

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 605 419**

51 Int. Cl.:

H04L 27/26	(2006.01)
H04B 7/06	(2006.01)
H04L 1/00	(2006.01)
H04L 1/18	(2006.01)
H04L 5/00	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.08.2009 PCT/KR2009/004477**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **18.02.2010 WO10018977**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.08.2009 E 09806839 (8)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.10.2016 EP 2313988**

54 Título: **Método y aparato para transmitir información en un sistema de comunicaciones inalámbricas**

30 Prioridad:

11.08.2008 US 87737 P
14.11.2008 US 114480 P
24.11.2008 US 117237 P
27.05.2009 KR 20090046246
26.06.2009 KR 20090057834

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
14.03.2017

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

HAN, SEUNG HEE;
LEE, MOON IL;
KWON, YEONG HYEON;
KWAK, JIN SAM;
LEE, HYUN WOO;
KIM, DONG CHEOL;
CHUNG, JAE HOON;
MOON, SUNG HO;
NOH, MIN SEOK y
KO, HYUN SOO

74 Agente/Representante:

CURELL AGUILÁ, Mireia

ES 2 605 419 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 información en un sistema de comunicaciones inalámbricas.

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere a comunicaciones inalámbricas, y más particularmente, a un método y un aparato para transmitir información en un sistema de comunicaciones inalámbricas.

10 **Antecedentes de la técnica**

En los sistemas de comunicaciones móviles multimedia de la siguiente generación, que se han estudiado activamente en los últimos años, existe una demanda de un sistema con capacidad de procesar y transmitir una variedad de información (por ejemplo, datos de vídeo y de radiocomunicaciones), además del servicio de voz de la fase inicial. Los sistemas de comunicaciones inalámbricas están ampliamente extendidos por todo el mundo para proporcionar diversos tipos de servicios de comunicación, tales como voz o datos. El sistema de comunicaciones inalámbricas está diseñado con la finalidad de proporcionar una comunicación fiable a una pluralidad de usuarios, con independencia de sus ubicaciones y su movilidad. No obstante, un canal inalámbrico presenta características anómalas, tales como pérdidas por trayecto, ruido, desvanecimiento debido a múltiples trayectos, interferencia entre símbolos (ISI), efecto Doppler debido a la movilidad del equipo de usuario, etcétera. Por lo tanto, se han desarrollado varias técnicas para superar las características anómalas del canal inalámbrico y aumentar la fiabilidad de las comunicaciones inalámbricas.

Las múltiples entradas-múltiples salidas (MIMO) son una técnica para prestar soporte a servicios de datos de alta velocidad y fiables. La técnica MIMO mejora la eficiencia de la transmisión/recepción de datos al usar múltiples antenas de transmisión y múltiples antenas de recepción. Los ejemplos de la técnica MIMO incluyen multiplexado espacial, diversidad de transmisión, conformación de haz, etcétera. Una matriz de canal MIMO que depende del número de antenas de recepción y del número de antenas de transmisión se puede descomponer en una pluralidad de canales independientes. A cada canal independiente se le hace referencia como capa espacial o flujo continuo. Al número de flujos continuos se le hace referencia como rango.

Como sistema de comunicaciones móviles de la siguiente generación (es decir, posterior a la 3ª generación), se está normalizando un sistema de telecomunicaciones móviles internacionales avanzadas (IMT-A) que tiene como finalidad el soporte de un servicio multimedia sin interrupciones, basado en el Protocolo de Internet (IP), en la unión internacional de telecomunicaciones (ITU), proporcionando una velocidad de transmisión de alta velocidad de 1 gigabit por segundo (Gbps) en la comunicación de enlace descendente y 500 megabits por segundo (Mbps) en la comunicación de enlace ascendente. En el proyecto de asociación de 3ª generación (3GPP), el sistema de evolución a largo plazo avanzada (LTE-A) del 3GPP se considera como una técnica candidata para el sistema IMT-A. El sistema LTE-A se hace evolucionar para incrementar el nivel de compleción del sistema LTE, y se espera que mantenga la retrocompatibilidad con el sistema LTE. Esto es debido a que la aportación de compatibilidad entre el sistema LTE-A y el sistema LTE es ventajosa en términos de comodidad de los usuarios, y también es ventajosa para los proveedores de servicios puesto que pueden reutilizarse equipos existentes.

Mientras tanto, sobre un canal de control de enlace ascendente se transmite diversa información de control de enlace ascendente. Los ejemplos de la información de control de enlace ascendente incluyen un acuse de recibo (ACK)/acuse de recibo negativo (NACK) de una solicitud automática híbrida de repetición (HARQ), un indicador de calidad de canal (CQI) que indica la calidad de un canal de enlace descendente, una solicitud de planificación (SR) que solicita asignación de recursos para transmisión de enlace ascendente, etcétera.

Una pluralidad de UEs en una célula puede transmitir simultáneamente información de enlace ascendente a una estación base (BS). La BS debe poder diferenciar la información de enlace ascendente transmitida simultáneamente desde los UEs respectivos. Cuando la información de enlace ascendente de los UEs respectivos se transmite utilizando frecuencias diferentes, la BS puede diferenciar la información de enlace ascendente. A un esquema de multiplexado de una pluralidad de UEs utilizando frecuencias mutuamente diferentes se le denomina multiplexado por división de frecuencia (FDM). La pluralidad de UEs de la célula puede transmitir la información de enlace ascendente a la BS utilizando el mismo recurso de tiempo-frecuencia. Para diferenciar la información de enlace ascendente transmitida desde los UEs respectivos utilizando el mismo recurso de tiempo-frecuencia, los UEs respectivos pueden usar secuencias ortogonales en la transmisión de la información de enlace ascendente. Alternativamente, los UEs pueden usar secuencias de baja correlación. Como tal, a un esquema de multiplexado de una pluralidad de UEs utilizando secuencias mutuamente diferentes se le denomina multiplexado por división de código (CDM). Concretamente, la información de enlace ascendente de cada UE se puede multiplexar de acuerdo con el esquema de CDM y/o FDM y puede ser transmitida. No obstante, a este respecto, la combinación del método de transmisión de información basado en el esquema de CDM con una técnica MIMO puede provocar el problema de que se interrumpa la ortogonalidad. Con la ortogonalidad interrumpida, resulta más difícil para la BS discriminar información de cada UE con respecto a cuando se mantiene la ortogonalidad. Así, puede deteriorarse la fiabilidad de las comunicaciones inalámbricas, y puede degradarse el rendimiento global del sistema.

Por consiguiente, existe una necesidad de un método y un aparato para transmitir eficazmente información mediante la combinación de la técnica MIMO y el esquema de CDM y/o el esquema de FDM.

5 La solicitud de patente WO 2008/137864 A2 da a conocer sistemas y metodologías que facilitan la asignación de recursos de acuse de recibo (ACK) de enlace ascendente para un sistema de comunicaciones inalámbricas. En una de las formas de realización, un sistema que coordina la asignación de recursos de acuse de recibo de enlace ascendente incluye una estación base o un punto de acceso. El punto de acceso puede recibir señales de uno o más terminales de acceso y/o una pasarela de acceso, por medio de una o más antenas de recepción, y transmitir al terminal o terminales de acceso y/o la pasarela de acceso por medio de una o más antenas de transmisión.

10 La solicitud de patente WO 2008/085000 A1 da a conocer un método y un aparato para asignar y señalar recursos de ACK/NACK en un sistema de comunicaciones inalámbricas. En una de las formas de realización, se proporciona un método para asignar recursos de ACK/NACK y señalar los recursos de ACK/NACK asignados, el cual es adecuado para la transmisión MIMO.

15 La publicación, que no es texto de patente, de LG Electronics: "Uplink ACK/NACK Index Mapping", proyecto del 3GPP, R1-071547, vol. RANG WG1, 3 de abril de 2007, XP050105478, resume esquemas de mapeo de ACK/NACK de enlace ascendente y analiza sus ventajas e inconvenientes.

20 La publicación, que no es documento de patente, de LG Electronics: "Allocation of UL ACK/NACK index", proyecto del 3GPP, R1-072348, vol. RAN WG1, 2 de mayo de 2007, XP050106077, resume esquemas de mapeo de índices de ACK/NACK de enlace ascendente y analiza sus ventajas e inconvenientes.

25 **Exposición de la invención**

Problema técnico

30 La presente invención proporciona un método y un aparato para transmitir información en un sistema de comunicaciones inalámbricas.

Solución al problema

35 En un aspecto, se proporciona un método de transmisión de información en un sistema de comunicaciones inalámbricas de acuerdo con la reivindicación 1.

Preferentemente, el primer índice de recursos y el segundo índice de recursos pueden ser diferentes.

40 Preferentemente, la transmisión de la información a través de la primera antena puede incluir generar una primera secuencia desplazada cíclicamente mediante el desplazamiento cíclico de una secuencia de base en una primera cantidad de CS obtenida a partir del primer índice de CS, generar una primera secuencia modulada sobre la base de la primera secuencia desplazada cíclicamente y un símbolo para la información, y transmitir la primera secuencia modulada a través de la primera antena después de mapear la primera secuencia modulada con el primer RB, y la transmisión de la información a través de la segunda antena puede incluir generar una segunda secuencia desplazada cíclicamente mediante el desplazamiento cíclico de la secuencia de base en una segunda cantidad de CS obtenida a partir del segundo índice de CS, generar una segunda secuencia modulada sobre la base de la segunda secuencia desplazada cíclicamente y el símbolo para la información, y transmitir la segunda secuencia modulada a través de la segunda antena después de mapear la segunda secuencia modulada con el segundo RB.

50 Preferentemente, la primera secuencia modulada y la segunda secuencia modulada se pueden transmitir simultáneamente.

Preferentemente, el primer índice de recursos se puede recibir desde una estación base (BS), y el segundo índice de recursos se puede adquirir a partir del primer índice de recursos.

55 Preferentemente, cada uno del primer índice de recursos y el segundo índice de recursos se puede recibir desde una BS.

60 Preferentemente, cada uno del primer índice de recursos y el segundo índice de recursos se puede configurar mediante señalización de control de recursos de radiocomunicaciones (RRC).

Preferentemente, el primer índice de CS y el segundo índice de CS pueden ser diferentes, y el primer RB y el segundo RB pueden ser el mismo.

65 Preferentemente, el primer índice de CS y el segundo índice de CS pueden ser el mismo, y el primer RB y el segundo RB pueden ser diferentes.

El método puede incluir además recibir datos, en donde la información puede ser un acuse de recibo (ACK)/acuse de recibo negativo (NACK) de solicitud automática híbrida de repetición (HARQ) para los datos.

5 Preferentemente, el primer índice de recursos se puede adquirir a partir de un recurso de radiocomunicaciones para que un canal de control físico reciba los datos, y el segundo índice de recursos se puede adquirir a partir del primer índice de recursos.

Preferentemente, una velocidad de multiplexado espacial de la información puede ser 1/2.

10

En otro aspecto, se proporciona un aparato para comunicaciones inalámbricas de acuerdo con la reivindicación 13.

Efectos ventajosos de la invención

15 Se proporcionan un método y un aparato de transmisión eficaz de información. Por consiguiente, puede mejorarse el rendimiento global del sistema.

Breve descripción de los dibujos

20 La figura 1 es un diagrama de bloques que muestra un sistema de comunicaciones inalámbricas.

La figura 2 muestra la transmisión de un acuse de recibo (ACK)/acuse de recibo negativo (NACK) de una solicitud automática híbrida de repetición y un indicador de calidad de canal (CQI).

25 La figura 3 muestra una transmisión de enlace ascendente.

La figura 4 muestra una estructura de una trama de radiocomunicaciones en un sistema de evolución a largo plazo (LTE) del proyecto de asociación de 3ª generación (3GPP).

30 La figura 5 muestra un ejemplo de una rejilla de recursos para una ranura de enlace ascendente en un LTE del 3GPP.

La figura 6 muestra una estructura ejemplificativa de una subtrama de enlace descendente en un LTE del 3GPP.

35 La figura 7 muestra una estructura ejemplificativa de una subtrama de enlace ascendente en un LTE del 3GPP.

La figura 8 muestra un ejemplo de transmisión del formato 1/1a/1b del canal físico de control de enlace ascendente (PUCCH) si se usa un prefijo cíclico (CP) normal.

40 La figura 9 muestra un ejemplo de transmisión de formato 1/1a/1b del PUCCH cuando se usa un CP extendido.

La figura 10 muestra un ejemplo de transmisión de formato 2/2a/2b del PUCCH cuando se usa un CP normal.

