810 P
08.01.2010 US 293203 P
16.09.2010 KR 20100091228

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
21.11.2016

73 Titular/es:

LG ELECTRONICS INC. (100.0%)
20, Yeouido-dong, Yeongdeungpo-gu
Seoul 150-721, KR

72 Inventor/es:

NOH, MIN SEOK;
KO, HYUN SOO;
HAN, SEUNG HEE;
CHUNG, JAE HOON y
LEE, MOON IL

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 590 329 T3

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

DESCRIPCIÓN

Método y aparato para transmitir una señal de referencia en un sistema multiantena

Antecedentes de la invención

Campo de la invención

- 5 La presente invención se refiere a comunicaciones inalámbricas y, más particularmente, a un método y aparato para transmitir una señal de referencia en un sistema multiantena.

Técnica relacionada

10 Se han propuesto métodos y utilidades de transmisión/recepción eficaz para un sistema de comunicación inalámbrica de banda ancha para maximizar la eficiencia de recursos radio. Un sistema de multiplexación por división de frecuencia ortogonal (OFDM) capaz de reducir la interferencia entre símbolos (ISI) con una complejidad baja se toma en consideración como uno de los sistemas de comunicación inalámbrica de próxima generación. En la OFDM, un símbolo de datos de entrada en serie se convierte a N símbolos de datos paralelos y entonces se transmite siendo transportado en cada una de N subportadoras separadas. Las subportadoras mantienen ortogonalidad en una dimensión de frecuencia. Cada canal ortogonal experimenta desvanecimiento selectivo de frecuencia mutuamente independiente y se aumenta un intervalo de un símbolo transmitido, minimizando por ello la interferencia entre símbolos.

15 Cuando un símbolo usa la OFDM como un esquema de modulación, un acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal (OFDMA) es un esquema de acceso múltiple en el cual se logra acceso múltiple proporcionando independientemente algunas de las subportadoras disponibles a una pluralidad de usuarios. En el OFDMA, los recursos de frecuencia (es decir, las subportadoras) se proporcionan a los usuarios respectivos y los recursos de frecuencia respectivos no se solapan unos con otros en general dado que se proporcionan independientemente a la pluralidad de usuarios. Consecuentemente, los recursos de frecuencia se asignan a los usuarios respectivos de una manera mutuamente exclusiva. En un sistema OFDMA, la diversidad de frecuencia para múltiples usuarios se puede obtener usando programación selectiva de frecuencia y las subportadoras se pueden asignar de manera diversa según una regla de permutación para las subportadoras. Además, se puede usar un esquema de multiplexación espacial usando múltiples antenas para aumentar la eficiencia de un dominio espacial.

20 La tecnología MIMO se puede usar para mejorar la eficiencia de transmisión y recepción de datos usando múltiples antenas de transmisión y múltiples antenas de recepción. La tecnología MIMO puede incluir un código de bloque de frecuencia espacial (SFBC), un código de bloque de tiempo espacial (STBC), una diversidad de retardo cíclico (CDD), una diversidad de transmisión conmutada de frecuencia (FSTD), una diversidad de transmisión conmutada de tiempo (TSTD), una conmutación de vector de precodificación (PVS), una multiplexación espacial (SM) para implementar diversidad. Una matriz de canal MIMO según el número de antenas de recepción y el número de antenas de transmisión se puede descomponer en un número de canales independientes. Cada uno de los canales independientes se llama capa o flujo. El número de capas se llama categoría.

25 En sistemas de comunicación inalámbrica, es necesario estimar un canal de enlace ascendente o un canal de enlace descendente para el propósito de transmisión y recepción de datos, la adquisición de sincronización de sistema y la realización de información de canal. En entornos de sistemas de comunicación inalámbrica, el desvanecimiento se genera debido a la latencia de tiempo multitrayecto. Un proceso para restaurar una señal de transmisión compensando la distorsión de la señal resultante a partir de un cambio repentino en el entorno debido a tal desvanecimiento se refiere como estimación de canal. También es necesario medir el estado de un canal para una celda a la que pertenece un equipo de usuario u otras celdas. Para estimar un canal o medir el estado de un canal, se puede usar una señal de referencia (RS) que es conocida tanto por un transmisor como un receptor.

30 Una subportadora usada para transmitir la señal de referencia se conoce como una subportadora de señal de referencia y una subportadora usada para transmitir datos se conoce como una subportadora de datos. En un sistema OFDM, un método de asignación de la señal de referencia incluye un método de asignación de la señal de referencia a todas las subportadoras y un método de asignación de la señal de referencia entre subportadoras de datos. El método de asignación de la señal de referencia para todas las subportadoras se realiza usando una señal que incluye solamente la señal de referencia, tal como una señal de preámbulo, a fin de obtener el caudal de estimación de canal. Si se usa este método, el rendimiento de estimación de canal se puede mejorar comparado con el método de asignación de la señal de referencia entre subportadoras de datos debido a que la densidad de las señales de referencia es en general alta. No obstante, dado que la cantidad de datos transmitidos es pequeña en el método de asignación de la señal de referencia para todas las subportadoras, el método de asignación de la señal de referencia entre las subportadoras de datos se usa a fin de aumentar la cantidad de datos transmitidos. Si se usa el método de asignación de la señal de referencia entre subportadoras de datos, el rendimiento de estimación de canal se puede deteriorar debido a que la densidad de las señales de referencia es baja. Por consiguiente, las señales de referencia se deberían disponer adecuadamente a fin de minimizar tal deterioro.

Un receptor puede estimar un canal separando información acerca de una señal de referencia de una señal recibida debido a que conoce la información acerca de una señal de referencia y puede estimar con precisión datos, transmitidos por una etapa de transmisión, compensando un valor de canal estimado. Suponiendo que la señal de referencia transmitida por el transmisor es p , la información de canal experimentada por la señal de referencia durante la transmisión es h , el ruido térmico que ocurre en el receptor es n y la señal recibida por el receptor es y , puede provocar $y=h \cdot p+n$. Aquí, dado que el receptor ya conoce la señal de referencia p , puede estimar un valor de información de canal \hat{h} usando la Ecuación 1 en el caso en el que se usa un método de mínimos cuadrados (LS).

[Ecuación 1]

$$\hat{h} = y / p = h + n / p = h + \hat{n}$$

La precisión del valor de estimación de canal \hat{h} estimado usando la señal de referencia p se determina por el valor \hat{n} . Para estimar con precisión el valor h , el valor \hat{n} debe converger en 0. Para este fin, la influencia del valor \hat{n} tiene que ser minimizada estimando un canal usando un número grande de señales de referencia. Puede existir una variedad de algoritmos para un rendimiento de estimación de canal mejor.

Mientras tanto, un método de transmisión de señal de referencia que soporta un sistema MIMO que usa una pluralidad de antenas en transmisión de enlace ascendente y su método relacionado de asignación de un valor de cambio cíclico de una secuencia de señales de referencia no se ha propuesto hasta ahora en el sistema de LTE del 3GPP. Por lo tanto, hay una necesidad de un método de transmisión de señal de referencia que garantice la capacidad de estimación de canal en el sistema de MIMO.

El Borrador del 3GPP nº R1-092514 titulado "Consideration on DMRS design for UL SU-MIMO in LTE-A", describe algunas directrices de diseño DM-RS para MIMO de UL en LTE-A.

El Borrador del 3GPP nº R1-091843 titulado "Discussion on UL DM RS para SU-MIMO", describe algunos aspectos de la señal de referencia de demodulación de enlace ascendente (DMRS de UL) para el sistema de LTE-A en el contexto de soportar transmisión SU-MIMO, en particular la precodificación de la DMRS de UL y la asignación de recursos para la DMRS de UL, dado el número de capas usadas para transmisión.

25 Compendio de la invención

La presente invención proporciona un método y aparato para transmitir una señal de referencia en un sistema multiantena.

En un aspecto, se proporciona un método para transmitir una señal de referencia de demodulación (DMRS) para un canal compartido de enlace ascendente físico (PUSCH) en un sistema de comunicación inalámbrica como se expone en las reivindicaciones adjuntas.

En otro aspecto, se proporciona un aparato para transmitir una señal de referencia de demodulación (DMRS) para un canal compartido de enlace ascendente físico (PUSCH) en un sistema de comunicación inalámbrica como se expone en las reivindicaciones adjuntas.

Asignando eficazmente un valor de cambio cíclico para una secuencia de señales de referencia, se puede garantizar la capacidad de estimación de canal.

Cualquier aparición del término "realización" en la descripción tiene que ser considerado como un "aspecto de la invención", la invención que se define en las reivindicaciones independiente adjuntas.

Breve descripción de los dibujos

La FIG. 1 muestra un sistema de comunicación inalámbrica.

La FIG. 2 muestra la estructura de una trama radio en LTE del 3GPP.

La FIG. 3 muestra un ejemplo de una cuadrícula de recursos de un intervalo de enlace descendente único.

La FIG. 4 muestra la estructura de una subtrama de enlace descendente.

La FIG. 5 muestra la estructura de una subtrama de enlace ascendente.

La FIG. 6 muestra un ejemplo de la estructura de un transmisor en un sistema SC-FDMA.

La FIG. 7 muestra un ejemplo de un esquema en el que el correlacionador de subportadoras correlaciona los símbolos de valor complejo a las subportadoras respectivas del dominio de frecuencia.

La FIG. 8 muestra un ejemplo de la estructura de un transmisor de señal de referencia para demodulación.

La FIG. 9 muestra ejemplos de una subtrama a través de la cual se transmite una señal de referencia.

La FIG. 10 muestra un ejemplo de un transmisor que usa el esquema de transmisión DFT-s OFDM agrupado.

La FIG. 11 muestra otro ejemplo de un transmisor que usa el esquema de transmisión DFT-s OFDM agrupado.

5 La FIG. 12 es aún otro ejemplo de un transmisor que usa el esquema de transmisión DFT-s OFDM agrupado.

La FIG. 13 es un diagrama de bloques que muestra una realización del método de transmisión de señal de referencia propuesto.

La FIG. 14 es un diagrama de bloques de un UE según una realización de la presente invención.

Descripción de realizaciones ejemplares

10 La siguiente técnica se puede usar para diversos sistemas de comunicación inalámbrica tales como acceso múltiple por división de código (CDMA), un acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA), acceso múltiple por división de tiempo (TDMA), acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal (OFDMA), acceso múltiple por división de frecuencia-portadora única (SC-FDMA) y similares. El CDMA se puede implementar como una tecnología radio tal como acceso radio terrestre universal (UTRA) o CDMA2000. El TDMA se puede implementar como una tecnología radio tal como un sistema global para comunicaciones móviles (GSM)/servicio general de radio por paquetes (GPRS)/tasas de datos mejoradas para evolución de GSM (EDGE). El OFDMA se puede implementar por una tecnología radio tal como IEEE (Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos) 802.11 (Wi-Fi), IEEE 802.16 (WiMAX), IEEE 802.20, E-UTRA (UTRA Evolucionado) y similares. IEEE 802.16m, una evolución del IEEE 802.16e, proporciona compatibilidad hacia atrás con un sistema basado en IEEE 802.16e. El UTRA es parte de un sistema de telecomunicaciones móviles universal (UMTS). LTE (evolución a largo plazo) del 3GPP (proyecto de cooperación de 3ª generación) es parte de un UMTS evolucionado (E-UMTS) que usa el E-UTRA, que emplea el OFDMA en el enlace descendente y el SC-FDMA en el enlace ascendente. LTE-A (avanzado) es una evolución de LTE del 3GPP.

En lo sucesivo, por clarificación, LTE-A se describirá en gran parte, pero el concepto técnico de la presente invención no se entiende que esté limitado a la misma.

25 La FIG. 1 muestra un sistema de comunicación inalámbrica.

El sistema de comunicación inalámbrica 10 incluye al menos una estación base (BS) 11. Las BS 11 respectivas proporcionan un servicio de comunicación a áreas geográficas particulares 15a, 15b y 15c (que generalmente se llaman celdas). Cada celda se puede dividir en una pluralidad de áreas (que se llaman sectores). Un equipo de usuario (UE) 12 puede ser fijo o móvil y se puede conocer con otros nombres tales como MS (estación móvil), MT (terminal móvil), UT (terminal de usuario), SS (estación de abonado), dispositivo inalámbrico, PDA (asistente digital personal), módem inalámbrico, dispositivo de mano. La BS 11 generalmente se conoce como una estación fija que comunica con el UE 12 y se puede llamar con otros nombres tales como eNB (NodoB evolucionado), BTS (sistema transceptor base), punto de acceso (AP), etc.

30 En general, un UE pertenece a una celda y la celda a la que pertenece un UE se llama celda de servicio. Una BS que proporciona un servicio de comunicación a la celda de servicio se llama BS de servicio. El sistema de comunicación inalámbrica es un sistema celular, así existe una celda diferente adyacente a la celda de servicio. La celda diferente adyacente a la celda de servicio se llama celda vecina. Una BS que proporciona un servicio de comunicación a la celda vecina se llama BS vecina. La celda de servicio y la celda vecina se determinan relativamente en base a un UE.

40 Esta técnica se puede usar para un enlace descendente o enlace ascendente. En general, enlace descendente se refiere a comunicación desde la BS 11 al UE 12 y enlace ascendente se refiere a comunicación desde el UE 12 a la BS 11. En el enlace descendente, un transmisor puede ser parte de la BS 11 y un receptor puede ser parte del UE 12. En el enlace ascendente, un transmisor puede ser parte del UE 12 y un receptor puede ser parte de la BS 11.

45 El sistema de comunicación inalámbrica puede ser cualquiera de un sistema de múltiples entradas múltiples salidas (MIMO), un sistema de múltiples entradas salida única (MISO), un sistema de entrada única salida única (SISO) y un sistema de entrada única múltiples salidas (SIMO). El sistema MIMO usa una pluralidad de antenas de transmisión y una pluralidad de antenas de recepción. El sistema MISO usa una pluralidad de antenas de transmisión y una única antena de recepción. El sistema SISO usa una única antena de transmisión y una única antena de recepción. El sistema SIMO usa una única antena de transmisión y una pluralidad de antenas de recepción.

50 En lo sucesivo, una antena de transmisión se refiere a una antena física o lógica usada para transmitir una señal o un flujo y una antena de recepción se refiere a una antena física o lógica usada para recibir una señal o un flujo.

La FIG. 2 muestra la estructura de una trama radio en LTE de 3GPP. Se puede referir en el Párrafo 5 de "Technical Specification Group Radio Access Network; Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical

channels and modulation (Release 8)” a la TS 36 211 V8.2.0 (03-2008) del 3GPP (proyecto de cooperación de 3ª generación).

5 Con referencia a la FIG. 2, la trama radio incluye 10 subtramas y una subtrama incluye dos intervalos. Los intervalos en la trama radio se numeran por #0 a #19. Un tiempo tomado para transmitir una subtrama se llama intervalo de tiempo de transmisión (TTI). El TTI puede ser una unidad de programación para una transmisión de datos. Por ejemplo, una trama radio puede tener una longitud de 10 ms, una subtrama puede tener una longitud de 1 ms y un intervalo puede tener una longitud de 0,5 ms.