45 La figura 11 muestra un ejemplo de transmisión de formato 2/2a/2b del PUCCH cuando se usa un CP extendido.

La figura 12 es un diagrama de flujo que muestra un ejemplo de un método de transmisión de información.

La figura 13 es un diagrama de flujo que muestra otro ejemplo de un método de transmisión de información.

50 La figura 14 es un diagrama de flujo que muestra todavía otro ejemplo de un método de transmisión de información.

La figura 15 es un diagrama de flujo que muestra un ejemplo de un método de procesado de información basándose en un índice de recursos.

55 La figura 16 es un diagrama de flujo que muestra otro ejemplo del método de procesado de información basado en un índice de recursos.

60 La figura 17 es un diagrama de flujo que muestra un método de transmisión de información de acuerdo con una forma de realización de la presente invención.

La figura 18 es un diagrama de bloques que muestra un ejemplo de una estructura de un transmisor.

65 La figura 19 muestra un ejemplo de un RB individual con el cual se mapea la secuencia ensanchada r-ésima.

La figura 20 muestra un ejemplo de una subtrama con la cual se mapea la secuencia modulada r-ésima.

La figura 21 es un diagrama de bloques de un aparato para comunicaciones inalámbricas.

La figura 22 es un diagrama de bloques de una BS.

Las figuras 23 y 24 son gráficas de una BER promediada de ACK/NACK de 2 bits con respecto a la SNR.

Las figuras 25 y 26 son gráficas de una tasa de errores de bloque promediada (BLER) del CQI con respecto a la SNR.

Modo para llevar a la práctica la invención

La técnica que se describe a continuación se puede usar en varios esquemas de acceso múltiple, tales como el esquema de acceso múltiple por división de código (CDMA), el acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA), el acceso múltiple por división de tiempo (TDMA), el acceso múltiple por división ortogonal de frecuencia (OFDMA), el acceso múltiple por división de frecuencia con una sola portadora (SC-FDMA), etcétera. El SC-FDMA es un esquema por el cual se lleva a cabo una transformada inversa rápida de Fourier sobre símbolos complejos que se han ensanchado por DFT (Transformada Discreta de Fourier), a lo cual se le denomina también multiplexado por división ortogonal de frecuencia con ensanchamiento por DFT (DFTS-OFDM). La siguiente técnica se puede usar para un esquema multi-acceso tal como el SC-FDMA con agrupamiento (*clustered*), y el NxSC-FDMA, que son modificaciones del SC-FDMA. El SC-FDMA con agrupamiento, al cual se le denomina también DFTS-OFDM con agrupamiento, es un esquema mediante el cual los símbolos complejos ensanchados por DFT se dividen en una pluralidad de sub-bloques, y los sub-bloques se distribuyen en el dominio de la frecuencia para mapearlos con subportadoras. El NxSC-FDMA es un esquema mediante el cual un bloque de código se divide en una pluralidad de fragmentos, y se llevan a cabo una DFT y una IFFT según los respectivos fragmentos, a lo cual se le denomina también DFTS-OFDM específica de fragmentos (*chunks*).

El CDMA se puede implementar con una tecnología de radiocomunicaciones, tal como el Acceso Terrestre Universal de Radiocomunicaciones (UTRA) o el CDMA 2000. El TDMA se puede implementar con una tecnología de radiocomunicaciones tal como el Sistema Global para Comunicaciones Móviles (GSM)/Servicio General de Radiocomunicaciones por Paquetes (GPRS)/Velocidades de Datos Mejoradas para Evolución del GSM (EDGE). El OFDMA se puede implementar con una tecnología de radiocomunicaciones, tal como la 802.11 del instituto de ingenieros eléctricos y electrónicos (IEEE) (Wi-Fi), la 802.16 del IEEE (WiMAX), la 802-20 del IEEE, la UTRA evolucionada (E-UTRA), etcétera. La UTRA es parte del sistema universal de telecomunicaciones móviles (UMTS). La evolución a largo plazo (LTE) del proyecto de asociación de tercera generación (3GPP) es parte del UMTS evolucionado (E-UMTS) que usa la E-UTRA. El LTE del 3GPP utiliza el OFDMA en el enlace descendente y utiliza el SC-FDMA en el enlace ascendente. La LTE avanzada (LTE-A) es una evolución de la LTE del 3GPP.

Por motivos de claridad, la siguiente descripción se centrará en el LTE/LTE-A del 3GPP. No obstante, las características técnicas de la presente invención no se limitan a dichos sistemas.

La figura 1 es un diagrama de bloque que muestra un sistema de comunicaciones inalámbricas.

En referencia a la figura 1, un sistema de comunicaciones inalámbricas 10 incluye por lo menos una estación base (BS) 11. Las BS 11 proporcionan servicios de comunicación para regiones geográficas específicas (a las que se hace referencia en general como células) 15a, 15b y 15c. La célula se puede dividir en una pluralidad de regiones (a las que se hace referencia como sectores). Un equipo de usuario (UE) 12 puede ser fijo o móvil, y se le puede hacer referencia con terminología, tal como estación móvil (MS), terminal de usuario (UT), estación de abonado (SS), dispositivo inalámbrico, asistente personal digital (PDA), módem inalámbrico, dispositivo de mano, etcétera. La BS 11 es generalmente una estación fija que se comunica con el UE 12, y se le puede hacer referencia con otra terminología, tal como nodo B evolucionado (eNB), sistema de transceptor base (BTS), punto de acceso, etcétera.

En lo sucesivo en la presente, un enlace descendente (DL) indica la comunicación desde la BS al UE, y un enlace ascendente (UL) indica la comunicación desde el UE a la BS. En el DL, un transmisor puede formar parte de la BS, y un receptor puede formar parte del UE. En el UL, el transmisor puede formar parte del UE, y el receptor puede formar parte de la BS.

Red heterogénea significa una red en la que están desplegadas una estación repetidora, una centro-célula y/o una pico-célula, etcétera. En la red heterogénea, un DL puede indicar una comunicación desde la BS a una estación repetidora, a una femto-célula o a una pico-célula. El DL también puede indicar comunicación desde la estación repetidora al UE. Adicionalmente, el DL también puede indicar comunicación desde una primera estación repetidora a una segunda estación repetidora para la retransmisión con múltiples saltos. En la red heterogénea, un UL puede indicar comunicación desde la estación repetidora, la femto-célula, o la pico-célula a la BS. El UL también puede indicar comunicación desde el UE a la estación repetidora. Además, el UL también puede indicar comunicación desde la segunda estación repetidora a la primera estación repetidora para una retransmisión con múltiples saltos.

5 El sistema de comunicaciones inalámbricas puede ser uno de entre 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.

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

15 El sistema de comunicaciones inalámbricas puede soportar una solicitud automática híbrida de repetición (HARQ) de UL y/o de DL. Además, para la adaptación de enlaces puede usarse un indicador de calidad de canal (CQI).

La figura 2 muestra la transmisión de un acuse de recibo (ACK)/acuse de recibo negativo (NACK) de HARQ y un CQI.

20 En referencia a la figura 2, tras recibir datos de DL desde una BS, un UE transmite el ACK/NACK de HARQ después de que transcurra un tiempo específico. Los datos de DL se pueden transmitir sobre un canal físico compartido de enlace descendente (PDSCH) indicado por un canal físico de control de enlace descendente (PDCCH). El ACK/NACK de HARQ es ACK si los datos de DL se descodifican satisfactoriamente. El ACK/NACK de HARQ es NACK si los datos de DL se descodifican de manera insatisfactoria. Tras recibir el NACK, la BS puede retransmitir los datos de DL hasta que se reciba el ACK, o hasta que la retransmisión se lleve a cabo el número de veces correspondiente a un número máximo de retransmisiones.

30 La BS puede informar dinámicamente, por medio de señalización, de un tiempo de transmisión del ACK/NACK de HARQ con respecto a los datos de DL, de información de asignación de recursos para retransmisión del ACK/NACK de HARQ, y similares. Si no, el tiempo de transmisión del ACK/NACK de HARQ, la información de asignación de recursos, y similares, se pueden acordar previamente en función del tiempo de transmisión de los datos de DL, o de los recursos utilizados para la transmisión de los datos de DL. Por ejemplo, en un sistema dúplex por división de frecuencia (FDD), si el PDSCH se recibe en una subtrama n-ésima, el ACK/NACK de HARQ para el PDSCH se puede transmitir sobre un canal físico de control de enlace ascendente (PUCCH) en una subtrama (n+4)ésima.

35 El UE puede informar de un CQI de manera periódica y/o aperiódica a la BS midiendo una condición del canal de DL. La BS puede llevar a cabo una planificación del DL utilizando el CQI. La BS puede determinar un esquema de modulación y codificación (MCS) usado para la transmisión, utilizando el CQI recibido desde el UE. Si se determina que el estado de un canal es bueno basándose en el CQI, la BS puede aumentar el orden de modulación o la velocidad de codificación para incrementar la velocidad de transmisión. Si se determina que el estado de un canal no es bueno, la BS puede reducir el orden de modulación o la velocidad de codificación para disminuir la velocidad de transmisión. Al reducir la velocidad de transmisión, puede rebajarse la tasa de errores de recepción. El CQI puede indicar un estado del canal con respecto a la banda completa y/o un estado del canal con respecto a una parte de la banda completa. La BS puede informar al UE sobre el tiempo de transmisión del CQI o la información de asignación de recursos para transmisión del CQI.

45 El UE puede comunicar un indicador de matriz de precodificación (PMI), un indicador de rango (RI), etcétera, además del CQI. El PMI indica el índice de la matriz de precodificación seleccionada de un libro de códigos. El RI indica el número de capas de transmisión útiles. En lo sucesivo en la presente, CQI es un concepto que comprende el PMI y el RI, además del CQI.

50 La figura 3 muestra una transmisión de UL.

55 En referencia a la figura 3, para la transmisión de UL, un UE en primer lugar transmite una solicitud de planificación (SR) a una BS. La SR se usa si el UE solicita a la BS que asigne un recurso de radiocomunicaciones de UL. A la SR también se puede hacer referencia como solicitud de ancho de banda. La SR es una clase de intercambio de información preliminar para intercambio de datos. Con el fin de que el UE transmita datos de UL a la BS, en primer lugar se solicita una asignación de recursos de radiocomunicaciones usando la SR. La BS puede comunicar al UE un tiempo de transmisión de SR o información de asignación de recursos para la SR. La SR se puede transmitir periódicamente. La BS puede comunicar al UE un periodo de transmisión de la SR.

60 Como respuesta a la SR, la BS transmite una concesión de UL al UE. La concesión de UL se puede transmitir sobre un PDCCH. La concesión de UL incluye información para asignación de recursos de radiocomunicaciones de UL. El UE transmite los datos de UL usando un recurso de radiocomunicaciones asignado.

65 Tal como se muestra en las figuras. 2 y 3, el UE puede transmitir información de control de UL (es decir, ACK/NACK de HARQ, CQI y SR) en un tiempo de transmisión dado. El tipo y el tamaño de la información de control de UL

pueden variar en función de los sistemas, y las características técnicas de la presente invención no se limitan a los mismos.

La figura 4 muestra una estructura de una trama de radiocomunicaciones en un LTE del 3GPP.

En referencia a la figura 4, la trama de radiocomunicaciones está compuesta por 10 subtramas. Una subtrama está compuesta por dos ranuras. Las ranuras incluidas en la trama de radiocomunicaciones se enumeran con los números de ranura número 0 a número 19. Un tiempo requerido para transmitir una subtrama se define como intervalo de tiempo de transmisión (TTI). El TTI puede ser una unidad de planificación para la transmisión de datos. Por ejemplo, una trama de radiocomunicaciones puede tener una longitud de 10 milisegundos (ms), una subtrama puede tener una longitud de 1 ms, y una ranura puede tener una longitud de 0,5 ms.

La estructura de la trama de radiocomunicaciones se muestra únicamente con fines ilustrativos. Así, el número de subtramas incluidas en la trama de radiocomunicaciones o el número de ranuras incluidas en la subtrama puede cambiar de forma variada.

La figura 5 muestra un ejemplo de una rejilla de recursos para una ranura de UL en un LTE del 3GPP.

En referencia a la figura 5, la ranura de UL incluye una pluralidad de símbolos de multiplexado por división ortogonal de frecuencia (OFDM) en el dominio del tiempo y N^{UL} bloques de recursos (RBs) en el dominio de la frecuencia. El símbolo de OFDM está destinado a expresar un periodo de símbolo. El símbolo de OFDM se puede aplicar para los esquemas multi-acceso, tales como OFDMA, SC-FDMA, SC-FDMA con agrupamiento, NxSC-FDMA o similares. Al símbolo de OFDM se puede hacer referencia como símbolo de SC-FDMA, símbolo de ORDMA, o periodo de símbolo de acuerdo con los sistemas.