10 Un intervalo incluye una pluralidad de símbolos OFDM (Multiplexación por División de Frecuencia Ortogonal) en un dominio de tiempo y una pluralidad de subportadoras en un dominio de frecuencia. Dado que la LTE del 3GPP usa OFDMA en enlace descendente, los símbolos OFDM se usan para expresar un periodo de símbolo. Los símbolos OFDM se pueden llamar con otros nombres dependiendo de un esquema de acceso múltiple. Por ejemplo, cuando SC-FDMA está en uso como un esquema multiacceso de enlace ascendente, los símbolos OFDM se pueden llamar símbolos SC-FDMA. Un bloque de recursos (RB), una unidad de asignación de recursos, incluye una pluralidad de subportadoras continuas en un intervalo. La estructura de la trama radio es meramente un ejemplo. Esto es, el número de subtramas incluidas en una trama radio, el número de intervalos incluidos en una subtrama o el número de símbolos OFDM incluidos en un intervalo puede variar.

LTE del 3GPP define que un intervalo incluye siete símbolos OFDM en un prefijo cíclico (CP) normal y un intervalo incluye seis símbolos OFDM en un CP extendido.

La FIG. 3 muestra un ejemplo de una cuadrícula de recursos de un único intervalo de enlace descendente.

20 Un intervalo de enlace descendente incluye una pluralidad de símbolos OFDM en el dominio del tiempo y NRB número de bloques de recursos (RB) en el dominio de frecuencia. El NRB número de bloques de recursos incluido en el intervalo de enlace descendente es dependiente de un ancho de banda de transmisión de enlace descendente fijado en una celda. Por ejemplo, en un sistema LTE, NRB puede ser cualquiera de 60 a 110. Un bloque de recursos incluye una pluralidad de subportadoras en el dominio de frecuencia. Un intervalo de enlace ascendente puede tener la misma estructura que la del intervalo de enlace descendente.

25 Cada elemento en la cuadrícula de recursos se llama elemento de recursos. Los elementos de recursos en la cuadrícula de recursos se pueden discriminar por un par de índices (k, l) en el intervalo. Aquí, k (k=0, ..., NRBx12-1) es un índice de subportadora en el dominio de frecuencia y l es un índice de símbolo OFDM en el dominio de tiempo.

30 Aquí, se ilustra que un bloque de recursos incluye 7x12 elementos de recursos compuestos de siete símbolos OFDM en el dominio de tiempo y doce subportadoras en el dominio de frecuencia, pero el número de símbolos OFDM y el número de subportadoras en el bloque de recursos no están limitados al mismo. El número de símbolos OFDM y el número de subportadoras puede variar dependiendo de la longitud de un prefijo cíclico (CP), la separación de frecuencia y similares. Por ejemplo, en caso de un CP normal, el número de símbolos OFDM es 7 y en caso de un CP extendido, el número de símbolos OFDM es 6. Uno de 128, 256, 512, 1024, 1536 y 2048 se puede usar selectivamente como el número de subportadoras en un símbolo OFDM.

La FIG. 4 muestra la estructura de una subtrama de enlace descendente.

40 Una subtrama de enlace descendente incluye dos intervalos en el dominio de tiempo y cada uno de los intervalos incluye siete símbolos OFDM en el CP normal. Los primeros tres símbolos OFDM (máximo cuatro símbolos OFDM con respecto a un ancho de banda de 1,4 Mhz) de un primer intervalo en la subtrama corresponde a una región de control a la cual se asignan canales de control y los otros símbolos OFDM restantes corresponden a una región de datos a la cual se asigna un canal compartido de enlace descendente físico (PDSCH).

45 El PDCCH puede transportar un formato de transmisión y una asignación de recursos de un canal compartido de enlace descendente (DL-SCH), información de asignación de recursos de un canal compartido de enlace ascendente (UL-SCH), información de búsqueda en un PCH, información de sistema en un DL-SCH, una asignación de recursos de un mensaje de control de capa más alta tal como una respuesta de acceso aleatorio transmitida a través de un PDSCH, un conjunto de comandos de control de potencia de transmisión con respecto a UE individuales en un cierto grupo de UE, una activación de voz sobre protocolo de Internet (VoIP) y similares. Una pluralidad de PDCCH se puede transmitir en la región de control y un UE puede monitorizar una pluralidad de PDCCH. Los PDCCH se transmiten en uno o una agregación de una pluralidad de elementos de canal de control (CCE) consecutivos. El CCE es una unidad de asignación lógica usada para proporcionar una tasa de codificación según el estado de un canal inalámbrico. El CCD corresponde a una pluralidad de grupos de elementos de recursos. El formato del PDCCH y un número de bits disponibles del PDCCH se determinan según una relación asociativa entre el número de los CCE y una tasa de codificación proporcionada por los CCE.

55 La BS determina un formato de PDCCH según una DCI a ser transmitida al UE y una comprobación de redundancia cíclica (CRC) a la DCI. Un identificador temporal de red radio (RNTI) único se enmascara en la CRC según el propietario o el propósito del PDCCH. En caso de un PDCCH para un UE particular, un identificador único,

por ejemplo, un RNTI de celda (C-RNTI), del UE, se puede enmascarar en la CRC. O, en caso de un PDCCH para un mensaje de búsqueda, un identificador de indicación de búsqueda, por ejemplo, un RNTI de búsqueda (P-RNTI), se puede enmascarar en la CRC. En caso de un PDCCH para un bloque de información de sistema (SIB), un identificador de información de sistema, por ejemplo, un RNTI de información de sistema (SI-RNTI), se puede enmascarar en la CRC. A fin de indicar una respuesta de acceso aleatorio, es decir, una respuesta a una transmisión de un preámbulo de acceso aleatorio del UE, un RNTI de acceso aleatorio (RA-RNTI) se puede enmascarar en la CRC.

La FIG. 5 muestra la estructura de una subtrama de enlace ascendente.

Una subtrama de enlace ascendente se puede dividir en una región de control y una región de datos en el dominio de frecuencia. Un canal de control de enlace ascendente físico (PUCCH) para transmitir información de control de enlace ascendente se asigna a la región de control. Un canal compartido de enlace ascendente físico (PUSCH) para transmitir datos se asigna a la región de datos. El equipo de usuario no transmite el PUCCH y el PUSCH simultáneamente para mantener una propiedad de portadora única.

El PUCCH con respecto a un UE se asigna por un par de bloques de recursos en una subtrama. Los bloques de recursos que pertenecen al par de bloques de recursos (RB) ocupan diferentes subportadoras en el primer y segundo intervalos, respectivamente. La frecuencia ocupada por los RB que pertenece al par de RB se cambia en base a un límite de intervalo. Esto se dice que el par de RB asignados al PUCCH son de salto de frecuencia en el límite de intervalo. El UE puede obtener una ganancia de diversidad de frecuencia transmitiendo información de control de enlace ascendente a través de diferentes subportadoras según el tiempo. En la FIG. 5, m es un índice de posición que indica las posiciones de dominio de frecuencia lógico del par de RB asignados al PUCCH en la subtrama.

La información de control de enlace ascendente transmitida en el PUCCH puede incluir un reconocimiento/no reconocimiento (ACK/NACK) de petición de repetición automática híbrida (HARQ), un indicador de calidad de canal (CQI) que indica el estado de un canal de enlace descendente, una petición de programación (SR) y similares.

El PUSCH se correlaciona a un canal compartido de enlace ascendente (UL-SCH), un canal de transporte. Datos de enlace ascendente transmitidos en el PUSCH pueden ser un bloque de transporte, un bloque de datos para el UL-SCH transmitido durante el TTI. El bloque de transporte puede ser información de usuario. O, los datos de enlace ascendente pueden ser datos multiplexados. Los datos multiplexados pueden ser datos obtenidos multiplexando el bloque de transporte para el UL-SCH e información de control. Por ejemplo, información de control multiplexada a datos puede incluir un CQI, un indicador de matriz de precodificación (PMI), una HARQ, un indicador de categoría (RI) o similares. O los datos de enlace ascendente pueden incluir solamente información de control.

La FIG. 6 muestra un ejemplo de la estructura de un transmisor en un sistema SC-FDMA.

Con referencia a la FIG. 6, el transmisor 50 incluye una unidad de transformada de Fourier discreta (DFT) 51, un correlacionador de subportadora 52, una unidad de transformada de Fourier rápida inversa (IFFT) 53 y una unidad de inserción de prefijo cíclico (CP) 54. El transmisor 50 puede incluir una unidad de aleatorización (no mostrada), un correlacionador de modulación (no mostrado), un correlacionador de capas (no mostrado) y un permutador de capas (no mostrado), que se puede colocar delante de la unidad de DFT 51.

La unidad de DFT 51 saca símbolos de valor complejo realizando DFT sobre los símbolos de entrada. Por ejemplo, cuando se introducen N_{tx} símbolos (cuando N_{tx} es un número natural), un tamaño de DFT es N_{tx} . La unidad de DFT 51 se puede llamar precodificador de transformada. El correlacionador de subportadora 52 correlaciona los símbolos de valor complejo a las subportadoras respectivas del dominio de frecuencia. Los símbolos de valor complejo se pueden correlacionar a elementos de recursos que corresponden a un bloque de recursos asignados para transmisión de datos. El correlacionador de subportadora 52 se puede llamar correlacionador de elementos de recursos. La unidad de IFFT 53 saca una señal en banda base para datos (es decir, una señal de dominio de tiempo) realizando IFFT sobre los símbolos de entrada. La unidad de inserción de CP 54 copia algo de la parte trasera de la señal en banda base para datos e inserta las partes copiadas en la primera parte de la señal en banda base para datos. La ortogonalidad se puede mantener incluso en un canal multitrayecto debido a la interferencia entre símbolos (ISI) y la interferencia entre portadoras (ICI) se previenen a través de la inserción de CP.

La FIG. 7 muestra un ejemplo de un esquema en el que el correlacionador de subportadoras correlaciona los símbolos de valor complejo a las subportadoras respectivas del dominio de frecuencia. Con referencia a la FIG. 7(a), el correlacionador de subportadoras correlaciona los símbolos de valor complejo, sacados desde la unidad de DFT, a subportadoras contiguas unas con otras en el dominio de frecuencia. '0' se inserta en subportadoras a las cuales los símbolos de valor complejo no están correlacionados. Esto se llama correlación localizada. En un sistema LTE del 3GPP, se usa un esquema de correlación localizada. Con referencia a la FIG. 7(b), el correlacionador de subportadoras inserta un número $(L-1)$ de '0' cada dos símbolos de valor complejo contiguos que se sacan desde la unidad de DFT (L es un número natural). Es decir, los símbolos de valor complejo sacados de la unidad de DFT se correlacionan a subportadoras distribuidas en intervalos iguales en el dominio de frecuencia. Esto se llama correlación distribuida. Si el correlacionador de subportadoras usa el esquema de correlación localizada como en la

FIG. 7(a) o el esquema de correlación distribuida como en la FIG. 7(b), se mantiene una característica de portadora única.

La FIG. 8 muestra un ejemplo de la estructura de un transmisor de señal de referencia para demodulación.

5 Con referencia a la FIG. 8 el transmisor de señal de referencia 60 incluye un correlacionador de subportadora 61, una unidad de IFFT 62 y una unidad de inserción de CP 63. A diferencia del transmisor 50 de la FIG. 6, en el transmisor de señal de referencia 60, una señal de referencia se genera directamente en el dominio de frecuencia sin pasar a través de la unidad de DFT 51 y entonces correlaciona a subportadoras a través del correlacionador de subportadoras 61. Aquí, el correlacionador de subportadoras puede correlacionar la señal de referencia a las subportadoras que usan el esquema de correlación localizado de la FIG. 7(a).

10 La FIG. 9 muestra ejemplos de una subtrama a través de la cual se transmite una señal de referencia. La estructura de la subtrama en la FIG. 9(a) muestra un caso de un CP normal. La subtrama incluye un primer intervalo y un segundo intervalo. Cada uno del primer intervalo y el segundo intervalo incluye 7 símbolos OFDM. Los 14 símbolos OFDM dentro de la subtrama se asignan a los índices de símbolo respectivos 0 a 13. Una señal de referencia se puede transmitir a través de los símbolos OFDM que tienen los índices de símbolo 3 y 10. Los datos se pueden transmitir a través de los símbolos OFDM restantes distintos de los símbolos OFDM a través de los cuales se transmite la señal de referencia. La estructura de una subtrama en la FIG. 9(b) muestra un caso de un CP extendido. La subtrama incluye un primer intervalo y un segundo intervalo. Cada uno del primer intervalo y el segundo intervalo incluye 6 símbolos OFDM. Los 12 símbolos OFDM dentro de la subtrama se asignan a índices de símbolo 0 a 11. Una señal de referencia se transmite a través de los símbolos OFDM que tienen los índices de símbolo 2 y 8. Los datos se transmiten a través de los símbolos OFDM restantes distintos de los símbolos OFDM a través de los cuales se transmite la señal de referencia.

Aunque no se muestra en la FIG. 9, una señal de referencia de sondeo (SRS) se puede transmitir a través de los símbolos OFDM dentro de la subtrama. La SRS es una señal de referencia para programación de UL que se transmite desde un UE a una BS. La BS estima un canal de UL a través de la SRS recibida y usa el canal de UL estimado en la programación de UL.

Un esquema de transmisión DFT-s OFDM agrupado es una modificación del esquema de transmisión SC-FDMA existente y es un método de división de símbolos de datos, sometidos a un precodificador, en una pluralidad de subbloques, separando los subbloques y correlacionando los subbloques en el dominio de frecuencia.

30 La FIG. 10 muestra un ejemplo de un transmisor que usa el esquema de transmisión DFT-s OFDM agrupado. Con referencia a la FIG. 10, el transmisor 70 incluye una unidad de DFT 71, un correlacionador de subportadoras 72, una unidad de IFFT 73, y una unidad de inserción de CP 74. El transmisor 70 puede incluir además una unidad de aleatorización (no mostrada), un correlacionador de modulación (no mostrado), un correlacionador de capas (no mostrado) y un permutador de capas (no mostrado), que se puede colocar delante de la unidad de DFT 71.

35 Los símbolos de valor complejo sacados desde la unidad de DFT 71 se dividen en N subbloques (N es un número natural). Los N subbloques se pueden representar por un subbloque #1, un subbloque #2, ..., un subbloque #N. El correlacionador de subportadoras 72 distribuye los N subbloques en el dominio de frecuencia y correlaciona los N subbloques a subportadoras. El NULO se puede insertar cada dos subbloques contiguos. Los símbolos de valor complejo dentro de un subbloque se pueden correlacionar a subportadoras contiguas entre sí en el dominio de frecuencia. Es decir, el esquema de correlación localizada se puede usar dentro de un subbloque.

40 El transmisor 70 de la FIG. 10 se puede usar tanto en un transmisor de portadora única como en transmisor multiportadora. Si el transmisor 70 se usa en el transmisor de portadora única, todos los N subbloques corresponden a una portadora. Si el transmisor 70 se usa en el transmisor multiportadora, cada uno de los N subbloques puede corresponder a una portadora. Alternativamente, incluso si el transmisor 70 se usa en el transmisor multiportadora, una pluralidad de subbloques de los N subbloques puede corresponder a una portadora. Mientras tanto, en el transmisor 70 de la FIG. 10, una señal de dominio del tiempo se genera a través de una unidad de IFFT 73. Por consiguiente, a fin de que el transmisor 70 de la FIG. 10 sea usado en un transmisor multiportadora, los intervalos de subportadoras entre portadoras contiguas en una situación de asignación de portadoras contiguas deben estar alineados.

50 La FIG. 11 muestra otro ejemplo de un transmisor que usa el esquema de transmisión DFT-s OFDM agrupado. Con referencia a la FIG. 11, el transmisor 80 incluye una unidad de DFT 81, un correlacionador de subportadoras 82, una pluralidad de unidades de IFFT 83-1, 83-2, ..., 83-N (N es un número natural) y una unidad de inserción de CP 84. El transmisor 80 además puede incluir una unidad de aleatorización (no mostrada), un correlacionador de modulación (no mostrado), un correlacionador de capas (no mostrado) y un permutador de capas (no mostrado), que se puede colocar delante de una unidad de DFT 71.

55 La IFFT se realiza individualmente en cada uno de los N subbloques. Una unidad de IFFT de orden n 83-n saca una señal en banda base de orden n ($n=1, 2, \dots, N$) realizando IFFT sobre un subbloque #n. La señal en banda base de orden n se multiplica por una señal portadora de orden n para producir una señal radio de orden n. Después de que se añaden las N señales radio generadas desde los N subbloques, un CP se inserta por la unidad de inserción de

CP 84. El transmisor 80 de la FIG. 11 se puede usar en una situación de asignación de portadora discontinua donde las portadoras asignadas al transmisor no son contiguas unas con otras.

La FIG. 12 es aún otro ejemplo de un transmisor que usa el esquema de transmisión DFT-s OFDM agrupado. La FIG. 12 es un sistema DFT-s OFDM específico de trozo que realiza precodificación de DFT sobre una base de trozo. Esto se puede llamar Nx SC-FDMA. Con referencia a la FIG. 12, el transmisor 90 incluye una unidad de división de bloque de código 91, una unidad de división de trozo 92, una pluralidad de unidades de codificación de canal 93-1, ..., 93-N, una pluralidad de moduladores 94-1, ..., 94-N, una pluralidad de unidades de DFT 95-1, ..., 95-N, una pluralidad de correlacionadores de subportadoras 96-1, ..., 96-N, una pluralidad de unidades de IFFT 97-1, ..., 97-N y una unidad de inserción de CP 98. Aquí, N puede ser el número de portadoras múltiples usadas por un transmisor multiportadora. Cada una de las unidades de codificación de canal 93-1, ..., 93-N puede incluir una unidad de aleatorización (no mostrada). Los moduladores 94-1, ..., 94-N también se pueden llamar correlacionadores de modulación. El transmisor 90 puede incluir además un correlacionador de capas (no mostrado) y un permutador de capas (no mostrado) que se puede colocar delante de las unidades de DFT 95-1, ..., 95-N.

La unidad de división de bloques de código 91 divide un bloque de transmisión en una pluralidad de bloques de código. La unidad de división de trozos 92 divide los bloques de código en una pluralidad de trozos. Aquí, el bloque de código puede ser datos transmitidos por un transmisor multiportadora y el trozo puede ser una pieza de datos transmitida a través de una de múltiples portadoras. El transmisor 90 realiza DFT de una forma por trozos. El transmisor 90 se puede usar en una situación de asignación de portadoras discontinuas o una situación de asignación de portadoras contiguas.

Una señal de referencia de UL se describe más adelante.

Una señal de referencia se transmite generalmente como una secuencia. Una secuencia de señales de referencia no está particularmente limitada y una cierta secuencia se puede usar como la secuencia de señales de referencia. Como la secuencia de señales de referencia, se puede usar una secuencia generada a través de un ordenador en base a modulación por desplazamiento de fase (PSK) (es decir, una secuencia generada por ordenador basada en PSK). La PSK puede incluir, por ejemplo, modulación por desplazamiento de fase binaria (BPSK), modulación por desplazamiento de fase en cuadratura (QPSK) y similares. O, como la secuencia de señales de referencia, se puede usar una amplitud constante autocorrelación cero (CAZAC). La secuencia CAZAC puede incluir, por ejemplo, una secuencia basada en Zadoff-Chu (ZC), una secuencia ZC con extensión cíclica, una secuencia ZC con truncado y similares. También, como la secuencia de señales de referencia, se puede usar una secuencia pseudoaleatoria (PN). La secuencia PN puede incluir, por ejemplo, una secuencia m, una secuencia generada a través de un ordenador, una secuencia Gold, una secuencia Kasami y similares. También, se puede usar una secuencia desplazada cíclicamente como la secuencia de señales de referencia.

Una señal de referencia de UL se puede dividir en una señal de referencia de demodulación (DMRS) y una señal de referencia de sondeo (SRS). La DMRS es una señal de referencia usada en estimación de canal para la demodulación de una señal recibida. La DMRS se puede asociar con la transmisión de un PUSCH o PUCCH. La SRS es una señal de referencia transmitida desde un UE a una BS para programación de UL. La BS estima un canal de UL a través de la SRS recibida y usa el canal de UL estimado en programación de UL. La SRS no está asociada con la transmisión de un PUSCH o PUCCH. El mismo tipo de secuencia básica se puede usar para la DMRS y la SRS. Mientras tanto, en transmisión multiantena de UL, la precodificación aplicada a la DMRS puede ser la misma que la precodificación aplicada a un PUSCH. La separación de cambio cíclico es un esquema primario para multiplexar la DMRS. En un sistema LTE-A, la SRS no se puede precodificar y puede ser una señal de referencia específica de antena.

Una secuencia de señales de referencia $r_{u,v}^{(\alpha)}(n)$ se puede definir en base a una secuencia básica $b_{u,v}(n)$ y un cambio cíclico α según la Ecuación 2.

[Ecuación 2]

$$r_{u,v}^{(\alpha)}(n) = e^{j\alpha n} b_{u,v}(n), \quad 0 \leq n < M_{sc}^{RS}$$

En la Ecuación 2, $M_{sc}^{RS} (1 \leq m \leq N_{RB}^{max,UL})$ es la longitud de la secuencia de señales de referencia y $M_{sc}^{RS} = m * N_{sc}^{RB}$. N_{sc}^{RB} es el tamaño de un bloque de recursos indicado por el número de subportadoras en el dominio de frecuencia. $N_{RB}^{max,UL}$ indica un valor máximo de un ancho de banda de UL indicado por un múltiplo de N_{sc}^{RB} . Una pluralidad de secuencias de señales de referencia se puede definir aplicando de manera diferente un valor de cambio cíclico α a partir de una secuencia básica.

Una secuencia básica $b_{u,v}(n)$ se divide en una pluralidad de grupos. Aquí, $u \{0, 1, \dots, 29\}$ indica un índice de grupo y v indica un índice de secuencia básica dentro del grupo. La secuencia básica depende de la longitud M_{sc}^{RS} de la secuencia básica. Cada grupo incluye una secuencia básica ($v=0$) que tiene una longitud de M_{sc}^{RS} para $m (1 \leq m \leq 5)$ e incluye 2 secuencias básicas ($v=0, 1$) que tienen una longitud de M_{sc}^{RS} para $m (6 \leq m \leq N_{RB}^{max,UL})$. El índice de grupo

de secuencia u y el índice de secuencia básica v dentro de un grupo pueden variar según el tiempo como en salto de grupo o salto de secuencia.

Además, si la longitud de la secuencia de señales de referencia es $3N_{sc}^{RB}$ o mayor, la secuencia básica se puede definir por la Ecuación 3.

5 [Ecuación 3]

$$b_{u,v}(n) = x_q(n \bmod N_{ZC}^{RS}), \quad 0 \leq n < M_{sc}^{RS}$$

En la Ecuación 3, q indica un índice raíz de una secuencia Zadoff-Chu (ZC). N_{ZC}^{RS} es la longitud de la secuencia ZC y puede ser un número primo máximo menor que M_{sc}^{RS} . La secuencia ZC que tiene el índice raíz q se puede definir por la Ecuación 4.

10 [Ecuación 4]

$$x_q(m) = e^{-j \frac{\pi q m(m+1)}{N_{ZC}^{RS}}}, \quad 0 \leq m \leq N_{ZC}^{RS} - 1$$

q se puede dar por la Ecuación 5.

[Ecuación 5]

$$q = \lfloor \bar{q} + 1/2 \rfloor + v \cdot (-1)^{\lfloor 2\bar{q} \rfloor}$$

$$\bar{q} = N_{ZC}^{RS} \cdot (u + 1) / 31$$

15 Si la longitud de la secuencia de señales de referencia es $3N_{sc}^{RB}$ o menor, la secuencia básica se puede definir por la Ecuación 6.

[Ecuación 6]

$$b_{u,v}(n) = e^{j\phi(n)\pi/4}, \quad 0 \leq n \leq M_{sc}^{RS} - 1$$

La Tabla 1 es un ejemplo donde (n) se define cuando $M_{sc}^{RS} = N_{sc}^{RB}$.

20 [Tabla 1]

	(0), ..., (11)											
0	-1	1	3	-3	3	3	1	1	3	1	-3	3
1	1	1	3	3	3	-1	1	-3	-3	1	-3	3
2	1	1	-3	-3	-3	-1	-3	-3	1	-3	1	-1
3	-1	1	1	1	1	-1	-3	-3	1	-3	3	-1
4	-1	3	1	-1	1	-1	-3	-1	1	-1	1	3
5	1	-3	3	-1	-1	1	1	-1	-1	3	-3	1
6	-1	3	-3	-3	-3	3	1	-1	3	3	-3	1
7	-3	-1	-1	-1	1	-3	3	-1	1	-3	3	1
8	1	-3	3	1	-1	-1	-1	1	1	3	-1	1
9	1	-3	-1	3	3	-1	-3	1	1	1	1	1
10	-1	3	-1	1	1	-3	-3	-1	-3	-3	3	-1
11	3	1	-1	-1	3	3	-3	1	3	1	3	3

ES 2 590 329 T3

	(0), ..., (11)											
12	1	-3	1	1	-3	1	1	1	-3	-3	-3	1
13	3	3	-3	3	-3	1	1	3	-1	-3	3	3
14	-3	1	-1	-3	-1	3	1	3	3	3	-1	1
15	3	-1	1	-3	-1	-1	1	1	3	1	-1	-3
16	1	3	1	-1	1	3	3	3	-1	-1	3	-1
17	-3	1	1	3	-3	3	-3	-3	3	1	3	-1
18	-3	3	1	1	-3	1	-3	-3	-1	-1	1	-3
19	-1	3	1	3	1	-1	-1	3	-3	-1	-3	-1
20	-1	-3	1	1	1	1	3	1	-1	1	-3	-1
21	-1	3	-1	1	-3	-3	-3	-3	-3	1	-1	-3
22	1	1	-3	-3	-3	-3	-1	3	-3	1	-3	3
23	1	1	-1	-3	-1	-3	1	-1	1	3	-1	1
24	1	1	3	1	3	3	-1	1	-1	-3	-3	1
25	1	-3	3	3	1	3	3	1	-3	-1	-1	3
26	1	3	-3	-3	3	-3	1	-1	-1	3	-1	-3
27	-3	-1	-3	-1	-3	3	1	-1	1	3	-3	-3
28	-1	3	-3	3	-1	3	3	-3	3	3	-1	-1
29	3	-3	-3	-1	-1	-3	-1	3	-3	3	1	-1

La Tabla 2 es un ejemplo donde (n) se define cuando $M_{sc}^{RS} = 2 * N_{sc}^{RB}$.

[Tabla 2]

	(0), ..., (23)																							
0	-1	3	1	-3	3	-1	1	3	-3	3	1	3	-3	3	1	1	-1	1	3	-3	3	-3	-1	-3
1	-3	3	-3	-3	-3	1	-3	-3	3	-1	1	1	1	3	1	-1	3	-3	-3	1	3	1	1	-3
2	3	-1	3	3	1	1	-3	3	3	3	3	1	-1	3	-1	1	1	-1	-3	-1	-1	1	3	3
3	-1	-3	1	1	3	-3	1	1	-3	-1	-1	1	3	1	3	1	-1	3	1	1	-3	-1	-3	-1
4	-1	-1	-1	-3	-3	-1	1	1	3	3	-1	3	-1	1	-1	-3	1	-1	-3	-3	1	-3	-1	-1
5	-3	1	1	3	-1	1	3	1	-3	1	-3	1	1	-1	-1	3	-1	-3	3	-3	-3	-3	1	1
6	1	1	-1	-1	3	-3	-3	3	-3	1	-1	-1	1	-1	1	1	-1	-3	-1	1	-1	3	-1	-3
7	-3	3	3	-1	-1	-3	-1	3	1	3	1	3	1	1	-1	3	1	-1	1	3	-3	-1	-1	1
8	-3	1	3	-3	1	-1	-3	3	-3	3	-1	-1	-1	-1	1	-3	-3	-3	1	-3	-3	-3	1	-3
9	1	1	-3	3	3	-1	-3	-1	3	-3	3	3	3	-1	1	1	-3	1	-1	1	1	-3	1	1
10	-1	1	-3	-3	3	-1	3	-1	-1	-3	-3	-3	-1	-3	-3	1	-1	1	3	3	-1	1	-1	3
11	1	3	3	-3	-3	1	3	1	-1	-3	-3	-3	3	3	-3	3	3	-1	-3	3	-1	1	-3	1

	(0), ..., (23)
12	1 3 3 1 1 1 -1 -1 1 -3 3 -1 1 1 -3 3 3 -1 -3 3 -3 -1 -3 -1
13	3 -1 -1 -1 -1 -3 -1 3 3 1 -1 1 3 3 3 -1 1 1 -3 1 3 -1 -3 3
14	-3 -3 3 1 3 1 -3 3 1 3 1 1 3 3 -1 -1 -3 1 -3 -1 3 1 1 3
15	-1 -1 1 -3 1 3 -3 1 -1 -3 -1 3 1 3 1 -1 -3 -3 -1 -1 -3 -3 -3 -1
16	-1 -3 3 -1 -1 -1 -1 1 1 -3 3 1 3 3 1 -1 1 -3 1 -3 1 1 -3 -1
17	1 3 -1 3 3 -1 -3 1 -1 -3 3 3 3 -1 1 1 3 -1 -3 -1 3 -1 -1 -1
18	1 1 1 1 1 -1 3 -1 -3 1 1 3 -3 1 -3 -1 1 1 -3 -3 3 1 1 -3
19	1 3 3 1 -1 -3 3 -1 3 3 3 -3 1 -1 1 -1 -3 -1 1 3 -1 3 -3 -3
20	-1 -3 3 -3 -3 -3 -1 -1 -3 -1 -3 3 1 3 -3 -1 3 -1 1 -1 3 -3 1 -1
21	-3 -3 1 1 -1 1 -1 1 -1 3 1 -3 -1 1 -1 1 -1 -1 3 3 -3 -1 1 -3
22	-3 -1 -3 3 1 -1 -3 -1 -3 -3 3 -3 3 -3 -1 1 3 1 -3 1 3 3 -1 -3
23	-1 -1 -1 -1 3 3 3 1 3 3 -3 1 3 -1 3 -1 3 3 -3 3 1 -1 3 3
24	1 -1 3 3 -1 -3 3 -3 -1 -1 3 -1 3 -1 -1 1 1 1 1 -1 -1 -3 -1 3
25	1 -1 1 -1 3 -1 3 1 1 -1 -1 -3 1 1 -3 1 3 -3 1 1 -3 -3 -1 -1
26	-3 -1 1 3 1 1 -3 -1 -1 -3 3 -3 3 1 -3 3 -3 1 -1 1 -3 1 1 1
27	-1 -3 3 3 1 1 3 -1 -3 -1 -1 -1 3 1 -3 -3 -1 3 -3 -1 -3 -1 -3 -1
28	-1 -3 -1 -1 1 -3 -1 -1 1 -1 -3 1 1 -3 1 -3 -3 3 1 1 -1 3 -1 -1
29	1 1 -1 -1 -3 -1 3 -1 3 -1 1 3 1 -1 3 1 3 -3 -3 1 -1 -1 1 3

El salto de una señal de referencia se puede aplicar como sigue.