El RB incluye una pluralidad de subportadoras en el dominio de la frecuencia. El número de RBs N^{UL} incluidos en la ranura de UL depende del ancho de banda de transmisión de UL configurado en una célula.

A cada elemento de la rejilla de recursos se le hace referencia como elemento de recursos. El elemento de recursos de la rejilla de recursos se puede identificar con un par de índices (k, ℓ) dentro de una ranura. En este caso, $k(k=0, \dots, N^{UL} \times 12 - 1)$ indica un índice de subportadora en el dominio de la frecuencia, y $\ell(\ell=0, \dots, 6)$ indica un índice de símbolo en el dominio del tiempo.

Aunque en la presente se describe que un RB incluye 7×12 elementos de recursos compuestos por 7 símbolos de OFDM en el dominio del tiempo y 12 subportadoras en el dominio de la frecuencia, esto únicamente tiene una finalidad ilustrativa. Así, el número de símbolos de OFDM y el número de subportadoras en el RB no se limita al mencionado. El número de subportadoras o el número de símbolos de OFDM incluidos en el RB puede cambiar de forma variada.

En lo sucesivo en la presente, RB significa un recurso de frecuencia general. Es decir, si los RBs son diferentes, los recursos de frecuencia son diferentes. El número de símbolos de OFDM puede variar de acuerdo con la longitud del prefijo cíclico (CP). Por ejemplo, si se usa un CP normal, el número de símbolos de OFDM es 7, y si se usa un CP extendido, el número de símbolos de OFDM es 6.

La rejilla de recursos para una ranura de UL para el LTE 3GPP de la figura 5 también se puede aplicar a una rejilla de recursos para una ranura de DL.

La figura 6 muestra una estructura ejemplificativa de una subtrama de DL en un LTE del 3GPP.

En referencia a la figura 6, la subtrama de DL incluye dos ranuras consecutivas. Un máximo de tres símbolos de OFDM situados en una parte delantera de una primera ranura dentro de la subtrama de DL se corresponden con una región de control. Los restantes símbolos de OFDM se corresponden con una región de datos.

Un PDSCH se puede asignar a una región de datos. Se transmiten datos de DL sobre PDSCH. Los datos de DL pueden ser un bloque de transporte, a saber, un bloque de datos para un canal compartido de enlace descendente (DL-SCH), un canal de transporte, transmitido durante un TTI. La BS puede transmitir datos de DL al UE sobre una antena individual o sobre múltiples antenas. En el LTE del 3GPP, la BS puede transmitir una palabra de código al UE sobre una única antena o múltiples antenas, y puede transmitir dos palabras de código al UE sobre múltiples antenas. Concretamente, en el LTE del 3GPP, se soportan hasta dos palabras de código. La palabra de código es bits codificados que se obtienen mediante codificación de canales sobre bits de información correspondientes a información. Se puede llevar a cabo una modulación sobre cada palabra de código.

A la región de control se pueden asignar canales de control, tales como un canal físico indicador de formato de control (PCFICH), un canal físico indicador de ARQ híbrida (PHICH), un PDCCH, etcétera.

El PCFICH transporta información sobre el número de símbolos de OFDM usados para la transmisión de PDCCHs en una subtrama. En este caso, la inclusión de tres símbolos de OFDM en una región de control es meramente ilustrativa. El PHICH transporta ACK/NACK de HARQ con respecto a la transmisión de UL.

5 La región de control está compuesta por un conjunto de elementos de canal de control (CCEs). Los CCEs se indexan de 0 a $N(\text{CCE})-1$, donde $N(\text{CCE})$ es el número total de CCEs que constituyen el conjunto de CCEs en una subtrama de DL. El CCE se corresponde con una pluralidad de grupos de elementos de recursos. Los grupos de elementos de recursos se usan para definir el mapeo de un canal de control con elementos de recursos. Un grupo de elementos de recursos incluye una pluralidad de elementos de recursos. Un PDCCH se transmite tras una agregación de uno o varios CCEs consecutivos. En la región de control se puede transmitir una pluralidad de PDCCHs.

15 El PDCCH transporta información de control de DL, tal como información de planificación de DL, información de planificación de UL, una orden de control de potencia de UL, o similares. Si una BS transmite datos de DL a un UE sobre un PDSCH en una subtrama, la BS transporta información de DL usada para la planificación del PDSCH sobre un PDCCH en la subtrama. El UE puede descodificar la información de control de DL para leer los datos de DL transmitidos sobre el PDSCH.

20 La figura 7 muestra una estructura ejemplificativa de una subtrama de UL en un LTE del 3GPP.

En referencia a la figura 7, la subtrama de UL se puede dividir en una región de control asignada a un PUCCH que transporta información de control de UL y una región de datos asignada a un canal físico compartido de enlace ascendente (PUSCH) que transporta datos de UL. Para mantener una propiedad de una sola portadora en el LTE del 3GPP (Versión 8), los RBs asignados a un UE son contiguos en el dominio de la frecuencia. Un UE no puede transmitir simultáneamente el PUCCH y el PUSCH. Un LTE-A (Versión 10) considera una transmisión simultánea del PUCCH y el PUSCH.

30 El PUCCH para un UE se asigna a un par de RB en una subtrama. Los RBs pertenecientes al par de RB ocupan subportadoras mutuamente diferentes en cada una de una 1ª ranura y una 2ª ranura. La frecuencia ocupada por RBs pertenecientes al par de RB asignado al PUCCH se cambia basándose en el límite de la ranura. A saber, se realizan saltos, a nivel de ranura, de los RBs asignados al PUCCH. En lo sucesivo en la presente, a los saltos de RB a nivel de ranura se le hará referencia como saltos de frecuencia. Al transmitir el UE la información de control de UL a través de posiciones de frecuencia mutuamente diferentes sobre el tiempo, puede obtenerse una ganancia de diversidad de frecuencia. m indica un índice de posición que indica una posición lógica, en el dominio de la frecuencia, de un par de RB asignado al PUCCH en la subtrama.

40 El PUSCH se mapea con un canal compartido de enlace ascendente (UL-SCH) que es un canal de transporte. Los ejemplos de información de control de UL transmitida sobre el PUCCH incluyen ACK/NACK de HARQ, un CQI que indica una condición del canal de DL, una SR que es una solicitud de asignación de recursos de radiocomunicaciones de UL, etcétera.

45 El PUCCH puede soportar múltiples formatos. Es decir, es posible transmitir información de control de UL cuyo número de bits por subtrama difiere de acuerdo con el esquema de modulación en función de las aplicaciones de los formatos del PUCCH. La siguiente tabla muestra un ejemplo de un esquema de modulación y el número de bits por subtrama con respecto a un formato de PUCCH.

Tabla 1

Formato de PUCCH	Esquema de modulación	Número de bits por subtrama
1	N/A	N/A
1a	BPSK	1
1b	QPSK	2
2	QPSK	20
2a	QPSK+BPSK	21
2b	QPSK+QPSK	22

50 Un formato de PUCCH 1 se usa para transmitir la SR. Un formato de PUCCH 1a/1b se usa para transmitir el ACK/NACK de HARQ. Un formato de PUCCH 2 se usa para transmitir el CQI. Un formato de PUCCH 2a/2b se usa para transmitir el CQI y el ACK/NACK de HARQ.

55 En cualquier subtrama, si el ACK/NACK de HARQ se transmite solo, se usa el formato de PUCCH 1a/1b, y si se transmite la SR sola, se usa el formato de PUCCH 1. El UE puede transmitir el ACK/NACK de HARQ y la SR en la misma subtrama simultáneamente. Para una transmisión de SR positiva, el UE transmite el ACK/NACK de HARQ

usando un recurso de PUCCH asignado para la SR. Para una transmisión de SR negativa, el UE transmite el ACK/NACK de HARQ usando un recurso de PUCCH asignado para el ACK/NACK.

5 La información de control transmitida sobre el PUCCH puede usar una secuencia desplazada cíclicamente. La secuencia desplazada cíclicamente se puede generar desplazando cíclicamente una secuencia de base según una cantidad de desplazamiento cíclico (CS) específico. La cantidad de CS específico se indica con un índice de CS. Como secuencia de base pueden utilizarse varios tipos de secuencias. Por ejemplo, como secuencia de base pueden utilizarse secuencias bien conocidas (por ejemplo, una secuencia pseudoaleatoria (PN) y una secuencia de Zadoff-Chu (ZC)). Adicionalmente, como secuencia de base puede utilizarse una secuencia de auto-correlación cero y amplitud constante (CAZAC) generada por un ordenador. La siguiente ecuación muestra un ejemplo de la
10 secuencia de base.

Figura matemática 1

15 [Math.1]

$$r_i(n) = e^{jb(n)\pi/4}$$

20 En este caso, $i \in \{0,1,\dots,29\}$ indica un índice de raíz, y n indica un índice elemento que cumple $0 \leq n \leq N-1$, donde N es la longitud de la secuencia de base. i se puede determinar por un identificador de célula (ID) y un número de ranura en una trama de radiocomunicaciones o similar. Si un RB incluye 12 subportadoras, N se puede fijar a 12. Se define una secuencia de base diferentemente con un índice de raíz diferente. Si $N=12$, $b(n)$ se puede definir por medio de la siguiente tabla.

25 Tabla 2

i	b(0),...,b(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
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

30 La secuencia desplazada cíclicamente $r(n, I_{cs})$ se puede generar desplazando cíclicamente una secuencia de base $r(n)$ de acuerdo con la siguiente ecuación.

Figura matemática 2

35 [Math.2]

$$r(n, I_{cs}) = r(n) \cdot \exp\left(\frac{j2\pi I_{cs} n}{N}\right), \quad 0 \leq I_{cs} \leq N-1$$

En este caso, I_{cs} indica un índice de CS que indica una cantidad de CS ($0 \leq I_{cs} \leq N-1$, donde I_{cs} es un entero).

En lo sucesivo en la presente, un índice de CS disponible de la secuencia de base significa un índice de CS que se puede obtener a partir de la secuencia de base en concordancia con un intervalo de CS. Por ejemplo, si la secuencia de base tiene una longitud de 12 y el intervalo de CS es 1, el número total de índices de CS disponibles de la secuencia de base es 12. Si la secuencia de base tiene una longitud de 12 y el intervalo de CS es 2, el número total de índices de CS disponibles de la secuencia de base es 6. El intervalo de CS se puede determinar considerando un ensanchamiento del retardo.

La figura 8 muestra un ejemplo de transmisión de formato de PUCCH 1/1a/1b si se usa un CP normal. En este caso, se muestra un par de RB asignado a una 1ª ranura y a una 2ª ranura en una subtrama. En dicha figura, los RBs pertenecientes al par de RB se muestran de manera que ocupa en la misma banda de frecuencia en la 1ª ranura y la 2ª ranura, aunque tal como se ha descrito anteriormente en referencia a la figura 7, pueden producirse saltos de los RBs a nivel de ranuras.

En referencia a la figura 8, cada una de la 1ª ranura y la 2ª ranura incluye 7 símbolos de OFDM. Entre los 7 símbolos de OFDM de cada ranura, una señal de referencia (RS) se transporta en 3 símbolos de OFDM, y, en los restantes 4 símbolos de OFDM, se transporta información de control. La RS se transporta en 3 símbolos de OFDM contiguos posicionados en una parte central de cada ranura. En este caso, la posición y el número de símbolos utilizados para la RS pueden variar, y, por lo tanto, también pueden variar la posición y el número de símbolos usados para la información de control.

Cada uno de los formatos de PUCCH 1, 1a y 1b usa un símbolo de valor complejo $d(0)$. Una BS puede detectar una SR de acuerdo con la presencia/ausencia de transmisión de formato de PUCCH 1 desde un UE. Concretamente, para la transmisión de SR puede utilizarse un esquema de modulación por codificación on-off (OOK). Así, como valor de un símbolo de valor complejo $d(0)$ para un formato de PUCCH 1 puede utilizarse un complejo arbitrario. Por ejemplo, puede utilizarse $d(0)=1$. El símbolo de valor complejo $d(0)$ para un formato de PUCCH 1a es un símbolo de modulación generado como información de ACK/NACK de HARQ de 1 bit que se modula mediante codificación por desplazamiento binario de fase (BPSK). El símbolo de valor complejo $d(0)$ para un formato de PUCCH 1b es un símbolo de modulación generado como información de ACK/NACK de HARQ de 2 bits que se modula mediante codificación por desplazamiento de fase en cuadratura (QPSK). El formato de PUCCH 1a está destinado a información de ACK/NACK de HARQ en relación con una palabra de código, y el formato de PUCCH 1b está destinado a información de ACK/NACK de HARQ en relación con dos palabras de código.