El índice de grupo de secuencia u de un índice de intervalo n_s se puede definir en base a un patrón de salto de grupo $f_{gh}(n_s)$ y un patrón de cambio de secuencia f_{ss} según la Ecuación 7.

5 [Ecuación 7]

$$u = (f_{gh}(n_s) + f_{ss}) \bmod 30$$

Pueden existir 17 patrones de salto de grupo diferentes y 30 patrones de cambio de secuencia diferentes. Se puede indicar por una capa superior si aplicar salto de grupo.

10 Un PUCCH y un PUSCH pueden tener el mismo patrón de salto de grupo. Un patrón de salto de grupo $f_{gh}(n_s)$ se puede definir por la Ecuación 8.

[Ecuación 8]

$$f_{gh}(n_s) = \begin{cases} 0 & \text{si está deshabilitado el salto de grupo} \\ \left(\sum_{i=0}^7 c(8n_s + i) \cdot 2^i \right) \bmod 30 & \text{si está habilitado el salto de grupo} \end{cases}$$

En la Ecuación 8, $c(i)$ es una secuencia pseudoaleatoria que es una secuencia PN y se puede definir por una secuencia Gold de una longitud 31. La Ecuación 9 muestra un ejemplo de una secuencia gold $c(n)$.

15

[Ecuación 9]

$$c(n) = (x_1(n + N_c) + x_2(n + N_c)) \bmod 2$$

$$x_1(n + 31) = (x_1(n + 3) + x_1(n)) \bmod 2$$

$$x_2(n + 31) = (x_2(n + 3) + x_2(n + 2) + x_1(n + 1) + x_1(n)) \bmod 2$$

Aquí, $N_c=1600$, $x_1(i)$ es una primera secuencia m y $x_2(i)$ es una segunda secuencia m . Por ejemplo, la primera secuencia m o la segunda secuencia m se pueden inicializar según un identificador de celda (ID) para cada símbolo OFDM, un número de intervalo dentro de una trama radio, un índice de símbolo OFDM dentro de un intervalo y el

5 tipo de un CP. Un generador de secuencia pseudoaleatoria se puede inicializar a $c_{\text{inic}} = \left\lfloor \frac{N_{\text{ID}}^{\text{celda}}}{30} \right\rfloor$ en la primera de cada trama radio.

$$c_{\text{inic}} = \left\lfloor \frac{N_{\text{ID}}^{\text{celda}}}{30} \right\rfloor$$

Un PUCCH y un PUSCH pueden tener el mismo patrón de cambio de secuencia. El patrón de cambio de secuencia del PUCCH puede ser $f_{\text{ss}}^{\text{PUCCH}} = N_{\text{ID}}^{\text{celda}} \bmod 30$. El patrón de cambio de secuencia del PUSCH puede ser $f_{\text{ss}}^{\text{PUSCH}} = (f_{\text{ss}}^{\text{PUCCH}} + s_{\text{ss}}) \bmod 30$ y $s_{\text{ss}} \in \{0, 1, \dots, 29\}$ se puede configurar por una capa más alta.

10 El salto de secuencia se puede aplicar a solamente una secuencia de señales de referencia que tiene una longitud más larga que $6N_{\text{sc}}^{\text{RB}}$. Aquí, un índice de secuencia básica v dentro de un grupo de secuencias básicas de un índice de intervalo n_s se puede definir por la Ecuación 10.

[Ecuación 10]

$$v = \begin{cases} c(n_s) & \text{si se deshabilita el salto de grupo y se habilita el salto de secuencia} \\ 0 & \text{de otro modo} \end{cases}$$

15 $c(i)$ se puede representar por un ejemplo de la Ecuación 9. Se puede indicar por una capa más alta si aplicar salto

$$c_{\text{inic}} = \left\lfloor \frac{N_{\text{ID}}^{\text{celda}}}{30} \right\rfloor \cdot 2^5 + f_{\text{ss}}^{\text{PUSCH}}$$

de secuencia. Un generador de secuencias pseudoaleatorias se puede inicializar a c_{inic} en la primera de cada trama radio.

Una secuencia de DMRS para un PUSCH se puede definir por la Ecuación 11.

20 [Ecuación 11]

$$r^{\text{PUSCH}}(m \cdot M_{\text{sc}}^{\text{RS}} + n) = r_{u,v}^{(\alpha)}(n)$$

En la Ecuación 11, $m=0, 1, \dots$ y $n=0, \dots, M_{\text{sc}}^{\text{RS}}-1$. $M_{\text{sc}}^{\text{RS}} = M_{\text{sc}}^{\text{PUSCH}}$.

$= 2 n_{\text{cs}}/12$, es decir, un valor de cambio cíclico se da dentro de un intervalo y n_{cs} se puede definir por la Ecuación 12.

[Ecuación 12]

$$25 \quad n_{\text{cs}} = \left(n_{\text{DMRS}}^{(1)} + n_{\text{DMRS}}^{(2)} + n_{\text{PRS}}(n_s) \right) \bmod 12$$

En la Ecuación 12, $n_{\text{DMRS}}^{(1)}$ se indica por un parámetro transmitido por una capa más alta y la Tabla 3 muestra un ejemplo de una relación correspondiente entre el parámetro y $n_{\text{DMRS}}^{(1)}$.

[Tabla 3]

Parámetro	$n_{\text{DMRS}}^{(1)}$
0	0
1	2
2	3

3	4
Parámetro	$n_{\text{DMRS}}^{(1)}$
4	6
5	8
6	9
7	10

De vuelta a la Ecuación 12, $n_{\text{DMRS}}^{(2)}$ se puede definir por un campo de cambio cíclico dentro de un formato de DCI 0 para un bloque de transmisión que corresponde a transmisión de PUSCH. El formato de DCI se transmite en un PDCCH. El campo de cambio cíclico puede tener una longitud de 3 bits.

- 5 La Tabla 4 muestra un ejemplo de una relación correspondiente entre el campo de cambio cíclico y $n_{\text{DMRS}}^{(2)}$.

[Tabla 4]

Campo de cambio cíclico en formato de DCI 0	$n_{\text{DMRS}}^{(2)}$
000	0
001	6
010	3
011	4
100	2
101	8
110	10
111	9

- 10 Si un PDCCH que incluye el formato de DCI 0 no se transmite en el mismo bloque de transmisión, si el primer PUSCH se programa semipersistentemente en el mismo bloque de transmisión o si el primer PUSCH se programa por una concesión de respuesta de acceso aleatorio en el mismo bloque de transmisión, $n_{\text{DMRS}}^{(2)}$ puede ser 0.

$n_{\text{PRS}}(n_s)$ se puede definir por la Ecuación 13.

[Ecuación 13]

$$n_{\text{PRS}}(n_s) = \sum_{i=0}^7 c(8N_{\text{simb}}^{\text{UL}} \cdot n_s + i) \cdot 2^i$$

c(i) se puede representar por el ejemplo de la Ecuación 9 y se puede aplicar de una forma específica de celda de

- 15 c(i). Un generador de secuencias pseudoaleatorias se puede inicializar a $c_{\text{inic}} = \left\lfloor \frac{N_{\text{ID}}^{\text{celda}}}{30} \right\rfloor \cdot 2^5 + f_{\text{SS}}^{\text{PUSCH}}$ en la primera de cada trama radio.

- 20 Una secuencia de DMRS r^{PUSCH} se multiplica por un factor de escala de amplitud β_{PUSCH} y correlaciona a un bloque de transmisión física, usado en transmisión de PUSCH relevante, desde $r^{\text{PUSCH}}(0)$ en un secuencia de partida. La secuencia de DMRS se correlaciona a un cuarto símbolo OFDM (índice de símbolo OFDM 3) en caso de un CP normal dentro de un intervalo y correlaciona a un tercer símbolo OFDM (índice de símbolo OFDM 2) dentro de un intervalo en caso de un CP extendido.

Se define una secuencia de SRS $r_{\text{SRS}}(n) = r_{u,v}^{(\alpha)}(n)$. u indica un índice de grupo de secuencias de PUCCH y v indica un índice de secuencia básica. El valor de cambio cíclico α se define por la Ecuación 14.

[Ecuación 14]

$$\alpha = 2\pi \frac{n_{SRS}^{CS}}{8}$$

n_{SRS}^{CS} es un valor configurado por una capa más alta en relación con cada UE y puede ser cualquiera de los enteros de 0 a 7.

5 Mientras tanto, una cubierta de código ortogonal (OCC) se puede aplicar a una secuencia de señales de referencia. La OCC implica un código que tiene ortogonalidad y aplicable a una secuencia. Aunque se pueden usar diferentes secuencias para distinguir una pluralidad de canales en general, la OCC se puede usar para distinguir la pluralidad de canales.

La OCC se puede usar para los siguientes propósitos.

10 1) La OCC se puede aplicar para aumentar una cantidad de recursos radio asignados a una señal de referencia de enlace ascendente.

Por ejemplo, cuando a un valor de cambio cíclico de una señal de referencia transmitida en el 1º y 2º intervalos se asigna 'a', un signo menos (-) se puede asignar a la señal de referencia transmitida en el 2º intervalo. Es decir, un 1º usuario puede transmitir una señal de referencia que tiene un valor de cambio cíclico 'a' y asignar un signo más (+) en el 2º intervalo y un 2º usuario puede transmitir una señal de referencia que tiene el valor de cambio cíclico 'a' y asignar el signo menos (-) en el 2º intervalo. Una BS puede estimar un canal del 1º usuario añadiendo la señal de referencia transmitida en el 1º intervalo y la señal de referencia transmitida en el 2º intervalo. Además, la BS puede estimar un canal del 2º usuario sustrayendo la señal de referencia transmitida en el 2º intervalo a partir de la señal de referencia transmitida en el 1º intervalo. Es decir, aplicando la OCC, la BS puede distinguir la señal de referencia transmitida por el 1º usuario y la señal de referencia transmitida por el 2º usuario. Por consiguiente, dado que al menos dos usuarios usan la misma señal de referencia al tiempo que usan diferentes OCC, una cantidad de recursos radio disponibles se puede aumentar en dos veces.

25 Cuando se transmite una señal de referencia de enlace ascendente aplicando la OCC, un campo para indicar la OCC aplicada se puede asignar en una señal de control de enlace descendente. Por ejemplo, cuando se supone que un campo indicador de OCC se asigna con una longitud de 1 bit en la señal de control de enlace descendente, el indicador de OCC se puede expresar por la Tabla 5.

[Tabla 5]

	1º intervalo	2º intervalo
0	1	1
1	1	-1

30 Con referencia a la Tabla 5, cuando un valor del indicador de OCC es 0, un signo más (+) se aplica a una señal de referencia transmitida en el 2º intervalo y cuando el valor del indicador de OCC es 1, un signo menos (-) se aplica a una señal de referencia transmitida en el 2º intervalo.

35 2) La OCC se puede aplicar para aumentar un intervalo de valores de cambio cíclico asignados a múltiples antenas o múltiples capas de un único usuario. Aunque los valores de cambio cíclico asignados a las múltiples capas se describen en lo sucesivo, la presente invención puede aplicarse también a los valores de cambio cíclico asignados a las múltiples antenas.

Una señal de referencia de enlace ascendente distingue un canal sobre la base de un valor de cambio cíclico. En un sistema multiantena, a fin de distinguir una pluralidad de capas, se pueden asignar valores de cambio cíclico diferentes a señales de referencia de las capas respectivas. El valor de cambio cíclico a ser asignado se debe aumentar en proporción al número de capas y de esta manera se disminuye un intervalo entre valores de cambio cíclico. Por consiguiente, llega a ser difícil distinguir la pluralidad de canales, disminuyendo por ello la capacidad de estimación de canal. Para superar este problema, una OCC se puede aplicar a cada capa. Por ejemplo, suponemos que desplazamientos de cambio cíclico de señales de referencia para las capas se asignan respectivamente a 0, 6, 3 y 9 para cuatro antenas. Un intervalo de valores de cambio cíclico entre las señales de referencia para las capas respectivas es 3. En este caso, el intervalo de los valores de cambio cíclico entre las señales de referencia de las capas respectivas se puede aumentar a 6 aplicando una OCC con un signo menos (-) a la 3ª y 4ª capas. Es decir, cuando las secuencias de señales de referencia con una longitud N y aplicadas a un 1º intervalo de la 1ª a 4ª capas se indican respectivamente por (S01, ..., S0N), (S61, ..., S6N), (S31, ..., S3N) y (S91, ..., S9N), las secuencias de señales de referencia aplicadas a un 2º intervalo de la 1ª a 4ª capas son respectivamente (S01, ..., S0N), (S61, ...,

5 S6N), (-S31, ..., -S3N) y (-S91, ..., -S9N). Cuando se añaden las secuencias de señales de referencia de los dos intervalos, solamente las señales de referencia de la 1ª y 2ª capas permanecen y de esta manera un intervalo de valores de cambio cíclico es 6. Del mismo modo, cuando las secuencias de señal de referencia de los dos intervalos se sustraen, solamente permanecen las señales de referencia de la 3ª y 4ª capas y de esta manera el intervalo de valores de cambio cíclico es también 6. Por consiguiente, se puede aumentar la capacidad de estimación de canal.

10 Del mismo modo, suponemos que los desplazamientos de cambio cíclico de señales de referencia para las capas se asignan respectivamente a 0, 6 y 3 para tres capas. Un intervalo de los valores de cambio cíclico entre las señales de referencia para las capas respectivas es 3. En este caso, el intervalo de los valores de cambio cíclico entre las señales de referencia de las capas respectivas se puede aumentar a 6 aplicando una OCC con el signo menos (-) a una 3ª capa. Es decir, cuando las secuencias de señales de referencia con una longitud de N y aplicadas a un 1º intervalo de la 1ª a 3ª capas se indican respectivamente por (S01, ..., S0N), (S61, ..., S6N) y (S31, ..., S3N), las secuencias de señales de referencia aplicadas a un 2º intervalo de la 1ª a 3ª capas son respectivamente (S01, ..., S0N), (S61, ..., S6N), (-S31, ..., -S3N). Cuando las secuencias de señales de referencia de los dos intervalos se añaden, solamente permanecen las señales de referencia de la 1ª y 2ª capas y de esta manera un intervalo de valores de cambio cíclico es 6. Del mismo modo, cuando se sustraen las secuencias de señales de referencia de los dos intervalos, solamente permanece una señal de referencia de la 3ª capa. Por consiguiente, se puede aumentar la capacidad de estimación de canal.

3) La OCC se puede aplicar para aumentar un intervalo de valores de cambio cíclico asignados a un único usuario.

20 En un sistema MIMO multiusuario (MU-MIMO) que tiene múltiples antenas y que incluye una pluralidad de usuarios, la OCC se puede aplicar a un valor de cambio cíclico. Por ejemplo, desde la perspectiva del único usuario que realiza transmisión MIMO, a fin de distinguir una pluralidad de antenas o una pluralidad de capas, un valor de cambio cíclico que tiene un gran intervalo se puede asignar entre las antenas respectivas o las capas respectivas, mientras que desde la perspectiva de múltiples usuarios, se puede disminuir un intervalo de cambio cíclico entre los usuarios respectivos. Para superar este problema, se puede aplicar la OCC. Cuando se aplica la OCC, el mismo valor de cambio cíclico se puede aplicar entre múltiples usuarios según un tipo de OCC.

La Tabla 6 muestra un ejemplo de aplicación de la OCC cuando hay cuatro antenas o cuatro capas.

[Tabla 6]

Tipos	Tipo 1		Tipo 2		Tipo 3		Tipo 4	
	A	B	A	B	A	B	A	B
1	(1, 1)	(1, -1)	(1, 1)	(1, -1)	(1, 1)	(1, -1)	(1, 1)	(1, -1)
2	(1, 1)	(1, -1)	(1, 1)	(1, -1)	(1, -1)	(1, 1)	(1, -1)	(1, 1)
3	(1, 1)	(1, -1)	(1, -1)	(1, 1)	(1, 1)	(1, -1)	(1, -1)	(1, 1)
4	(1, 1)	(1, -1)	(1, -1)	(1, 1)	(1, -1)	(1, 1)	(1, -1)	(1, -1)

30 En la Tabla 6, (a, b) indica una OCC aplicada a (1º intervalo, 2º intervalo) o (2º intervalo, 1º intervalo). Un campo de tipo OCC de 1 bit para indicar un tipo de aplicación de la OCC se puede añadir a una señal de control de enlace descendente para indicar un valor de cambio cíclico.

La Tabla 7 muestra un ejemplo de un campo de tipo OCC.

[Tabla 7]

Palabra de código de OCC	Tipo
0	A (/B)
1	B (/A)

35 En la Tabla 7, si un valor del campo de tipo de OCC es 0, se puede aplicar la OCC de tipo A (o tipo B) de la Tabla 6 y si el valor del campo de tipo de OCC es 1, se puede aplicar la OCC de tipo B (o tipo A) de la Tabla 6.

Con referencia al tipo 1-B de la Tabla 6, el signo menos (-) se aplica a las señales de referencia de todas las capas o antenas transmitidas en cualquier intervalo. Por tanto, cuando se aplica la OCC, la OCC se puede aplicar a

algunos usuarios y la OCC no se puede aplicar a los otros usuarios. La OCC se puede utilizar como un recurso o se puede usar para aumentar un intervalo de valores de cambio cíclico entre múltiples usuarios.

5 Con referencia al tipo 2-A de la Tabla 6, el signo menos (-) se aplica a algunas señales de referencia de capas o antenas transmitidas en cualquier intervalo. En el tipo 2-A, el signo menos (-) se aplica a una señal de referencia de una 3ª capa (o antena) o una 4ª capa (o antena). La OCC se puede utilizar como un recurso o se puede usar para aumentar un intervalo de valores de cambio cíclico entre múltiples usuarios.

La Tabla 8 muestra un ejemplo de aplicación de la OCC de tipo 2 de la Tabla 6 a dos usuarios.

[Tabla 8]

	1º intervalo	2º intervalo
UE 1	0 6 3 9	0 6 -3 -9
UE 2	4 10	4 10

10 El 1º usuario transmite una señal de referencia con respecto a cuatro capas y el 2º usuario transmite una señal de referencia con respecto a dos capas. La OCC de tipo 2-A de la Tabla 6 se aplica a tanto el 1º como el 2º usuarios. Por consiguiente, el signo menos (-) se aplica a las señales de referencia de la 3ª y 4ª capas del 1º usuario y el signo menos (-) no se aplica a señales de referencia de la 1ª y 2ª capas del 2º usuario.

15 Con referencia al tipo 3-A de la Tabla 6, el signo menos (-) se aplica a algunas señales de referencia de capas o antenas en cualquier intervalo. En el tipo 3-A, el signo menos (-) se aplica a una señal de referencia de una 2ª capa (o antena) o una 4ª capa (o antena). La OCC se puede utilizar como un recurso o se puede usar para aumentar un intervalo de valores de cambio cíclico entre múltiples usuarios.

20 Con referencia al tipo 4-A de la Tabla 6, el signo menos (-) se aplica a algunas señales de referencia de capas o antenas transmitidas en cualquier intervalo. En el tipo 4-A, el signo menos (-) se aplica a una señal de referencia de una 2ª capa (o antena) o una 3ª capa (o antena). La OCC se puede utilizar como un recurso o se puede usar para aumentar un intervalo de valores de cambio cíclico entre múltiples usuarios.

25 En lo sucesivo, se describirá el método de transmisión de señal de referencia propuesto. Según el método de transmisión de señal de referencia propuesto, los valores de cambio cíclico para señales de referencia de una pluralidad de capas o una pluralidad de antenas se pueden aplicar diversamente. Aunque se describe en lo sucesivo un caso donde los valores de cambio cíclico se asignan a las señales de referencia de la pluralidad de capas, la presente invención no está limitada al mismo y de esta manera también puede aplicarse a un caso donde los valores de cambio cíclico se asignan a las señales de referencia de la pluralidad de antenas.

Primero, los valores de cambio cíclico pueden constituir un conjunto sin considerar la OCC y de esta manera se pueden asignar a señales de referencia de la pluralidad de capas.

30 Los valores de cambio cíclico se pueden asignar considerando un sistema MIMO de usuario único (SU-MIMO). Debido a una característica de una secuencia de señales de referencia usada para transmisión de señal de referencia de enlace ascendente de la LTE rel-8 del 3GPP, un cambio ocurre en un dominio de tiempo por un valor que corresponde a un valor de cambio cíclico asignado. Por ejemplo, si un tamaño de FFT es 512, cuando un intervalo de valores de cambio cíclico es 1, el intervalo corresponde a 43 muestras en un dominio de tiempo.
 35 Mientras tanto, una respuesta de impulso de canal existe en un periodo de CP en general. Después de recibir la respuesta al impulso de canal existente en el periodo de CP, se puede sustituir con una señal de dominio de frecuencia para obtener un canal estimado. En caso de transmisión multiantena, una señal recibida desde cada antena tiene un retardo similar en general y la respuesta al impulso de canal puede existir en el periodo de CP o se puede desviar ligeramente del periodo de CP. Por lo tanto, asignando un valor de cambio cíclico que tiene un intervalo mayor o igual que 1 o 2 en un entorno SU-MIMO, una respuesta al impulso de canal experimentada por una señal transmitida desde cada antena se puede obtener suficientemente sin interferencia entre antenas. Por consiguiente, un intervalo mínimo de valores de cambio cíclico entre capas respectivas es preferiblemente mayor o igual que 1 en el SU-MIMO.

45 Un conjunto de valores de cambio cíclico se puede configurar diversamente. Por ejemplo, el conjunto de valores de cambio cíclico puede ser {0, 2, 3, 4, 6, 8, 9, 10} que es un conjunto de 8 valores de cambio cíclico definidos en la LTE rel-8 del 3GPP. En un CP normal o CP extendido, un valor de cambio cíclico se puede seleccionar a partir del conjunto. Además, se puede usar un subconjunto del conjunto. Por ejemplo, un valor de cambio cíclico se puede seleccionar a partir del subconjunto que consta de {0, 3, 6, 9}. Cuando un canal tiene una extensión de retardo larga, se puede usar un subconjunto que consta de valores de cambio cíclico que tienen un gran intervalo de los valores de cambio cíclico.
 50

Para otro ejemplo, el conjunto de valores de cambio cíclico puede ser {0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11} que es un conjunto de 12 valores de cambio cíclico. Además, se puede usar un subconjunto del conjunto.

Para otro ejemplo, el conjunto de valores de cambio cíclico puede ser {0, 4, 8, 2, 6, 10, 3, 9} que es un conjunto de 8 valores de cambio cíclico. En este caso, en un valor de cambio cíclico definido en la LTE rel-8 del 3GPP, el valor de cambio cíclico se selecciona de manera que los valores de cambio cíclico tienen un intervalo de 4 y si el valor de cambio cíclico es mayor que 12, el valor de cambio cíclico se selecciona realizando una operación módulo. Si hay un valor preseleccionado, se puede seleccionar un valor más cercano al valor seleccionado. Si el conjunto de valores de cambio cíclico es un conjunto de 12 valores de cambio cíclico, el conjunto puede ser {0, 4, 8, 1, 5, 9, 2, 6, 10}.

El conjunto de cambio cíclico determinado usando el método mencionado anteriormente se puede indicar a través de un indicador de cambio cíclico asignado a un formato de DCI transmitido a través de un PDCCH. El indicador de cambio cíclico puede tener una longitud de 3 bits. Usando un valor de cambio cíclico indicado por el indicador de cambio cíclico como un punto de inicio de un conjunto de cambio cíclico y desplazamientos de cambio cíclico se pueden asignar por el número de capas. Es decir, sobre la base del punto de inicio del conjunto de cambio cíclico y los desplazamientos de cambio cíclico asignados a las capas respectivas, se pueden determinar los valores de cambio cíclico de las capas respectivas. Un orden de asignación de los desplazamientos de cambio cíclico puede ser secuencial o puede ajustarse a una regla predeterminada. La regla predeterminada puede ser cualquier secuencia o puede ser un orden basado en un desplazamiento. El punto de inicio del conjunto de cambio cíclico indicado por el indicador de cambio cíclico puede ser cualquiera de los valores de cambio cíclico asignados a las capas respectivas o puede ser cualquiera de los desplazamientos de cambio cíclico asignados a las capas respectivas. Alternativamente, el punto de inicio puede ser el mismo valor que $n_{DMRS}^{(2)}$. Por ejemplo, si un conjunto de cambio cíclico es {0, 2, 3, 4, 6, 8, 9, 10}, un indicador de cambio cíclico es 0 y el número de capas es 2, entonces comenzando desde un valor de cambio cíclico 0 en el conjunto de cambio cíclico, los valores de cambio cíclico 0 y 2 se pueden seleccionar como valores de cambio cíclico de las secuencias de señales de referencia de enlace ascendente. Alternativamente, si un conjunto de cambio cíclico es {0, 2, 3, 4, 6, 8, 9, 10}, un indicador de cambio cíclico es 0, el número de capas es 3 y los valores de desplazamiento de cambio cíclico asignados a la 1ª y 3ª capas son respectivamente {0, 6, 3}, entonces los valores de cambio cíclico asignados a la 1ª y 3ª capas puede ser respectivamente {0, 6, 3}.

Además del indicador de cambio cíclico, un desplazamiento de selección se puede asignar adicionalmente en un formato de DCI. Comenzando a partir de un valor de cambio cíclico indicado por el indicador de cambio cíclico, los valores de cambio cíclico de secuencias de señales de referencia para una pluralidad de capas se pueden asignar con un intervalo que corresponde a un valor indicado por el desplazamiento de selección. El desplazamiento de selección puede tener una longitud de 1 bit o dos bits. Si el desplazamiento de selección tiene una longitud de 1, el desplazamiento de selección puede ser cualquiera de {1, 2}, {1, 3} y {1, 4}. Si el desplazamiento de selección tiene una longitud de 2, el desplazamiento de selección puede ser cualquiera de {1, 2, 3, 4}. Por ejemplo, si un indicador de cambio cíclico es 3 bits, un desplazamiento de selección es 1 bit, un conjunto de cambio cíclico consta de {0, 2, 3, 4, 6, 8, 9, 10}, un indicador de cambio cíclico y un desplazamiento de selección usado por un 1º usuario son respectivamente '000' y '0' y un indicador de cambio cíclico y un desplazamiento de selección usado por un 2º usuario son respectivamente '101' y '1', entonces los valores de cambio cíclico de las señales de referencia de las capas respectivas del 1º usuario pueden ser {0, 2} y los valores de cambio cíclico de señales de referencia de las capas respectivas del 2º usuario pueden ser {8, 10}.

Mientras tanto, si el número de capas es 3, se pueden asignar dos indicadores de cambio cíclico a partir del formato de DCI y de esta manera se pueden usar como valores de cambio cíclico de señales de referencia de dos capas y un valor de cambio cíclico de una señal de referencia del resto de una capa se puede asignar en base a cualquiera de los dos indicadores de cambio cíclico indicados por un PDCCH. En este caso, el valor de cambio cíclico de la señal de referencia del resto de una capa se puede determinar implícitamente en base a un desplazamiento de selección sin señalización adicional. Alternativamente, el valor de cambio cíclico de la señal de referencia de la capa restante se puede asignar en base a cualquiera de los dos indicadores de cambio cíclico.

La descripción anterior también se aplica a un caso donde el número de capas es 4. Dos indicadores de cambio cíclico se pueden asignar a partir del formato de DCI y de esta manera se pueden usar como valores de cambio cíclico de señales de referencia de dos capas y los valores de cambio cíclico de las señales de referencia de las dos capas restantes se pueden asignar en base en los dos indicadores de cambio cíclico. Por ejemplo, un valor de cambio cíclico de una señal de referencia de una 3ª capa se puede basar en un valor de cambio cíclico de una señal de referencia de una 1ª capa y un valor de cambio cíclico de una señal de referencia de una 4ª capa se pueden basar en un valor de cambio cíclico de una señal de referencia de una 2ª capa. Los valores de cambio cíclico de las señales de referencia de las dos capas restantes se pueden determinar implícitamente en base a un desplazamiento de selección sin señalización adicional.