La siguiente tabla muestra un ejemplo de símbolos de modulación con los cuales se mapean bits de información de ACK/NACK de HARQ de acuerdo con esquemas de modulación.

Tabla 3

Esquema de modulación	Bit(s) de información	$d(0)$
BPSK	0	1
	1	-1
QPSK	00	1
	01	-j
	10	j
	11	-1

Una secuencia modulada $s(n)$ se genera basándose en el símbolo de valor complejo $d(0)$ para el formato de PUCCH 1/1a/1b y la secuencia desplazada cíclicamente $r(n, lcs)$. La secuencia modulada $y(n)$ se puede generar multiplicando el símbolo de valor complejo $d(0)$ por la secuencia desplazada cíclicamente $r(n, lcs)$ de acuerdo con la siguiente ecuación.

Figura matemática 3

[Math.3]

$$s(n) = d(0) r(n, l_{cs})$$

Se pueden realizar saltos de un índice de CS lcs de la secuencia desplazada cíclicamente $r(n, lcs)$ a nivel de símbolos, comenzando desde los recursos asignados. En lo sucesivo en la presente, a los saltos del índice de CS a nivel de símbolos se les hará referencia como saltos de CS. Los saltos de CS se pueden llevar a cabo de acuerdo con un número de ranura n_s en una trama de radiocomunicaciones y un índice de símbolo l en una ranura. Así, el índice de CS lcs se puede expresar por $lcs(n_s, l)$. Los saltos de CS se pueden llevar a cabo de manera específica para cada célula con el fin de aleatorizar la interferencia entre células. En la presente, el número de ranura de la 1ª ranura se fija a 0, el número de ranura de la 2ª ranura se fija a 1, y los índices de CS se fijan a $lcs(0,0)=0$, $lcs(0,1)=1$,

$lcs(0,5)=2$, $lcs(0,6)=3$, $lcs(1,0)=4$, $lcs(1,1)=5$, $lcs(1,5)=6$, y $lcs(1,6)=7$. No obstante, esto tiene únicamente fines ejemplificativos.

5 Para aumentar la capacidad de multiplexado del UE, la secuencia modulada $s(n)$ se puede ensanchar utilizando una secuencia ortogonal (OS). La capacidad de multiplexado del UE es el número de UEs que se puede multiplexar en el mismo RB.

10 En la presente, la secuencia modulada $s(n)$ se ensancha con una OS $w(k)$ que tiene un factor de ensanchamiento de $K=4$ con respecto a 4 símbolos de OFDM para transportar una señal de control dentro de una ranura. Una OS $w_{los}(k)$ que un factor de ensanchamiento de $K=4$ (donde los es un índice de OS, y k que cumple $0 \leq k \leq K-1$ es un índice de elemento de la OS) puede usar una secuencia que se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 4

Índice de secuencia ortogonal	$w(0)$	$w(1)$	$w(2)$	$w(3)$
0	+1	+1	+1	+1
1	+1	-1	+1	-1
2	+1	-1	-1	+1

15 Los elementos que constituyen una OS se corresponden de manera biunívoca con símbolos de OFDM en los cuales se transporta información de control por turnos. Una secuencia ensanchada se genera multiplicando cada uno de los elementos que constituyen la OS por una secuencia modulada $s(n)$ transportada en un símbolo de OFDM correspondiente. La secuencia ensanchada se mapea con el par de RB asignado al PUCCH en la subtrama.
20 Después de mapear la secuencia ensanchada con el par de RB, se lleva a cabo una IFFT sobre cada símbolo de OFDM de la subtrama para dar salida a una señal en el dominio del tiempo, con respecto a la información de control. En este caso, la OS se multiplica antes de que se lleve a cabo la IFFT, pero pueden obtenerse los mismos resultados incluso si la OS se multiplica después de llevar a cabo la IFFT sobre la secuencia modulada $s(n)$.

25 Alternativamente, una OS $w_{los}(k)$ que tiene un factor de ensanchamiento de $K=3$ (donde los es un índice de OS, y k que cumple $0 \leq k \leq K-1$ es un índice de elemento de la OS) puede usar una secuencia que se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 5

Índice de secuencia ortogonal	$w(0)$	$w(1)$	$w(2)$
0	1	1	1
1	1	$e^{2\pi/3}$	$e^{4\pi/3}$
2	1	$e^{4\pi/3}$	$e^{2\pi/3}$

30 Si en una subtrama se transmiten simultáneamente una señal de referencia de sondeo (SRS) y el formato de PUCCH 1/1a/1b, se trunca un símbolo de OFDM en el PUCCH. Por ejemplo, puede truncarse el último símbolo de OFDM de la subtrama. En este caso, se transporta información de control en 4 símbolos de OFDM en la 1ª ranura de la subtrama, y se transporta información de control en 3 símbolos de OFDM en la 2ª ranura de la subtrama. Por consiguiente, para la 1ª ranura se usa una OS que tiene un coeficiente de ensanchamiento $K=4$, y para la 2ª ranura se usa una OS que tiene un coeficiente de ensanchamiento $K=3$.

40 Se pueden realizar saltos de un índice de OS los a nivel de ranuras, partiendo de recursos asignados. En lo sucesivo en la presente, a los saltos del índice de OS a nivel de ranuras se les hará referencia como remapeo de OS. El remapeo de OS se puede llevar a cabo de acuerdo con el número de ranura n_s en una trama de radiocomunicaciones. Así, el índice de OS los se puede expresar como $los(n_s)$. El remapeo de OS se puede llevar a cabo para aleatorizar la interferencia entre células.

45 La secuencia modulada $s(n)$ se puede codificar mediante aleatoriedad además de ensancharse con la OS. Por ejemplo, la secuencia modulada $y(n)$ se puede multiplicar por 1 ó j de acuerdo con un parámetro específico.

50 La RS se puede generar basándose en la OS y la secuencia desplazada cíclicamente generada a partir de la misma secuencia de base como información de control. La secuencia desplazada cíclicamente se puede usar como RS ensanchando la secuencia desplazada cíclicamente con la OS $w(k)$ que tiene un factor de ensanchamiento de $K=3$. Por lo tanto, para que un UE transmita información de control, se requieren también un índice de OS y un índice CS para una RS, además de un índice de OS y un índice de CS para la información de control.

55 La figura 9 muestra un ejemplo de transmisión de formato de PUCCH 1/1a/1b cuando se usa un CP extendido. En este caso, se muestran RBs pertenecientes a un par de RB de manera que ocupan la misma banda de frecuencias en una 1ª ranura y una 2ª ranura, aunque, tal como se ha descrito anteriormente en referencia a la figura 7, pueden realizarse saltos de los RBs a nivel de ranuras.

5 En referencia a la figura 9, cada una de la 1ª ranura y la 2ª ranura incluye 6 símbolos de OFDM. Entre los 6 símbolos de OFDM de cada ranura, una RS se transporta en 2 símbolos de OFDM, y, en los restantes 4 símbolos de OFDM, se transporta información de control. En lo restante, puede aplicarse sin modificaciones el ejemplo de la figura 8 en el cual se usa el CP normal. No obstante, la RS se puede usar ensanchando la secuencia desplazada cíclicamente, con la OS $w(k)$ que tiene un factor de ensanchamiento de $K=2$.

10 Una OS $w_{los}(k)$ que tiene un factor de ensanchamiento de $K=2$ (donde los es un índice de OS, y k que cumple $0 \leq k \leq K-1$ es un índice de elemento de la OS) puede usar una secuencia que se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 6

Índice de secuencia ortogonal	$[w(0), w(1)]$
0	[1 1]
1	[1 -1]
2	N/A

15 Tal como se ha descrito anteriormente, en el caso del CP normal o el CP extendido, se requiere la siguiente información para transmitir el formato de PUCCH 1/1a/1b: subportadoras (o un RB) sobre las cuales se transmite información de control, un índice de CS l_{cs} y un índice de OS l_{os} para la información de control, y un índice de CS l'_{cs} y un índice de OS l'_{os} para una RS. Por ejemplo, si el intervalo de CS es 2 en el CP extendido, la capacidad de multiplexado del UE es la siguiente: puesto que el número de l_{cs} es 6 y el número de l_{os} es 3 para la información de control, pueden multiplexarse 18 UEs por cada RB. Al mismo tiempo, el número de l'_{cs} es 6 y el número de l'_{os} es 2 para la RS, y pueden multiplexarse doce UEs por cada RB. Así, la capacidad de multiplexado del UE queda limitada por la parte de RS, en lugar de la parte de información de control.

25 La figura 10 muestra un ejemplo de transmisión de formato de PUCCH 2/2a/2b cuando se usa un CP normal. En este caso, se muestran RBs pertenecientes a un par de RB de manera que ocupan la misma banda de frecuencias en una 1ª ranura y una 2ª ranura, aunque, tal como se ha descrito anteriormente en referencia a la figura 7, pueden realizarse saltos de los RBs a nivel de ranuras.

30 En referencia a la figura 10, entre los 7 símbolos de OFDM incluidos en cada ranura, se transporta una RS en 2 símbolos de OFDM, y se transporta un CQI en restantes 5 símbolos de OFDM. En este caso, la posición y el número de símbolos usados para la RS pueden diferir, y por lo tanto también pueden diferir la posición y el número de símbolos usados para el CQI.

35 El UE lleva a cabo una codificación de canal sobre bits de información de CQI para generar bits de CQI codificados. En este caso, puede usarse un código bloque. El código bloque puede ser, por ejemplo, una familia de códigos de Reed-Muller. En el LTE del 3GPP, se usa un código bloque de (20, A). En este caso, "A" es el tamaño de los bits de información del CQI. Concretamente, en el LTE del 3GPP, se generan siempre 20 bits de CQI codificados con independencia del tamaño de los bits de información del CQI.

40 La siguiente tabla muestra un ejemplo de 13 secuencias de base para el código bloque de (20, A).

Tabla 7

[Tabla 7]

i	M _{i,0}	M _{i,1}	M _{i,2}	M _{i,3}	M _{i,4}	M _{i,5}	M _{i,6}	M _{i,7}	M _{i,8}	M _{i,9}	M _{i,10}	M _{i,11}	M _{i,12}
0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0
2	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1
3	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1
4	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1
5	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1
6	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1
7	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1
8	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1
9	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1
10	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1
11	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1
12	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1
13	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1
14	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1
15	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1
16	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1
17	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1
18	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
19	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0

5 En este caso, M_{i,n} es una secuencia de base (0 ≤ n ≤ 12, donde n es un entero). Los bits de CQI codificados se generan a través de una combinación lineal de las 13 secuencias de base. La siguiente ecuación muestra un ejemplo de los bits de CQI codificados b_i (0 ≤ i ≤ 19, donde i es un entero).

Figura matemática 4

10

[Math.4]

$$b_i = \sum_{n=0}^{A-1} (a_n \cdot M_{i,n}) \text{ mod } 2$$

15 En este caso, a₀, a₁, ..., a_{A-1} son bits de información de CQI, y A es el tamaño de los bits de información de CQI (donde A es un número natural).

Los bits de información del CQI pueden incluir uno o más campos. Por ejemplo, los bits de información de CQI pueden incluir un campo de CQI que indica un índice de CQI que determina un MCS, un campo de indicación de matriz de precodificación (PMI) que indica un índice de una matriz de precodificación seleccionada de un libro de códigos, un campo de indicación de rango (RI) que indica un rango, y similares.

La siguiente tabla muestra un ejemplo de un campo incluido en los bits de información de CQI y un tamaño de bits del campo.

25

Tabla 8

Campo	Tamaño(bits)
CQI de banda ancha	4

Los bits de información de CQI pueden incluir solamente el campo de CQI de banda ancha de 4 bits. En este caso, el tamaño A de los bits de información de CQI es 4. El campo de CQI de banda ancha indica un índice de CQI con respecto a la banda completa.

La siguiente tabla muestra otro ejemplo de campos incluidos en los bits de información de CQI y un tamaño de bits de los campos.

35

Tabla 9

Campo	Tamaño(bits)			
	2 antenas		4 antenas	
	Rango = 1	Rango = 2	Rango = 1	Rango > 1
CQI de banda ancha	4	4	4	4
CQI diferencial espacial	0	3	0	3
Indicación de matriz de precodificación	2	1	4	4

5 Los bits de información de CQI pueden incluir el campo de CQI de banda ancha, un campo de CQI diferencial espacial y un campo de PMI. El campo de CQI diferenciado espacial indica la diferencia entre un índice de CQI con respecto a la banda completa para una primera palabra de código y un índice de CQI con respecto a la banda completa para una 2ª palabra de código. El tamaño de cada campo puede variar en función del número de antenas de transmisión de la BS y el rango. Por ejemplo, si la BS usa 4 antenas de transmisión y el rango es mayor que 1, los bits de información de CQI incluyen el campo de CQI de banda ancha de 4 bits, y el campo de CQI diferencial espacial de 3 bits y el campo de PMI de 4 bits (A=11).

10 La siguiente tabla muestra todavía otro ejemplo de un campo incluido en los bits de información de CQI y un tamaño de bits del campo.

15 Tabla 10

Campo	Tamaño (bits)		
	2 antenas	4 antenas	
		Max 2 capas	Max 4 capas
Indicación de rango	1	1	2

20 20 bits de CQI codificados se pueden codificar mediante aleatoriedad con una secuencia de codificación por aleatoriedad, específica de cada UE, para generar 20 bits codificados por aleatoriedad. Los 20 bits codificados por aleatoriedad es mapean con 10 símbolos de modulación de valor complejo $d(0)$ a $d(9)$ mediante modulación QPSK. En el formato del PUCCH 2a, se mapea información de ACK/NACK de HARQ de 1 bit con un símbolo de modulación de valor complejo $d(10)$ por medio de modulación BPSK. En el formato de PUCCH 2b, se mapea información de ACK/NACK de HARQ de 2 bits con un símbolo de modulación de valor complejo $d(10)$ mediante modulación QPSK. Concretamente, en el formato del PUCCH 2a, se transmiten simultáneamente el CQI y la información de ACK/NACK de ARQ de 1 bit, y en el formato de PUCCH 2b, se transmiten simultáneamente el CQI y la información de ACK/NACK de HARQ de 2 bits. En este caso, $d(10)$ se usa en la generación de la RS. $d(10)$ se corresponde con un símbolo de OFDM entre 2 símbolos de OFDM en el cual se transporta la RS en cada ranura. En otras palabras, se lleva a cabo una modulación de fase sobre la 2ª RS transportada en el símbolo de OFDM individual en cada ranura de acuerdo con el $d(10)$ correspondiente. El formato de PUCCH 2a/2b se puede soportar únicamente para el CP normal. Como tal, en cada uno de los formatos de PUSCH 2a y 2b, se usa un símbolo de modulación de valor complejo para generar la RS.

35 Una secuencia modulada se genera basándose en los símbolos de modulación de valor complejo $d(0)$ a $d(9)$ y la secuencia desplazada cíclicamente $r(n,lcs)$ generada a partir de la secuencia de base. El índice de CS lcs de la secuencia desplazada cíclicamente $r(n,lcs)$ puede diferir de acuerdo con el número de ranura n_s en una trama de radiocomunicaciones y el índice del símbolo l en una ranura. Por lo tanto, el índice de CS lcs se puede expresar con $lcs(n_s,l)$. En la presente, el número de ranura de una 1ª ranura se fija a 0, el número de ranura de una 2ª ranura se a 1, y los índices de CS se fijan a $lcs(0,0)=0$, $lcs(0,2)=1$, $lcs(0,3)=2$, $lcs(0,4)=3$, $lcs(0,6)=4$, $lcs(1,0)=5$, $lcs(1,2)=6$, $lcs(1,3)=7$, $lcs(1,4)=8$, e $lcs(1,6)=9$. No obstante, esto únicamente tiene fines ejemplificativos. La RS puede usar la secuencia desplazada cíclicamente generada a partir de la misma secuencia de base como información de control.

A diferencia del formato de PUCCH 1/1a/1b, el formato de PUCCH 2/2a/2b no usa una OS.

45 La figura 11 muestra un ejemplo de transmisión de formato de PUCCH 2/2a/2b cuando se usa un CP extendido. En este caso, los RBs pertenecientes a un par de RB se muestran de manera que ocupan la misma banda de frecuencias en una 1ª ranura y una 2ª ranura, aunque, tal como se ha descrito anteriormente en referencia a la figura 7, pueden realizarse saltos de los RBs a nivel de ranuras.

50 En referencia a la figura 11, cada una de la 1ª ranura y la 2ª ranura incluye 6 símbolos de OFDM. Entre los 6 símbolos de OFDM de cada ranura, se transporta una RS en un símbolo de OFDM, y se transporta información de control en los restantes 5 símbolos de OFDM. Por lo demás, puede aplicarse sin modificaciones el ejemplo de la figura 10 en el cual se usa el CP normal.

55 Tal como se ha descrito anteriormente, en caso del CP normal o el CP extendido, se requiere la siguiente información para transmitir el formato del PUCCH 2/2a/2b: subportadora (o un RB) sobre las cuales se transmite

información de control, un índice de CS lcs para la información de control, y un índice de CS l'cs para una RS. Por ejemplo, si el intervalo de CS es 1, cada uno del número de lcs para la información de control y el número de l'cs para la RS es 12, y se pueden multiplexar 12 UEs por cada RB. Si el intervalo de CS es 2, cada uno del número de lcs para la información de control y el número de l'cs para la RS es 6, y se pueden multiplexar 6 UEs por cada RB.

5 La figura 12 es un diagrama de flujo que muestra un ejemplo de un método para transmitir información.

En referencia a la figura 12, un UE adquiere un índice de recursos (S11). El UE procesa información basándose en el índice de recursos (S12). El UE transmite la información a una BS (S13).

10 Una pluralidad de UEs en una célula puede transmitir simultáneamente información respectiva a la BS. En este caso, si cada UE usa un recurso mutuamente diferente, la BS podría discriminar la información de cada UE.

15 El recurso puede incluir uno o más de un RB, una secuencia en el dominio de la frecuencia, y una secuencia en el dominio del tiempo. El RB es un recurso de frecuencia sobre el cual se transmite la información. La secuencia en el dominio de la frecuencia se usa para ensanchar el símbolo correspondiente a la información en un dominio de la frecuencia. La secuencia en el dominio del tiempo se usa para ensanchar el símbolo en un dominio del tiempo. Si el recurso incluye la secuencia en el dominio de la frecuencia y la secuencia en el dominio del tiempo, la secuencia en el dominio de la frecuencia y la secuencia en el dominio del tiempo se usan para ensanchar el símbolo en un dominio bidimensional de tiempo-frecuencia (dominio de la frecuencia y dominio del tiempo).

20 El índice de recursos identifica el recurso usado para la transmisión de información. El índice de recursos puede incluir uno más de información de RB, un índice de secuencia en el dominio de la frecuencia, y un índice de secuencia en el dominio del tiempo. La información de RB indica el RB, el índice de secuencia en el dominio de la frecuencia indica la secuencia en el dominio de la frecuencia, y el índice de secuencia en el dominio del tiempo indica la secuencia en el dominio del tiempo. Por ejemplo, si un recurso incluye un RB y una secuencia en el dominio de la frecuencia, un índice de recursos puede incluir información de RB y un índice de secuencia en el dominio de la frecuencia.

30 A continuación se describirá una secuencia usada como secuencia en el dominio de la frecuencia y/o secuencia en el dominio del tiempo. La secuencia se puede seleccionar de un conjunto de secuencias que incluye una pluralidad de secuencias como elementos. La pluralidad de las secuencias incluidas en el conjunto de secuencias puede ser mutuamente ortogonal, o puede presentar una baja correlación mutua.

35 Si un recurso incluye una secuencia, un índice de recursos puede incluir un índice de secuencia. La secuencia se puede generar basándose en el índice de secuencia. En lo sucesivo en la presente, la secuencia es una secuencia en el dominio de la frecuencia y/o una secuencia en el dominio del tiempo.

40 Por ejemplo, el índice de secuencia puede indicar una secuencia seleccionada del conjunto de secuencias. Cada una de la pluralidad de las secuencias incluidas en el conjunto de secuencias se puede corresponder con un índice de secuencia de una manera biunívoca.

45 Para otro ejemplo, el índice de secuencia puede indicar una cantidad de CS, y la secuencia se puede generar desplazando cíclicamente una secuencia de base en la cantidad de CS.

50 En lo sucesivo en la presente, se supone que la secuencia en el dominio del tiempo es una OS seleccionada de un conjunto de OSs, y la secuencia en el dominio de la frecuencia es una secuencia desplazada cíclicamente, generada al desplazar cíclicamente una secuencia de base en una cantidad de CS. En este caso, un índice de secuencia en el dominio del tiempo puede ser un índice de OS que indique la OS, y un índice de secuencia en el dominio de la frecuencia puede ser un índice de CS que indique la cantidad de CS. No obstante, esto es meramente ilustrativo, y la secuencia en el dominio del tiempo y/o la secuencia en el dominio de la frecuencia no están limitadas.

55 En caso del formato de PUCCH 1/1a/1b, un recurso puede estar constituido en forma de una combinación de (1) una cantidad de CS, (2) una OS, y (3) un RB. Un índice de recursos indica un índice de CS, un índice de OS, y el RB. Por ejemplo, si el número de índices de CS es 6, el número de índices de OS es 3, y el número de RBs es 3, entonces el número total de recursos sería 54 ($=6 \times 3 \times 3$). Los 54 recursos se pueden indexar de 0 a 53. Cada uno de los 54 recursos se puede asignar a UEs mutuamente diferentes.

60 En el caso del formato de PUCCH 2/2a/2b, un recurso puede estar constituido en forma de una combinación de (1) una cantidad de CS, y (2) un RB. Un índice de recursos indica un índice de CS y el RB. Por ejemplo, si el número de índices de CS es 6 y el número de RBs 2, entonces el número total de recursos sería 12 ($=6 \times 2$). Los 12 recursos se pueden indexar de 0 a 11. Cada uno de los 12 recursos se puede asignar a UEs mutuamente diferentes.

65 De esta manera, el índice de CS y el RB se determinan a partir del índice de recursos. En el caso del formato de PUCCH 1/1a/1b, el índice de OS se determina también a partir del índice de recursos. Por ejemplo, un índice de

posición m que indica una posición lógica en el dominio de la frecuencia, de un par de RB asignado a un PUCCH en una subtrama, se puede determinar a partir del índice de recursos.

La figura 13 es un diagrama de flujo que muestra otro ejemplo de un método para transmitir información.

En referencia a la figura 13, una BS transmite un índice de recursos a un UE (S21). El UE procesa información basándose en el índice de recursos (S22). El UE transmite la información a la BS (S23). Como tal, la BS puede informar explícitamente al UE del índice de recursos. El índice de recursos se puede configurar mediante señalización de capas superiores. Por ejemplo, la capa superior de una capa física puede ser una capa de control de recursos de radiocomunicaciones (RRC) que controla recursos de radiocomunicaciones entre el UE y una red. En este caso, la información transmitida por el UE puede ser una SR, un ACK/NACK de planificación semi-persistente (SPS), un CQI y similares. El ACK/NACK de SPS es un ACK/NACK de HARQ con respecto a datos de DL transmitidos de acuerdo con una planificación semi-estática. Si los datos de DL se transmiten sobre un PDSCH, puede que no exista un PDCCH correspondiente al PDSCH.

La figura 14 es un diagrama de flujo que muestra todavía otro ejemplo de un método para transmitir información.

En referencia a la figura 14, una BS transmite datos de DL a un UE (S31). El UE adquiere un índice de recursos (S32). En este caso, el índice de recursos se puede obtener a partir de un recurso de radiocomunicaciones sobre el cual se transmite un canal de control para recibir los datos de DL. El UE procesa información basándose en el índice de recursos (S33). El UE transmite la información a la BS (S34). Como tal, la BS puede informar implícitamente al UE del índice de recursos. En este caso, la información transmitida por el UE es un ACK/NACK dinámico. El ACK/NACK dinámico es un ACK/NACK de HARQ con respecto a datos de DL transmitidos de acuerdo con una planificación dinámica. La planificación dinámica es tal que siempre que la BS transmite los datos de DL sobre un PDSCH, transmite una concesión de DL al UE sobre el PDCCH.

La siguiente ecuación muestra un ejemplo de determinación de un índice de recursos (I_n) para la transmisión del ACK/NACK dinámico.

Figura matemática 5

[Math.5]

$$I_n = n(CCE) + N_{PUCCH}^{(1)}$$

En este caso, $n(CCE)$ es el primer índice de CCE usado para la transmisión del PDCCH con respecto al PDSCH, y $N_{PUCCH}^{(1)}$ es el número de índices de recursos asignados para una SR y un ACK/NACK de SPS. $N_{PUCCH}^{(1)}$ se puede configurar por medio de una capa superior, tal como una capa de RRC.

Por consiguiente, la BS puede ajustar un recurso para la transmisión de ACK/NACK ajustando el primer índice de CCE usado para la transmisión de PDCCH.