Aunque la asignación de un valor de cambio cíclico de una DMRS de enlace ascendente se ha descrito anteriormente considerando una pluralidad de capas, la presente invención no está limitada a la misma y de esta manera también puede aplicarse a una señal de referencia de sondeo de enlace ascendente. En este caso, la presente invención puede aplicarse específicamente a una señal de referencia de sondeo de enlace ascendente variando un indicador de cambio cíclico asignado a la DMRS y un conjunto de cambio cíclico, etc. Además, se puede

evitar que ocurra una sobrecarga de señalización aplicando directamente el indicador de cambio cíclico para la DMRS o el valor de cambio cíclico a la señal de referencia de sondeo.

5 En lo sucesivo, se describirá un método de asignación de un valor de cambio cíclico de una secuencia de señales de referencia de cada capa combinando un índice de cambio cíclico para indicar un valor de cambio cíclico y un índice de OCC para indicar una OCC. En este caso, el valor de cambio cíclico se puede determinar de manera que se maximiza un intervalo de valores de cambio cíclico de las señales de referencia de las capas respectivas. Alternativamente, el valor de cambio cíclico de las señales de referencia de las capas respectivas se puede determinar usando un indicador de cambio cíclico sin señalización adicional del índice de OCC. En la siguiente descripción, el índice de cambio cíclico y el índice de OCC se describen usando una tabla. Además, aunque se supone que el número de capas es 4, cuando el número de capas es menor o igual que 4, también es posible usar solamente valores de cambio cíclico para algunas capas entre los valores de cambio cíclico propuestos en la tabla correspondiente.

15 Primero, los valores de cambio cíclico se pueden asignar de manera que se pueden maximizar un intervalo de valores de cambio cíclico de señales de referencia entre la 1ª y 2ª capas y un intervalo de valores de cambio cíclico de señales de referencia entre la 3ª y 4ª capas. Según la OCC aplicada, solamente pueden permanecer señales de referencia de la 1ª y 2ª capas y la estimación de canal se puede realizar en este estado y, por otra parte, solamente pueden permanecer señales de referencia de la 3ª y 4ª capas y se puede realizar en este estado estimación de canal.

20 La Tabla 9 muestra un ejemplo en el cual un índice de cambio cíclico y un índice de OCC se correlacionan según la invención propuesta.

[Tabla 9]

Índice i (cambio cíclico)	Campo de Cambio Cíclico en formato de DCI 0	$n_{DMRS}^{(2)}$	Índice de OCC
0	000	0	0
1	001	6	0
2	010	3	1
3	011	4	1
4	100	2	0
5	101	8	0
6	110	10	1
7	111	9	1

25 Según la Tabla 9, se correlacionan un índice de cambio cíclico i y un índice de OCC. Un campo de cambio cíclico en formato de DCI 0 indicado por el índice de cambio cíclico y $n_{DMRS}^{(2)}$ a ser correlacionado al campo de cambio cíclico se correlacionan con el índice de OCC. Es decir, el mismo índice de OCC se aplica siempre al valor $n_{DMRS}^{(2)}$. Por ejemplo, si $n_{DMRS}^{(2)}=0$, el índice de OCC puede ser siempre 0 y si $n_{DMRS}^{(2)}=3$, el índice de OCC puede ser siempre 1. En este caso, cuando el índice de OCC es 0, implica que una OCC aplicada al 1º y 2º intervalos son [1 1] y cuando la OCC es 1, implica que una OCC aplicada al 1º y 2º intervalos son [1 -1]. Alternativamente, también es aplicable lo contrario.

30 La Tabla 10 muestra un valor de cambio cíclico de una señal de referencia de cada capa aplicada según la Tabla 9.

[Tabla 10]

Índice i (cambio cíclico)	Campo de Cambio Cíclico en formato de DCI [3]	$n_{DMRS}^{(2)}$	Valor de cambio cíclico de RS para índice de categoría 1	Valor de cambio cíclico de RS para índice de categoría 2	Valor de cambio cíclico de RS para índice de categoría 3	Valor de cambio cíclico de RS para índice de categoría 4
0	000	0	0	6	-3	-9
1	001	6	6	0	-9	-3

ES 2 590 329 T3

2	010	3	-3	-9	6	0
3	011	4	-4	-10	8	2
Índice i (cambio cíclico)	Campo de Cambio Cíclico en formato de DCI 0 [3]	$n_{DMRS}^{(2)}$	Valor de cambio cíclico de RS para índice de categoría 1	Valor de cambio cíclico de RS para índice de categoría 2	Valor de cambio cíclico de RS para índice de categoría 3	Valor de cambio cíclico de RS para índice de categoría 4
4	100	2	2	8	4	10
5	101	8	8	2	-10	-4
6	110	10	-10	-4	2	8
7	111	9	-9	-3	0	6

5 En la Tabla 10, un signo menos (-) implica que se aplica un índice de OCC 1 y de esta manera el signo menos (-) se aplica a una señal de referencia transmitida en un 2º intervalo. Según la Tabla 10, los valores de cambio cíclico de señales de referencia de la 1ª y 2ª capas mantienen un intervalo máximo y del mismo modo los valores de cambio cíclico de señales de referencia de la 3ª y 4ª capas también mantienen un intervalo máximo. Cuando el número de capas es 2 o 3, solamente se pueden usar algunos de los valores de cambio cíclico de la Tabla 10.

10 Alternativamente, los valores de cambio cíclico de las señales de referencia de las capas respectivas se pueden asignar de manera que se reduce la interferencia en la máxima medida posible en transmisión de categoría 2. Aunque un intervalo de los valores de cambio cíclico de las señales de referencia de las capas respectivas no se maximiza en transmisión de categoría 4, según la OCC aplicada, solamente pueden permanecer las señales de referencia de la 1ª y 3ª capas y se puede realizar en este estado estimación de canal y, por otra parte, solamente pueden permanecer señales de referencia de la 2ª y 4ª capas y se puede realizar en este estado estimación de canal.

15 La Tabla 11 muestra un ejemplo en el cual se correlacionan un índice de cambio cíclico y un índice de OCC según la invención propuesta.

[Tabla 11]

Índice i (cambio cíclico)	Campo de Cambio Cíclico en formato de DCI 0	$n_{DMRS}^{(2)}$	Índice de OCC
0	000	0	0
1	001	6	1
2	010	3	0
3	011	4	1
4	100	2	0
5	101	8	1
6	110	10	0
7	111	9	1

La Tabla 12 muestra un valor de cambio cíclico de una señal de referencia de cada capa aplicada según la Tabla 10.

[Tabla 12]

Índice i (cambio cíclico)	Campo de Cambio Cíclico en formato de DCI 0 [3]	$n_{DMRS}^{(2)}$	Valor de cambio cíclico de RS para índice de categoría 1	Valor de cambio cíclico de RS para índice de categoría 2	Valor de cambio cíclico de RS para índice de categoría 3	Valor de cambio cíclico de RS para índice de categoría 4
0	000	0	0	-6	3	-9

ES 2 590 329 T3

1	001	6	-6	0	-9	3
2	010	3	3	-9	-6	0
Índice i (cambio cíclico)	Campo de cambio cíclico en formato de DCI 0 [3]	$n_{DMRS}^{(2)}$	Valor de cambio cíclico de RS para índice de categoría 1	Valor de cambio cíclico de RS para índice de categoría 2	Valor de cambio cíclico de RS para índice de categoría 3	Valor de cambio cíclico de RS para índice de categoría 4
3	011	4	-4	10	-8	2
4	100	2	2	8	4	10
5	101	8	8	2	-10	-4
6	110	10	-10	-4	2	8
7	111	9	-9	-3	0	6

Quando el número de capas es 2 o 3, solamente se pueden usar algunos de los valores de cambio cíclico de la Tabla 12.

- 5 Según el número de capas, también es posible asignar valores de cambio cíclico en base a diferentes reglas. Por ejemplo, los valores de cambio cíclico de la Tabla 10 se pueden asignar en caso de transmisión de categoría 2 y los valores de cambio cíclico de la Tabla 12 se pueden asignar en caso de transmisión de categoría 4. Alternativamente, los valores de cambio cíclico de la Tabla 12 se pueden asignar en caso de transmisión de categoría 2 y los valores de cambio cíclico de la Tabla 10 se pueden asignar en caso de transmisión de categoría 4.

El valor de cambio cíclico se puede asignar combinando un valor de cambio cíclico y una OCC.

- 10 Cuando el número de capas es 1, se pueden asignar valores de cambio cíclico diferentes según un índice de cambio cíclico. No obstante, en caso de una pluralidad de capas, el mismo valor de cambio cíclico se puede asignar incluso aunque los índices de cambio cíclico sean diferentes. Por ejemplo, cualquiera de {0, 6, 3, 4, 2, 8, 10, 9} se puede usar como un valor de cambio cíclico de una señal de referencia de una capa y cualquiera de {(0, 6), (6, 0), (3, 9), (4, 10), (2, 8), (8, 2), (10, 4), (9,3)} se pueden usar como valores de cambio cíclico de las señales de referencia de dos capas. En este caso, (0, 6)-(6, 0)/(3, 9)-(9, 3)/(4, 10)-(10, 4)/(2, 8)-(8, 2) tienen el mismo valor de cambio cíclico incluso aunque los índices de cambio cíclico sean diferentes. Por consiguiente, en este caso, la OCC se puede aplicar para mantener la ortogonalidad. Por ejemplo, la OCC se puede aplicar tal como (0, 6), (-6, -0). En este caso, si un signo menos (-) se aplica a señales de referencia de la 1ª y 2ª capas, un signo más (+) se puede aplicar a las señales de referencia de la 3ª y 4ª capas.
- 15
- 20 La Tabla 13 muestra un ejemplo de un valor de cambio cíclico de una señal de referencia de cada capa según la invención propuesta.

[Tabla 13]

Índice i (cambio cíclico)	Campo de Cambio Cíclico en formato de DCI 0 [3]	$n_{DMRS}^{(2)}$	Valor de cambio cíclico de RS para índice de categoría 1	Valor de cambio cíclico de RS para índice de categoría 2	Valor de cambio cíclico de RS para índice de categoría 3	Valor de cambio cíclico de RS para índice de categoría 4
0	000	0	0	6	-3	-9
1	001	6	-6	-0	9	3
2	010	3	3	9	-6	-0
3	011	4	-4	-10	8	2
4	100	2	-2	-8	4	10
5	101	8	8	2	-10	4
6	110	10	10	4	-2	-8
7	111	9	-9	-3	0	6

La Tabla 14 muestra otro ejemplo de un valor de cambio cíclico de una señal de referencia de cada capa según la invención propuesta.

[Tabla 14]

Índice i (cambio cíclico)	Campo de Cambio Cíclico en formato de DCI 0 [3]	$n_{DMRS}^{(2)}$	Valor de cambio cíclico de RS para índice de categoría 1	Valor de cambio cíclico de RS para índice de categoría 2	Valor de cambio cíclico de RS para índice de categoría 3	Valor de cambio cíclico de RS para índice de categoría 4
0	000	0	0	6	3	9
1	001	6	6	0	9	3
2	010	3	3	9	6	0
3	011	4	4	10	7	1
4	100	2	2	8	5	11
5	101	8	8	2	11	4
6	110	10	10	4	1	7
7	111	9	9	3	0	6

5

La Tabla 15 muestra un ejemplo de aplicación de la OCC a la señal de referencia de la 3ª y 4ª capas de la Tabla 14.

[Tabla 15]

Índice i (cambio cíclico)	Campo de Cambio Cíclico en formato de DCI 0 [3]	$n_{DMRS}^{(2)}$	Valor de cambio cíclico de RS para índice de categoría 1	Valor de cambio cíclico de RS para índice de categoría 2	Valor de cambio cíclico de RS para índice de categoría 3	Valor de cambio cíclico de RS para índice de categoría 4
0	000	0	0	6	-3	-9
1	001	6	6	0	-9	-3
2	010	3	3	9	-6	-0
3	011	4	4	10	-7	-1
4	100	2	2	8	-5	-11
5	101	8	8	1	-11	-4
6	110	10	10	4	-1	-7
7	111	9	9	3	-0	-6

La Tabla 16 muestra un ejemplo de aplicación de la OCC a la señal de referencia de la 1ª capa de la Tabla 14.

[Tabla 16]

Índice i (cambio cíclico)	Campo de Cambio Cíclico en formato de DCI 0 [3]	$n_{DMRS}^{(2)}$	Valor de cambio cíclico de RS para índice de categoría 1	Valor de cambio cíclico de RS para índice de categoría 2	Valor de cambio cíclico de RS para índice de categoría 3	Valor de cambio cíclico de RS para índice de categoría 4
0	000	0	0	6	-3	-9
1	001	6	-6	-0	9	3

10

2	010	3	3	9	-6	-0
3	011	4	-4	-10	7	1
Indice i (cambio cíclico)	Campo de Cambio Cíclico en formato de DCI 0 [3]	$n_{DMRS}^{(2)}$	Valor de cambio cíclico de RS para índice de categoría 1	Valor de cambio cíclico de RS para índice de categoría 2	Valor de cambio cíclico de RS para índice de categoría 3	Valor de cambio cíclico de RS para índice de categoría 4
4	100	2	-2	-8	5	11
5	101	8	8	1	-11	-4
6	110	10	10	4	-1	-7
7	111	9	-9	-3	0	6

Cuando el número de capas es menor o igual que 4, solamente se pueden asignar los valores de cambio cíclico de señales de referencia de algunas capas entre los valores de cambio cíclico de la Tabla 13 a la Tabla 16.

5 La FIG. 13 es un diagrama de bloques que muestra una realización del método de transmisión de señal de referencia propuesto.

En el paso S100, un UE genera una pluralidad de secuencias de señales de referencia en la cual los valores de cambio cíclico diferentes se asignan respectivamente a una pluralidad de capas. En el paso S110, el UE genera un símbolo SC-FDMA al cual se correlaciona la pluralidad de secuencias de señales de referencia. En el paso S120, el UE transmite el símbolo de SC-FDMA a través de una pluralidad de antenas. Los valores de cambio cíclico asignados a las capas respectivas se pueden determinar en base a un 1º valor de cambio cíclico que es un valor de cambio cíclico asignado a una 1ª capa entre la pluralidad de capas y diferentes desplazamientos de cambio cíclico asignados a las capas respectivas.

La FIG. 14 es un diagrama de bloques de un UE según una realización de la presente invención.

15 Un UE 900 incluye un generador de señales de referencia 910, un generador de símbolos SC-FDMA 920 y una unidad de radiofrecuencia (RF) 930. El generador de señales de referencia 910 genera una pluralidad de secuencias de señales de referencia en la cual los diferentes valores de cambio cíclico se asignan respectivamente a una pluralidad de capas. El generador de símbolos SC-FDMA 920 se conecta al generador de señales de referencia y genera un símbolo SC-FDMA al cual se correlaciona la pluralidad de secuencias de señales de referencia. La unidad de RF 930 se conecta al generador de símbolos SC-FDMA y transmite el símbolo SC-FDMA a una BS a través de una pluralidad de antenas.