La figura 15 es un diagrama de flujo que muestra un ejemplo de un método de procesamiento de información basado en un índice de recursos.

En referencia a la figura 15, un UE determina un índice de CS basándose en un índice de recursos (S41). El UE genera una secuencia desplazada cíclicamente sobre la base del índice de CS (S42). La secuencia desplazada cíclicamente se puede generar desplazando cíclicamente una secuencia de base en una cantidad de CS obtenida a partir del índice de CS. El UE genera una secuencia modulada sobre la base de la secuencia desplazada cíclicamente y un símbolo para información (S43). El UE mapea la secuencia modulada con un RB (S44). El RB se puede determinar sobre la base del índice de recursos. El UE transmite la secuencia modulada. En este caso, la información transmitida por el UE puede ser un CQI.

La figura 16 es un diagrama de flujo que muestra otro ejemplo del método de procesamiento de información sobre la base de un índice de recursos.

En referencia a la figura 16, un UE determina un índice de OS y un índice de CS sobre la base de un índice de recursos (S51). El UE genera una secuencia desplazada cíclicamente sobre la base del índice de CS (S52). El UE genera una secuencia modulada sobre la base de la secuencia desplazada cíclicamente y un símbolo para información (S53). El UE genera una secuencia ensanchada a partir de la secuencia modulada sobre la base del índice de OS (S54). El UE mapea la secuencia ensanchada con un RB (S55). El RB se puede determinar sobre la base del índice de recursos. El UE transmite la secuencia ensanchada. En este caso, la información transmitida por el UE puede ser una SR, un ACK/NACK de HARQ, etcétera.

Tal como se ha descrito hasta el momento, la información de UL de cada uno de una pluralidad de UEs en una célula se puede multiplexar en una subtrama de acuerdo con el esquema de multiplexado por división de código (CDM) y/o desmultiplexado por división de frecuencia (FDM), y se transmite. Dicho cada uno de la pluralidad de UEs puede transmitir simultáneamente información a la BS utilizando un recurso mutuamente diferente. La BS puede discriminar la información de cada UE que ha sido transmitida simultáneamente desde cada UE.

Los UEs pueden transmitir la información a través de una pluralidad de antenas de transmisión. Un esquema de diversidad de transmisión, entre las técnicas MIMO, presenta una ganancia de diversidad, y puede hacer que aumente la fiabilidad de la comunicación inalámbrica. El esquema de diversidad de transmisión incluye, por ejemplo, diversidad de retardo cíclico (CDD), conmutación de vectores de precodificación (PVS), codificación por bloques espacio-frecuencial con una sola portadora (SC-SFBC), codificación por bloques espacio-temporal (STBC), y similares. No obstante, si se usan estos esquemas, surge un problema por cuanto no se mantiene la ortogonalidad, la ganancia de la diversidad de transmisión queda limitada, o no se cumple la retrocompatibilidad con el LTE del 3GPP. Así, es necesario proporcionar un método de transmisión de información que haga uso de un esquema de diversidad de transmisión que pueda resolver los problemas.

La figura 17 es un diagrama de flujo que muestra un método de transmisión de información de acuerdo con una forma de realización de la presente invención.

En referencia a la figura 17, un transmisor transmite información basándose en un primer índice de recursos a través de una primera antena (S110). El transmisor transmite la información sobre la base de un segundo índice de recursos a través de una segunda antena (S120). Se transmite simultáneamente la misma información a través de la primera antena y de la segunda antena. El primer índice de recursos y el segundo índice de recursos pueden ser diferentes entre sí. Si el primer índice de recursos y el segundo índice de recursos son diferentes, puede mantenerse la ortogonalidad entre las diferentes antenas de transmisión así como los diferentes UEs. Puede obtenerse una ganancia de diversidad transmitiendo repetidamente la misma información a través de una pluralidad de antenas. Al método de transmisión de información en el cual la velocidad de multiplexado espacial es 1/2 se le denomina transmisión de recursos espaciales ortogonales (OSRT).

Para la estimación de canales de la primera antena y la segunda antena, deben asignarse dos recursos a la parte de RS. Así, incluso si quedan recursos que se pueden asignar a la parte de información, la capacidad de multiplexado del UE queda limitada por la parte de RS, en lugar de la parte de información. Por lo tanto, el método de transmisión de información que presenta la velocidad de transmisión de multiplexado espacial de 1/2 no representa una carga para un sistema.

Se describirán a continuación ejemplos de un método de adquisición del primer índice de recursos y el segundo índice de recursos si el transmisor forma parte de un UE.

El UE puede recibir cada uno del primer índice de recursos y el segundo índice de recursos desde una BS. Por ejemplo, cada uno de la pluralidad de índices de recursos se puede señalar directamente. El primer índice de recursos se señala como 0 y el segundo índice de recursos se señala como 2. Si no, el UE puede recibir el primer índice de recursos desde la BS y adquirir el segundo índice de recursos a partir del primer índice de recursos. En este caso, el segundo índice de recursos se puede determinar de acuerdo con el primer índice de recursos. Por ejemplo, si el primer índice de recursos es 0, el segundo índice de recursos se puede determinar como 5, y si el primer índice de recursos es 1, el segundo índice de recursos se puede determinar como 6. Si la BS señala solamente 0 ó 1 como primer índice de recursos, el UE puede adquirir el segundo índice de recursos 5 ó 6 a partir del primer índice de recursos.

A continuación se describirán ejemplos de un método de adquisición del primer índice de recursos y el segundo índice de recursos por parte del UE en el caso de transmitir un ACK/NACK dinámico.

El UE puede adquirir implícitamente el primer índice de recursos a partir de un primer índice de CCE usado para la transmisión del PDCCH con respecto al PDSCH como en el LTE del 3GPP (Versión 8). La BS puede informar explícitamente del segundo índice de recursos. Para informar explícitamente sobre el segundo índice de recursos, puede usarse una señalización de una capa física o una señalización de una capa superior (por ejemplo, la RRC) de la capa física. Para la señalización de la capa física, el PDCCH puede incluir un campo de información que indica el segundo índice de recursos.

En primer lugar, el UE puede reconocer implícitamente el primer índice de recursos a partir del primer índice de CCE utilizado para la transmisión del PDCCH. El UE puede reconocer el segundo índice de recursos mediante señalización de RRC.

En segundo lugar, el UE puede reconocer el primer índice de recursos a partir del índice de CCE usado para la transmisión del PDCCH. El UE puede reconocer el segundo índice de recursos por medio de un campo de información incluido en el PDCCH.

Pueden adquirirse tres o más índices de recursos de una manera similar. El primer índice de recursos se puede adquirir a partir de un primer índice de CCE usado para la transmisión del PDCCH, y otros índices de recursos, tales como el segundo y el tercer índices de recursos, se pueden adquirir mediante la señalización de RRC o el campo de información incluido en el PDCCH. En este caso, una pluralidad de campos de información incluidos en el PDCCH puede indicar los índices de recursos.

De esta manera, puede reducirse la tara de señalización al evitar la señalización de los índices de recursos completos. Además, puede resultar posible la coexistencia con un UE heredado en el cual se aplica el LTE del 3GPP.

Seguidamente se describirá el índice de recursos.

En primer lugar, cada índice de recursos puede indicar un índice de CS y un RB. El índice de CS puede estar sujeto a saltos de CS a nivel de símbolos, partiendo de un símbolo de OFDM asignado. En este caso, el primer índice de recursos puede indicar un primer índice de CS y un primer RB, y el segundo índice de recursos puede indicar un segundo índice de CS y un segundo RB. La información se puede procesar como el formato de PUCCH 2/2a/2b sobre la base de cada índice de recursos. El transmisor puede generar una primera secuencia desplazada cíclicamente desplazando cíclicamente una secuencia de base en una primera cantidad de CS obtenida a partir del primer índice de CS, generar una primera secuencia modulada basándose en la primera secuencia desplazada cíclicamente y un símbolo para la información, y transmitir la primera secuencia modulada a través de la primera antena después de mapear la primera secuencia modulada con el primer RB. Además, el transmisor puede generar una segunda secuencia desplazada cíclicamente desplazando cíclicamente la secuencia de base en una segunda cantidad de CS obtenida a partir del segundo índice de CS, generar una segunda secuencia modulada basándose en la segunda secuencia desplazada cíclicamente y el símbolo para la información, y transmitir la segunda secuencia modulada a través de la segunda antena después de mapear la segunda secuencia modulada con el segundo RB. La primera secuencia modulada y la segunda secuencia modulada se pueden transmitir simultáneamente.

Por lo menos uno del índice de CS y el RB del primer y el segundo índices de recursos puede ser diferente. Si no, el planificador de la BS puede limitar el índice de recursos en los siguientes casos: (1) en un caso en el que el primer y el segundo índices de CS sean diferentes y el primer y el segundo RBs sean el mismo, (2) en un caso en el que el primer y el segundo índices de CS sean el mismo y el primer y el segundo RBs sean diferentes, y (3) en la situación de uno de los casos (1) y (2).

(1) Si el índice de recursos se limita únicamente al caso en el que el primer y el segundo índices de CS son diferentes y el primer y el segundo RBs son el mismo, se puede considerar la transmisión de información de acuerdo con un esquema de CCD de gran retardo desde un punto de vista de la configuración de la transmisión sin un principio de asignación de recursos. (2) Si el primer y el segundo índices de CS son el mismo mientras que el primer y el segundo RBs son diferentes, se transmite la misma información ortogonalmente para cada antena de transmisión sobre el primer y el segundo RBs.

En segundo lugar, cada índice de recursos puede indicar un índice de CS, un índice de OS, y un RB. En este caso, el primer índice de recursos puede indicar un primer índice de CS, un primer índice de OS, y un primer RB, y el segundo índice de recursos puede indicar un segundo índice de CS, un segundo índice de OS y un segundo RB. La información se puede procesar como el formato del PUCCH 1/1a/1b basándose en cada índice de recursos. El transmisor puede generar una primera secuencia desplazada cíclicamente desplazando cíclicamente una secuencia de base en una primera cantidad de CS obtenida a partir del primer índice de CS, generar una primera secuencia modulada basándose en la primera secuencia desplazada cíclicamente y un símbolo para la información, generar una primera secuencia ensanchada a partir de la primera secuencia modulada basándose en el primer índice de OS, y transmitir la primera secuencia ensanchada a través de la primera antena después de mapear la primera secuencia ensanchada con el primer RB. Además, el transmisor puede generar una segunda secuencia desplazada cíclicamente desplazando cíclicamente la secuencia de base en una segunda cantidad de CS obtenida a partir del segundo índice de CS, generar una segunda secuencia modulada basándose en la segunda secuencia desplazada cíclicamente y el símbolo para la información, generar una segunda secuencia ensanchada a partir de la segunda secuencia modulada basándose en el segundo índice de OS, y transmitir la segunda secuencia ensanchada a través de la segunda antena después de mapear la segunda secuencia ensanchada con el segundo RB. La primera secuencia ensanchada y la segunda secuencia ensanchada se pueden transmitir simultáneamente.

El transmisor puede recibir datos, y la información puede ser un ACK/NACK de HARQ para los datos. El primer índice de recursos se puede adquirir a partir de un recurso de radiocomunicaciones para que un canal físico de control reciba los datos, y el segundo índice de recursos se puede adquirir a partir del primer índice de recursos.

Por lo menos uno del índice de CS, el índice de OS, y el RB del primer y el segundo índices de recursos pueden ser diferentes. Si no, la planificación del BS puede limitar el índice de recursos en los siguientes casos: (1) en un caso en el que el primer y el segundo índices de OS sean iguales, el primer y segundo RBs sean iguales, y solamente el primer y el segundo índices de CS sean diferentes, (2) en un caso en el que el primer y el segundo índices de CS

sean iguales, el primer y el segundo RBs sean iguales, y solamente el primer y el segundo índices de OS sean diferentes, (3) en un caso en el que el primer y el segundo índices de CS sean iguales, el primer y el segundo índices de OS sean iguales, y solamente el primer y el segundo RBs sean diferentes, (4) en la situación de uno de los casos (1) y (2), (5) en la situación de uno de los casos (1) y (3), (6) en la situación de uno de los casos (2) y (3), (7) en la situación de uno de los casos (1), (2) y (3).

(1) Si solamente el primer y el segundo índices de CS son diferentes, puede considerarse que la información se transmite de acuerdo con la CDD de mayor retardo desde el punto de vista de la configuración de la transmisión sin principio de asignación de recursos. (2) Si solamente el primer y el segundo índices de OS son diferentes, se puede considerar que la información se transmite de acuerdo con la PVS a nivel de símbolos, en la cual cada símbolo de OFDM tiene un vector de precodificación diferente. (3) Si solamente el primer y el segundo RBs son diferentes, se transmite la misma información sobre el primer y el segundo RBs, de tal manera que es ortogonal con respecto a cada antena de transmisión.

Hasta el momento, se ha descrito la OSRT en la cual la información se procesa como el formato de PUCCH 1/1a/1b o el formato de PUCCH 2/2a/2b, pero la OSRT puede ser aplicable a todo esquema de transmisión basado en CDM. Además, se ha descrito la OSRT en relación con las dos antenas de transmisión, pero la OSRT puede transmitir información con respecto a dos o más antenas de transmisión usando diferentes índices de recursos para cada antena de transmisión.

Si se supone que se pueden multiplexar 18 UEs por cada RB en el caso de una transmisión con una única antena, pueden multiplexarse nueve UEs por cada RB en el caso de la OSRT con respecto a dos antenas de transmisión. En el caso del formato de PUCCH 1/1a/1b, se transmite la misma información en la primera y la segunda ranuras. Se realizan saltos de los RBs asignados al PUCCH a nivel de ranuras. Concretamente, la información se transmite a través de sub-portadoras mutuamente diferentes a lo largo del tiempo, y puede obtenerse una ganancia de diversidad de frecuencia. A este respecto, siempre que se obtenga la suficiente ganancia de diversidad por medio de la OSRT, no es necesario transmitir también en la segunda ranura la misma información transmitida en la primera. Así, la primera y la segunda ranuras pueden transmitir información mutuamente diferente. En este caso, la capacidad de multiplexado de UE de la OSRT con respecto a las dos antenas de transmisión se puede mantener de manera que sea igual a la capacidad de multiplexado de UE de una transmisión con una única antena. Por ejemplo, si se multiplexan 18 UEs por cada RB en el caso de la transmisión con una única antena, pueden multiplexarse también 18 UEs por cada RB en la OSRT con respecto a las dos antenas de transmisión.

Hay disponible una adaptación del modo de transmisión del UE de acuerdo con el estado del canal o la situación de carga de tráfico. El modo de transmisión se puede configurar de manera semi-estática. El modo de transmisión se puede configurar por la capa superior, tal como la capa de RRC. El modo de transmisión se puede dividir en una transmisión con una única antena y una transmisión multi-antena. Por ejemplo, un primer UE en un entorno deficiente de los canales puede llevar a cabo una transmisión multi-antena, y un segundo UE en un entorno de canales relativamente bueno puede llevar a cabo la transmisión con una única antena. En caso contrario, si el número de UEs multiplexados para el mismo recurso de tiempo es elevado, puede llevarse a cabo la transmisión con una única antena, mientras que si el número de UEs multiplexados es relativamente pequeño, puede llevarse a cabo la transmisión multi-antena. Por consiguiente, la OSRT también se puede aplicar de manera adaptativa de acuerdo con el modo de transmisión del UE.

El método de transmisión de información de la figura 17 también se puede aplicar de manera extendida para tres o más antenas de transmisión. Si el UE desea transmitir información a través de un número R de antenas de transmisión, se le puede asignar un número R de índices de recursos mutuamente diferentes con respecto a cada una del número R de antenas de transmisión (donde R es un número natural 2 ó mayor). El UE puede transmitir la información a la BS a través de cada antena de transmisión utilizando cada índice de recursos.

La figura 18 es un diagrama de bloques que muestra un ejemplo de la estructura de un transmisor. En este caso, el transmisor puede formar parte del UE o de la BS.

En referencia a la figura 18, el transmisor 100 incluye un modulador 110, un número R de unidades de procesado 120-1,..., 120-R (donde R es el número natural 2 ó mayor), y un número R de antenas de transmisión 190-1,..., 190-R. La unidad de procesado r-ésima 120-r está acoplada a la antena de transmisión r-ésima 190-r ($r=1, \dots, R$). Se asigna un índice de recursos a cada una del número R de antenas de transmisión 190-1,..., 190-R. Concretamente, el índice de recursos r-ésimo se asigna a la antena de transmisión r-ésima 190-r. El modulador 110 modula información para generar un símbolo de modulación. No existe ninguna limitación en el esquema de modulación. Es decir, el esquema de modulación puede ser modulación por desplazamiento de fase m-aria (m-PSK) o modulación de amplitud en cuadratura m-aria (m-QAM). El símbolo de modulación puede ser uno o superior a uno. El símbolo de modulación se copia y se introduce en cada una del número R de unidades de procesado 120-1,..., 120-R. El número R de unidades de procesado 120-1,..., 120-R procesa respectivamente la información basándose en el índice de recursos correspondiente. Concretamente, la unidad de procesado r-ésima 120-r procesa la información basándose en el índice de recursos r-ésimo. En este caso, cada una del número R de unidades de procesado 120-1,..., 120-R puede transformar el símbolo de modulación d a procesar. Si el símbolo de modulación es d, la primera

unidad de procesamiento 120-1 puede procesar d , y la segunda unidad de procesamiento 120-2 puede procesar d^* . En este caso, $(\cdot)^*$ es un conjugado complejo. En caso contrario, el símbolo de modulación transformado d_r se puede representar con la siguiente ecuación.

5 Figura matemática 6

[Math.6]

$$d_r = d \cdot \exp(j\theta_r) \quad \text{ó} \quad a_r \cdot d$$

10

En este caso, a_r es un factor de escala complejo de la unidad de procesamiento r -ésima 120- r .

La información procesada por la unidad de procesamiento r -ésima 120- r utilizando el índice de recursos r -ésimo se transmite a través de la antena de transmisión r -ésima.

15

Si se usan tres o más antenas de transmisión, la OSRT puede utilizarse mediante combinación con un esquema de diversidad de transmisión diferente, tal como CDD o PVS. Por ejemplo, si se usan cuatro antenas de transmisión, las cuatro antenas de transmisión se pueden dividir por dos en dos grupos de antenas. La OSRT se puede aplicar a los dos grupos de antenas, mientras que la CDD o PVS se puede aplicar a cada grupo.

20

En lo sucesivo en la presente, por motivos de brevedad, la descripción se centrará en el caso en el que se usan dos antenas de transmisión.

25

Una señal generada al procesar la información utilizando el primer índice de recursos es una primera señal (s_1), y una señal generada al procesar la información utilizando el segundo índice de recursos es una segunda señal (s_2).

La matriz de señales de transmisión se puede representar con la siguiente ecuación.

Figura matemática 7

30

[Math.7]

$$\begin{bmatrix} s_1 & 0 \\ 0 & s_2 \end{bmatrix}$$

35

En este caso, una fila y/o una columna de la matriz de señales de transmisión se puede corresponder con una antena de transmisión, un índice de recursos, y similares. Por ejemplo, cada fila de la matriz de señales de transmisión se puede corresponder con cada índice de recursos, y cada columna se puede corresponder con cada antena de transmisión.

40

y_1 es una primera señal de recepción con respecto a la información que se ha transmitido utilizando el primer índice de recursos, e y_2 es una segunda señal de recepción con respecto a la información que se ha transmitido usando el segundo índice de recursos. Se obtiene una señal de recepción real (y) sumando la primera señal de recepción (y_1) y la segunda señal de recepción (y_2) ($y=y_1+y_2$). En este caso, se considera que la señal de recepción (y) se puede separar en la primera señal de recepción (y_1) y la segunda señal de recepción (y_2) a través de una operación de desmodulación de ensanchamiento. Además, se considera que el receptor, por motivos de brevedad, tiene una antena de recepción.

45

La matriz de señales de recepción se puede representar con la siguiente ecuación.

50

Figura matemática 8

[Math.8]

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} s_1 & 0 \\ 0 & s_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} h_1 \\ h_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} n_1 \\ n_2 \end{bmatrix}$$

55

En este caso, h_1 es un canal con respecto a una primera antena de transmisión, h_2 es un canal con respecto a una segunda antena de transmisión, n_1 es ruido de la primera señal de recepción, y n_2 es ruido de la segunda señal de recepción. En este caso, el ruido puede ser un ruido Gaussiano blanco aditivo (AWGN).

En general, si la potencia de transmisión está limitada, puede aplicarse un factor de normalización correspondiente al número de antenas de transmisión. La siguiente ecuación muestra un ejemplo del factor de normalización.

Figura matemática 9

5

[Math.9]

$$\frac{1}{\sqrt{N_{tx} \times N_c}}$$

10 En este caso, N_{tx} es el número de antenas de transmisión, y N_c es el número de recursos por cada antena. En la siguiente descripción, por motivos de brevedad se emitirá el factor de normalización.

Si se lleva a cabo una desmodulación de ensanchamiento sobre cada índice de recursos de la señal de recepción, puede obtenerse una ganancia de diversidad según se representa con la siguiente ecuación.

15 Figura matemática 10

[Math.19]

$$|h_1|^2 + |h_2|^2$$

20 La ganancia de diversidad obtenida es una ganancia de diversidad tal como una combinación de relación máxima (MRC) la cual es una combinación óptima. El esquema de MRC es uno de los esquemas de combinación de señales para estimar una señal de transmisión a partir de una señal de recepción recibida a través de una pluralidad de antenas de recepción.

25 En primer lugar, se describirá a continuación, en la primera a tercera formas de realización ejemplificativas, el caso en el que se usa un único símbolo de modulación para la transmisión de la información, como el formato de PUCCH 1/1a/1b.

30 En la primera y la segunda formas de realización ejemplificativas, un recurso utilizado para la transmisión de la información incluye solamente OS. En este caso, un índice de recursos indica solamente índice de OS.

35 La OS r -ésima que tiene un coeficiente de ensanchamiento $K=N$ indicado por el índice de recursos r -ésimo es $[w_r(0), w_r(1), \dots, w_r(N-1)]$ (donde N es un número natural, $r=1, \dots, R$). La secuencia ensanchada r -ésima generada ensanchando el símbolo de modulación $d(0)$ a través de la OS r -ésima es $[z_r(0), z_r(1), \dots, z_r(N-1)]$. La secuencia ensanchada se puede generar según se representa con la siguiente ecuación.

Figura matemática 11

40 [Math.11]

$$z_r(k) = d(0) \cdot w_r(k), \quad k=0, 1, 2, \dots, N-1$$

45 La secuencia ensanchada r -ésima se puede mapear con un dominio del tiempo o un dominio de la frecuencia. Si la secuencia ensanchada r -ésima se mapea en el dominio de la frecuencia, la secuencia ensanchada r -ésima se puede mapear con un número N de subportadoras. Si la secuencia ensanchada r -ésima se mapea en el dominio del tiempo, la secuencia ensanchada r -ésima se puede mapear con un número N de muestras temporales, un número N de segmentos (*chips*), o un número N de símbolos de OFDM.

50 El número R de secuencias de ensanchamiento generadas al utilizar cada uno del número R de índices de recursos se transmite a través de un número R de antenas de transmisión, respectivamente. A saber, la secuencia ensanchada r -ésima generada al utilizar el índice de recursos r -ésimo se transmite a través de la antena de transmisión r -ésima ($r=1, 2, \dots, R$). En este caso, el número R de secuencias de ensanchamiento se puede transmitir simultáneamente durante un intervalo de transmisión individual. Por ejemplo, el intervalo de transmisión individual puede ser una subtrama.

55 La señal de recepción es $y=[y(0), y(1), \dots, y(N-1)]$. La señal de recepción se puede representar con la siguiente ecuación. En este caso, se considera que la característica de un canal con respecto a cada antena de transmisión es estática durante el intervalo de transmisión. Es decir, la característica del canal con respecto a cada antena de transmisión mencionada no puede variar durante el intervalo de transmisión.

60

Figura matemática 12

[Math.12]

5

$$y(k) = \sum_{r=1}^R z_r(k) \cdot h_r + n(k), k=0, 1, \dots, N-1$$

En este caso, h_r es un canal con respecto a la antena de transmisión r -ésima durante el intervalo de transmisión, y $n(k)$ es el elemento de ruido k -ésimo.

10

La desmodulación de ensanchamiento se puede llevar a cabo sobre cada uno del número R de índices de recursos de la señal de recepción para generar un número R de símbolos estimados. Si el símbolo estimado r -ésimo obtenido al desmodular por ensanchamiento el índice de recursos r -ésimo es $d'_r(0)$, el mismo se puede representar con la siguiente ecuación.

15

Figura matemática 13

[Math.13]

20

$$d'_r(0) = \sum_{k=0}^{N-1} y(k) \cdot (w_r(k))^*$$

En este caso, es la longitud de la OS, $w_r(k)$ es el elemento k -ésimo de la OS r -ésima.