25 Las realizaciones ejemplares de la presente invención se pueden implementar mediante hardware, software o una combinación de los mismos. El hardware se puede implementar por un circuito integrado de aplicaciones específicas (ASIC), procesador de señal digital (DSP), un dispositivo de lógica programable (PLD), una disposición de puertas programables en campo (FPGA), un procesador, un controlador, un microprocesador, otras unidades electrónicas o una combinación de los mismos, todos de los cuales se diseñan para realizar las funciones mencionadas anteriormente. El software se puede implementar por un módulo que realiza las funciones mencionadas anteriormente. El software se puede almacenar en una unidad de memoria y se puede ejecutar por un procesador. La unidad de memoria o un procesador puede adoptar diversas unidades bien conocidas por los expertos en la técnica.

30 En las realizaciones ejemplares mencionadas anteriormente, los métodos se describen en base a la serie de pasos o los diagramas de flujo mostrados por un bloque, pero las realizaciones ejemplares de la presente invención no están limitadas al orden de los pasos y cualquier paso se puede realizar en orden diferente de los pasos mencionados anteriormente o simultáneamente. Además, una persona experta en la técnica a la cual pertenece la presente invención puede comprender que los pasos mostrados en el diagrama de flujo no son exclusivos y, de esta manera, pueden incluir otros pasos o uno o más pasos del diagrama de flujo se pueden borrar sin afectar el alcance de la presente invención.

40 Las realizaciones mencionadas anteriormente incluyen ejemplos de diversos aspectos. Aunque no se describen todas las combinaciones posibles que muestran diversos aspectos, se puede apreciar por los expertos en la técnica que se pueden hacer otras combinaciones. Por lo tanto, la presente invención se debería interpretar como que incluye todas las demás sustituciones, alteraciones y modificaciones que pertenecen a las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un método de transmisión de una señal de referencia de demodulación, DMRS, para un canal compartido de enlace ascendente físico, PUSCH, que usa una pluralidad de capas que constan de una primera, segunda y tercera capas, en un sistema de comunicación inalámbrica, el método que comprende:

5 generar una primera, segunda y tercera secuencias de DMRS asociadas con la primera, segunda y tercera capas respectivamente, en donde el primer, segundo y tercer cambios cíclicos se asignan a la primera, segunda y tercera secuencias de DMRS respectivamente;

correlacionar la primera, segunda y tercera secuencias de DMRS a elementos de recursos, RE; y

transmitir la primera, segunda y tercera secuencias de DMRS a una estación base,

10 en donde el primer, segundo y tercer cambios cíclicos se determinan respectivamente en base a un primer, segundo y tercer valores de cambio cíclico, que se indican por un campo de cambio cíclico en información de control de enlace descendente, DCI, recibida a través de un canal de control de enlace descendente físico, PDCCH,

15 en donde el primer y segundo valores de cambio cíclico se separan por un valor de separación máximo, el valor de separación máximo que corresponde a un número total de cambios cíclicos y que se determina para transmisión de señal DMRS en el sistema de comunicación inalámbrica usando cuatro capas,

en donde el primer, segundo y tercer valores de cambio cíclico se representan por la tabla de más adelante:

Z	$n_{DMRS,\lambda}^{(Z)}$		
	$\lambda=0$	$\lambda = 1$	$\lambda = 2$
000	0	6	3
001	6	0	9
010	3	9	6
011	4	10	7
100	2	8	5
101	8	2	11
110	10	4	1
111	9	3	0

en donde Z es el campo de cambio cíclico en la DCI recibida a través del PDCCH.

20 2. Un aparato para transmitir una señal de referencia de demodulación, DMRS, para un canal compartido de enlace ascendente físico, PUSCH, que usa una pluralidad de capas que constan de una primera, segunda y tercera capas, el aparato que comprende:

una unidad de radiofrecuencia, RF, configurada para transmitir o recibir una señal radio; y

un procesador acoplado a la unidad de RF,

25 en donde el procesador se configura para:

generar una primera, segunda y tercera secuencias de DMRS asociadas con la primera, segunda y tercera capas respectivamente, en donde el primer, segundo y tercer cambios cíclicos se asignan a la primera, segunda y tercera secuencias de DMRS respectivamente;

correlacionar la pluralidad de la primera, segunda y tercera secuencias de DMRS a elementos de recursos, RE; y

30 transmitir la pluralidad de la primera, segunda y tercera secuencias de DMRS a una estación base,

en donde el primer, segundo y tercer cambios cíclicos se determinan respectivamente en base a un primer, segundo y tercer valores de cambio cíclico, que se indican por un campo de cambio cíclico en información de

control de enlace descendente, DCI, recibida a través de un canal de control de enlace descendente físico, PDCCH,

5 en donde el primer y segundo valores de cambio cíclico se separan por un valor de separación máximo, el valor de separación máximo que corresponde a un número total de cambios cíclicos posibles y que se determina para transmisión de señal DMRS en el sistema de comunicación inalámbrica usando cuatro capas,

en donde el primer, segundo y tercer valores de cambio cíclico se representan por la tabla de más adelante:

Z	$n_{\text{DMRS},\lambda}^{(2)}$		
	$\lambda=0$	$\lambda = 1$	$\lambda = 2$
000	0	6	3
001	6	0	9
010	3	9	6
011	4	10	7
100	2	8	5
101	8	2	11
110	10	4	1
111	9	3	0

en donde Z es el campo de cambio cíclico en la DCI recibida a través del PDCCH.

FIG. 1

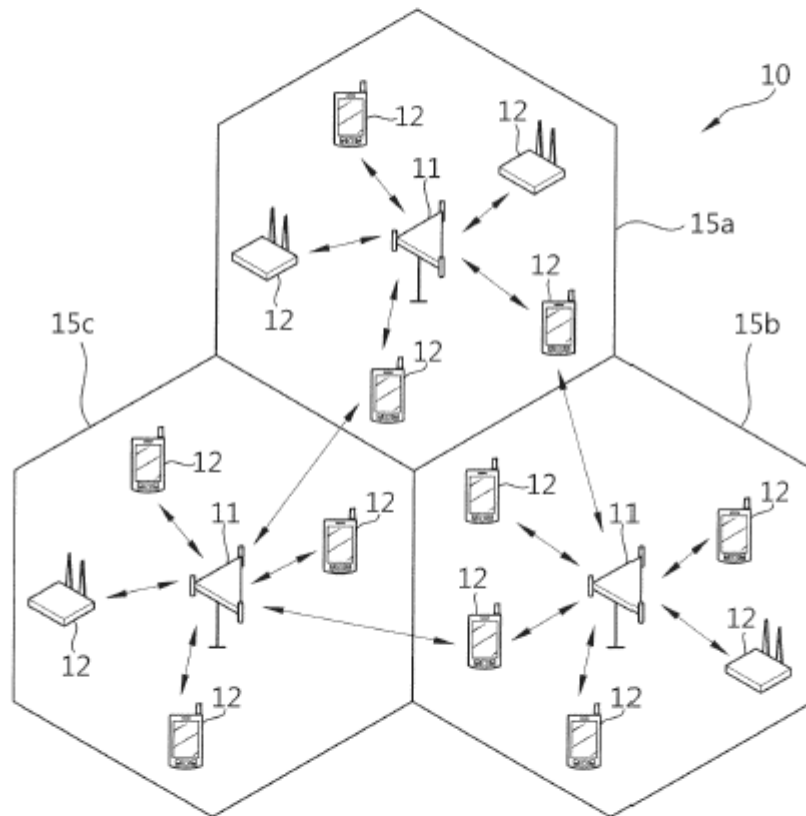


FIG. 2

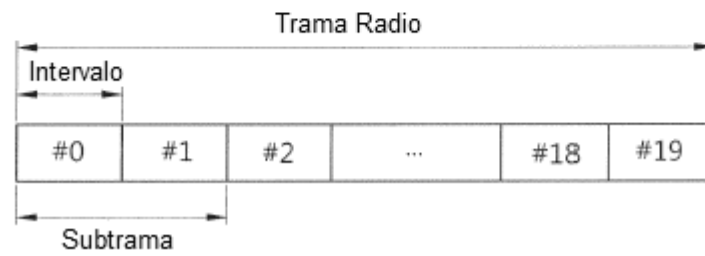


FIG. 3

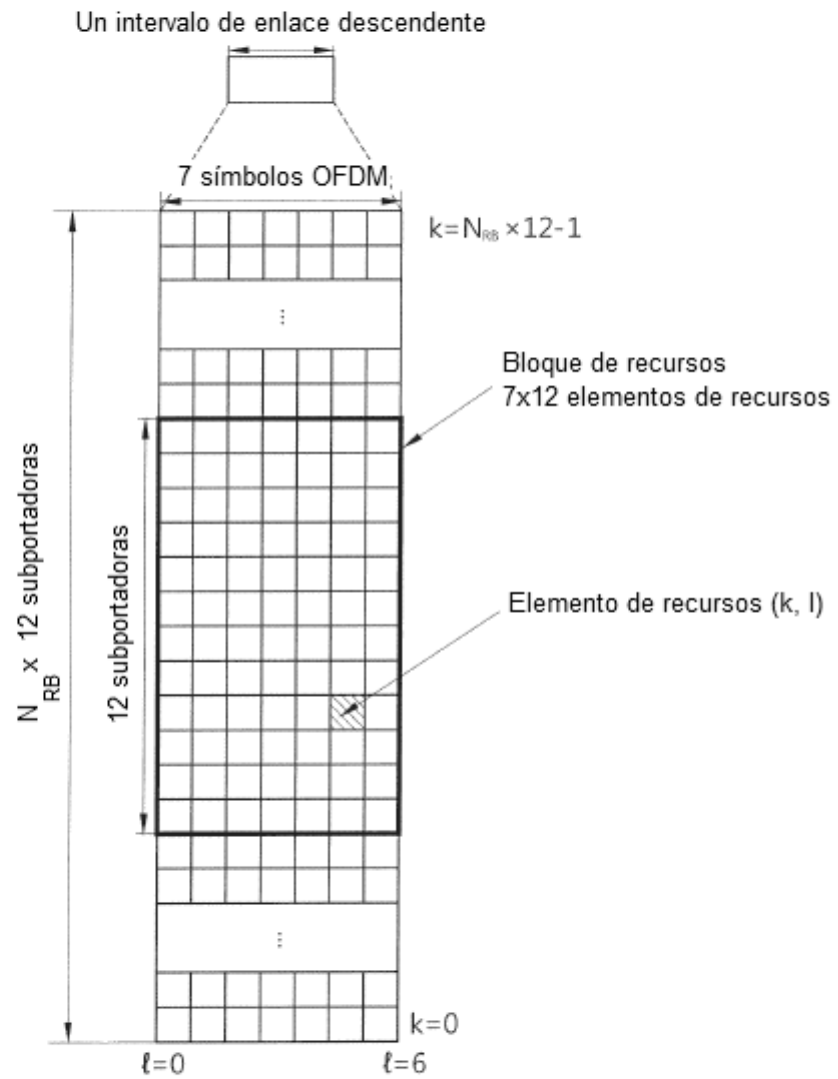


FIG. 4

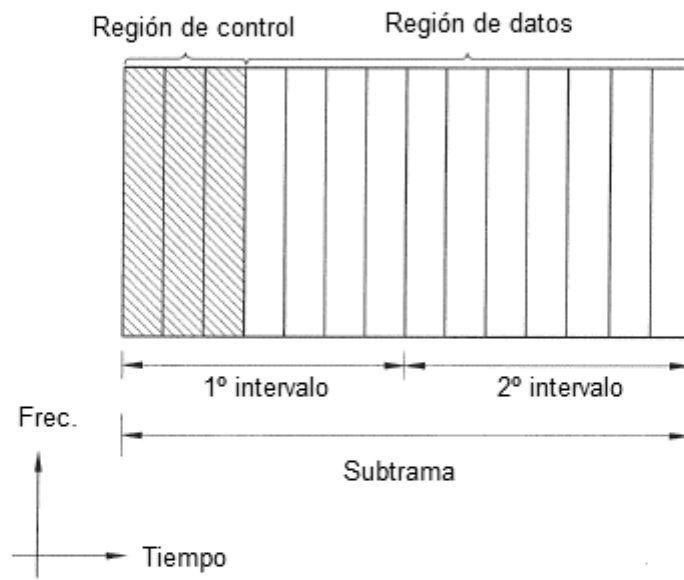


FIG. 5

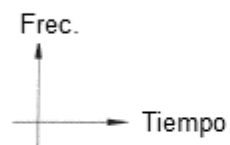
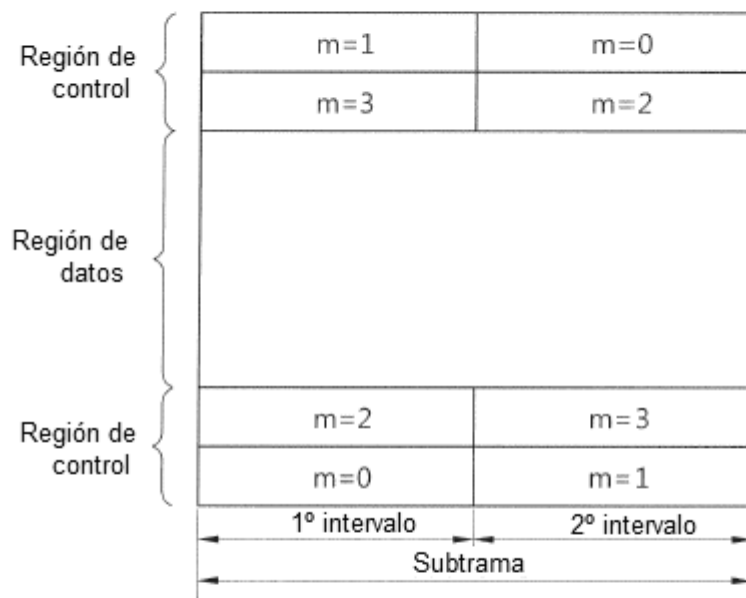