25

Un símbolo estimado $d'(0)$ con respecto al símbolo de modulación $d(0)$ se puede obtener combinando el número R de símbolos estimados.

1. Primera forma de realización ejemplificativa

30

En la primera forma de realización ejemplificativa, en calidad de OS se usa una matriz de Walsh-Hadamard.

35

La siguiente ecuación representa una matriz de Walsh-Hadamard de 4x4:

Figura matemática 14

40

[Math.14]

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \end{bmatrix}$$

45

Cada una de las cuatro filas de la matriz de Walsh-Hadamard constituye OSs en las cuales las mismas son mutuamente ortogonales. Concretamente, pueden definirse cuatro OSs, tales como [1, 1, 1, 1], [1, -1, 1, -1], [1, 1, -1, -1], y [1, -1, -1, 1]. En la LTE del 3GPP, se usan (véase tabla 3) las tres OSs excluyendo [1, -1, -1, 1], aunque, como OS, también puede usarse [1, -1, -1, 1].

50

A continuación se tomará como ejemplo el caso en el que $R=2$, una primera OS es [1, -1, 1, -1], y una segunda OS es [1, 1, -1, -1].

55

La primera secuencia ensanchada resulta ser [d(0), -d(0), d(0), -d(0)], la segunda secuencia ensanchada resulta ser [d(0), d(0), -d(0), -d(0)]. Si la señal de recepción es $y=[y(0), y(1), y(2), y(3)]$, la señal de recepción se puede representar con la siguiente ecuación.

Figura matemática 15

[Math.15]

$$\begin{aligned} y(0) &= d(0)h_1 + d(0)h_2 + n(0) \\ y(1) &= -d(0)h_1 + d(0)h_2 + n(1) \\ y(2) &= d(0)h_1 - d(0)h_2 + n(2) \\ y(3) &= -d(0)h_1 - d(0)h_2 + n(3) \end{aligned}$$

5 Si un primer símbolo estimado obtenido al desmodular por ensanchamiento la primera OS [1, -1, 1, -1] de la señal de recepción es $d'_1(0)$ y un segundo símbolo estimado obtenido al desmodular por ensanchamiento la segunda OS [1, 1, -1, -1] de la señal de recepción es $d'_2(0)$, el primer y el segundo símbolos estimados se pueden representar con la siguiente ecuación.

10 Figura matemática 16

[Math.16]

$$\begin{aligned} d'_1(0) &= 4d(0)h_1 + n'_1 \\ d'_2(0) &= 4d(0)h_2 + n'_2 \end{aligned}$$

15 Un símbolo estimado $d'(0)$ obtenido al combinar el primer y el segundo símbolos estimados se puede representar con la siguiente ecuación.

Figura matemática 17

20

[Math.17]

$$\begin{aligned} d'(0) &= d'_1(0)h_1^* + d'_2(0)h_2^* \\ &= (4d(0)h_1 + n'_1)h_1^* + (4d(0)h_2 + n'_2)h_2^* \\ &= 4(|h_1|^2 + |h_2|^2)d(0) + n' \end{aligned}$$

25 De esta manera, se obtiene una ganancia de diversidad.

2. Segunda forma de realización ejemplificativa

30 En la segunda forma de realización ejemplificativa, como OS se usa una transformada discreta de Fourier (DFT). El uso del código de DFT es equivalente a un desplazamiento cíclico de otro dominio. Concretamente, el uso del código de DFT en el dominio del tiempo es equivalente al desplazamiento cíclico en el dominio de la frecuencia. alternativamente, el uso del código de DFT en el dominio de la frecuencia es equivalente al desplazamiento cíclico en el dominio del tiempo.

35 La siguiente ecuación representa una matriz de código de DFT de 4x4.

Figura matemática18

40

[Math.18]

$$\begin{bmatrix} 1 & e^{j2\pi \cdot 1 \cdot 0/4} & e^{j2\pi \cdot 2 \cdot 0/4} & e^{j2\pi \cdot 3 \cdot 0/4} \\ 1 & e^{j2\pi \cdot 1 \cdot 1/4} & e^{j2\pi \cdot 2 \cdot 1/4} & e^{j2\pi \cdot 3 \cdot 1/4} \\ 1 & e^{j2\pi \cdot 1 \cdot 2/4} & e^{j2\pi \cdot 2 \cdot 2/4} & e^{j2\pi \cdot 3 \cdot 2/4} \\ 1 & e^{j2\pi \cdot 1 \cdot 3/4} & e^{j2\pi \cdot 2 \cdot 3/4} & e^{j2\pi \cdot 3 \cdot 3/4} \end{bmatrix}$$

45 Cada una de las cuatro filas de la matriz de código de DFT constituye OSs en las cuales las mismas son mutuamente ortogonales. Concretamente, a partir de la matriz de código de DFT pueden definirse cuatro OSs que tienen una longitud de 4.

Se tomará como ejemplo el caso en el que R=2, una primera OS es w_1 y una segunda OS w_2 según se representa con la siguiente ecuación.

Figura matemática 19

[Math.19]

5

$$w_1 = [1, e^{j2\pi \cdot 1 \cdot 1/4}, e^{j2\pi \cdot 2 \cdot 1/4}, e^{j2\pi \cdot 3 \cdot 1/4}]$$

$$w_2 = [1, e^{j2\pi \cdot 1 \cdot 2/4}, e^{j2\pi \cdot 2 \cdot 2/4}, e^{j2\pi \cdot 3 \cdot 2/4}]$$

Una primera secuencia ensanchada z_1 y una segunda secuencia ensanchada z_2 se pueden representar con la siguiente ecuación.

10

Figura matemática 20

[Math.20]

15

$$z_1 = [d(0), d(0)e^{j2\pi \cdot 1 \cdot 1/4}, d(0)e^{j2\pi \cdot 2 \cdot 1/4}, d(0)e^{j2\pi \cdot 3 \cdot 1/4}]$$

$$z_2 = [d(0), d(0)e^{j2\pi \cdot 1 \cdot 2/4}, d(0)e^{j2\pi \cdot 2 \cdot 2/4}, d(0)e^{j2\pi \cdot 3 \cdot 2/4}]$$

Si un primer símbolo estimado obtenido al desmodular por ensanchamiento la primera OS w_1 de la señal de recepción es $d'_1(0)$ y un segundo símbolo estimado obtenido al desmodular por ensanchamiento la segunda OS w_2 de la señal de recepción es $d'_2(0)$, el primer y el segundo símbolos estimados se pueden representar con la siguiente ecuación.

20

Figura matemática 21

[Math.21]

25

$$d'_1(0) = 4d(0)h_1 + n'_1$$

$$d'_2(0) = 4d(0)h_2 + n'_2$$

Un símbolo estimado $d'(0)$ obtenido al combinar el primer y el segundo símbolos estimados se puede representar con la siguiente ecuación.

30

Figura matemática 22

[Math.22]

35

$$d'(0) = d'_1(0)h_1^* + d'_2(0)h_2^*$$

$$= (4d(0)h_1 + n'_1)h_1^* + (4d(0)h_2 + n'_2)h_2^*$$

$$= 4(|h_1|^2 + |h_2|^2)d(0) + n'$$

De esta manera, se obtiene una ganancia de diversidad.

3. Tercera forma de realización ejemplificativa

40

En la tercera forma de realización ejemplificativa, un recurso utilizado para la transmisión de información incluye una OS y la cantidad de CS. En este caso, un índice de recursos indica un índice de OS y un índice de CS.

La secuencia ensanchada r -ésima generada al utilizar el índice de recursos r -ésimo se puede representar en el dominio bidimensional de tiempo-frecuencia según se representa con la siguiente ecuación.

45

Figura matemática 23

[Math.23]

$$\begin{bmatrix} z_r(0,0) & z_r(0,1) & z_r(0,2) & z_r(0,3) \\ z_r(1,0) & z_r(1,1) & z_r(1,2) & z_r(1,3) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ z_r(11,0) & z_r(11,1) & z_r(11,2) & z_r(11,3) \end{bmatrix}$$

5 En este caso, cada fila se puede corresponder con una subportadora, y cada columna se puede corresponder con un símbolo de OFDM. Cada elemento de la matriz se puede mapear con elementos de recursos de RBs utilizados para la transmisión de información. En este caso, la matriz incluye 12 filas y cuatro columnas, aunque es meramente ilustrativa, y el número de filas y columnas no está limitado.

10 La figura 19 muestra un ejemplo de un RB individual con el cual se mapea la secuencia ensanchada r-ésima.

En referencia a la figura 19, el RB incluye una ranura (7 símbolos de OFDM) en el dominio del tiempo y 12 subportadoras en el dominio de la frecuencia. RS se transporte sobre tres de los siete símbolos, y se transporta información sobre los restantes 4 símbolos de OFDM (véase la figura 8).

15 El UE determina el índice de OS r-ésimo y el índice de CS r-ésimo utilizando el índice de recursos r-ésimo. El UE genera la secuencia desplazada cíclicamente r-ésima sobre la base del índice de CS r-ésimo. El UE genera la secuencia modulada r-ésima basándose en la secuencia desplazada cíclicamente r-ésima y el símbolo de modulación $d(0)$ con respecto a la información. El UE genera la secuencia ensanchada r-ésima a partir de la
 20 secuencia modulada r-ésima sobre la base del índice de OS r-ésimo. Los elementos de la secuencia ensanchada r-ésima se pueden representar con la siguiente ecuación.

Figura matemática 24

25 [Math.24]

$$z_r(n, k) = w_r(k) \cdot d(0) \cdot r(n, lcs^r)$$

30 En este caso, $n=0, \dots, 11$, $k=0, 1, 2, \text{ y } 3$, $w_r(k)$ es el elemento k-ésimo de la OS r-ésima indicada por el índice de recursos r-ésimo, lcs^r es el índice de CS r-ésimo, y $r(n, lcs^r)$ es la secuencia desplazada cíclicamente r-ésima.

35 Por motivos de brevedad se describirá el caso de $R=2$. Si $R=2$ pueden considerarse los siguientes tres casos en la tercera forma de realización ejemplificativa: (1) el caso en el que el primer y el segundo índices de CS son diferentes y el primer y el segundo índices de OS son iguales, (2) el caso en el que el primer y el segundo índices de CS son diferentes y el primer y el segundo índices de OS son diferentes, (3) el caso en el que el primer y el segundo índices de CS son iguales y el primer y el segundo índices de OS son diferentes. A continuación, se describirá cada uno de los casos.

40 (1) Si el primer y el segundo índices de CS son diferentes y el primer y el segundo índices de OS son iguales

Por ejemplo, se supone que el primer índice de recursos indica 0 como primer índice de CS y [1, 1, 1, 1] como primera OS. Además, se supone que el segundo índice de recursos indica 2 como segundo índice de CS y [1, 1, 1, 1] segunda OS.

45 Una primera secuencia ensanchada $z_1(n,k)$ generada utilizando el primer índice de recursos transmitido a través de la primera antena de transmisión y una segunda secuencia ensanchada $z_2(n,k)$ generada usando el segundo índice de recursos transmitido a través de la segunda antena de transmisión se pueden representar con la siguiente ecuación.

50 Figura matemática 25

[Math.25]

$$z_1(n, k) = w_1(k) \cdot d(0) \cdot r(n) \cdot \exp\left(\frac{j2\pi \cdot 0 \cdot n}{12}\right)$$

$$z_2(n, k) = w_2(k) \cdot d(0) \cdot r(n) \cdot \exp\left(\frac{j2\pi \cdot 2 \cdot n}{12}\right)$$

5 En este caso, $r(n)$ es una secuencia de base.

Una señal de recepción $y(n,k)$ se puede representar con la siguiente ecuación ($0 \leq n \leq 11$, $0 \leq k \leq 3$, y n y k son enteros).

Figura matemática 26

10

[Math.26]

$$y(n, k) = z_1(n, k)h_1 + z_2(n, k)h_2 + n(n, k)$$

15 Si un primer símbolo estimado obtenido al desmodular por ensanchamiento el primer índice de recursos de la señal de recepción es $d'_1(0)$ y un segundo símbolo estimado obtenido al desmodular por ensanchamiento segundo índice de recursos de la señal de recepción es $d'_2(0)$, el primer y el segundo símbolos estimados se pueden representar con la siguiente ecuación.

20 Figura matemática 27

[Mat.27]

$$d'_1(0) = 48d(0)h_1 + n'_1$$

$$d'_2(0) = 48d(0)h_2 + n'_2$$

25

En este caso, si se desmodula por ensanchamiento un desplazamiento cíclico, se puede usar un simple detector coherente de frecuencia o un detector de máxima probabilidad (ML) basado en IFFT.

30 