FIG. 6

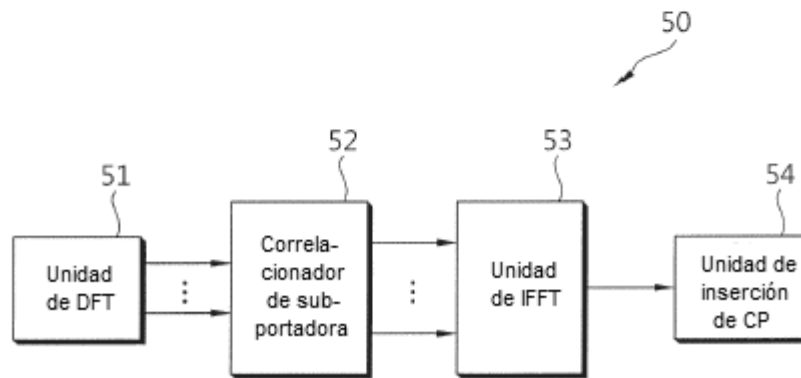


FIG. 7

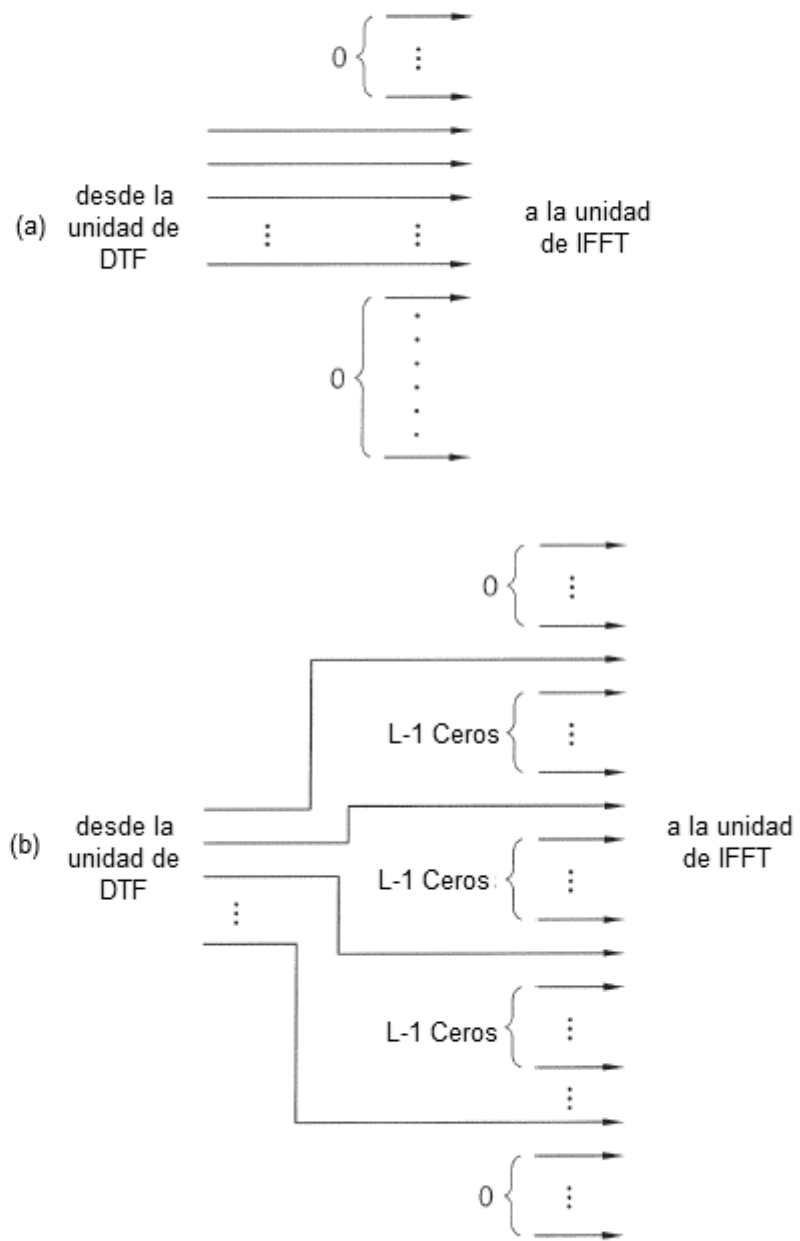


FIG. 8

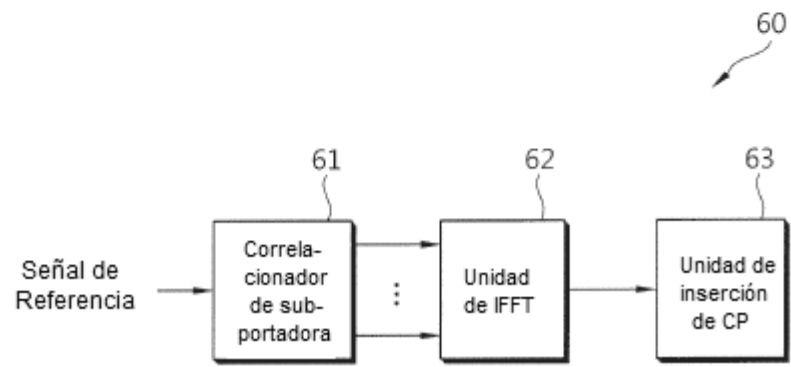


FIG. 9



FIG. 10

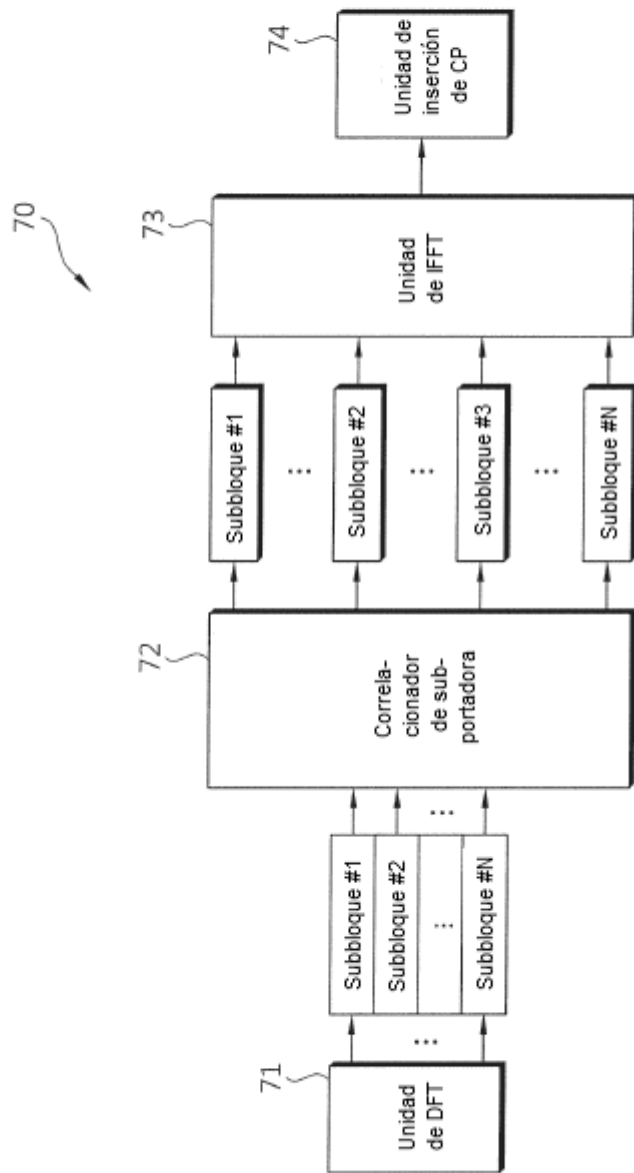


FIG. 11

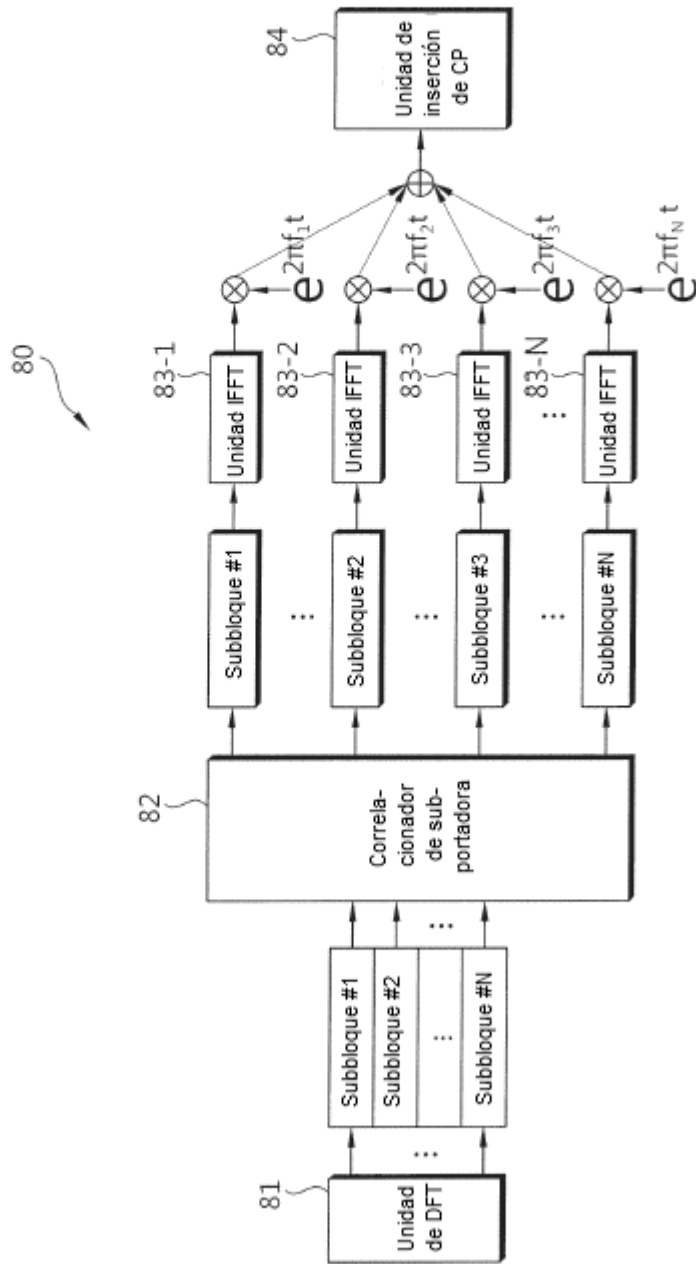


FIG. 12

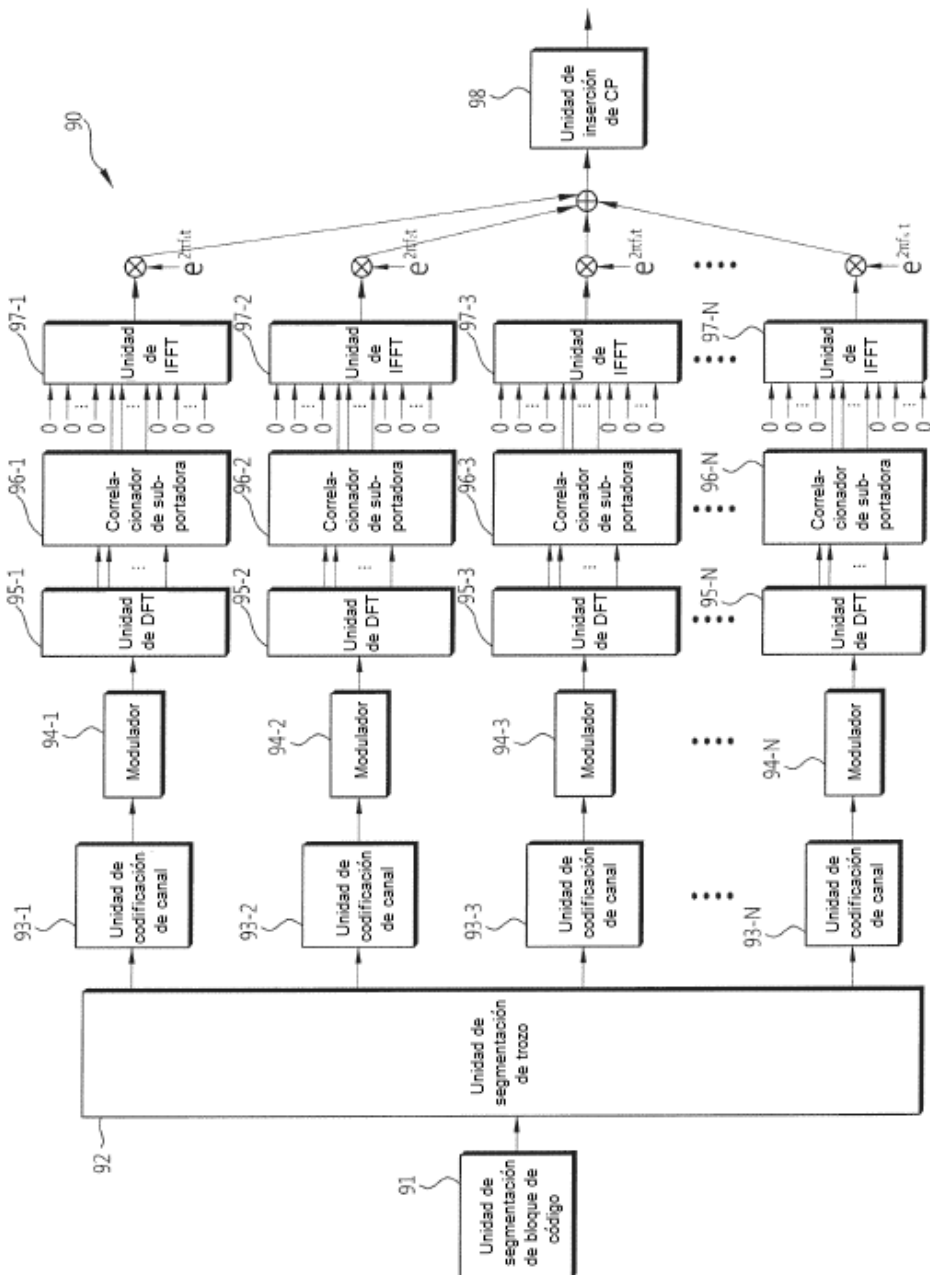


FIG. 13

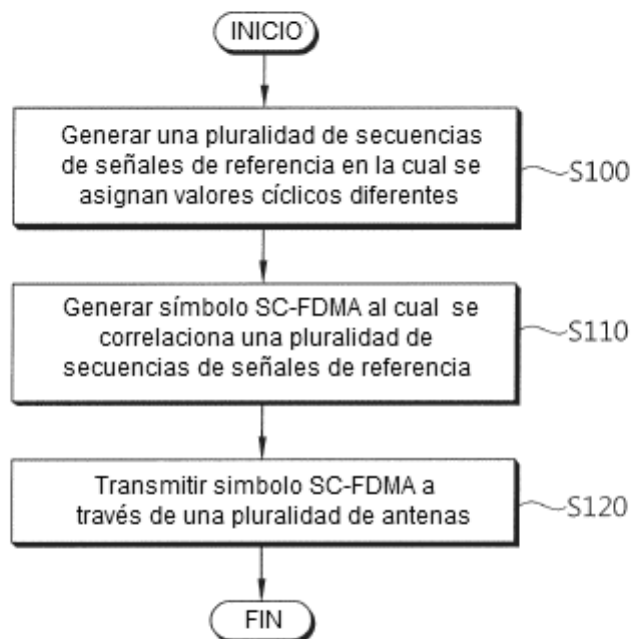


FIG. 14

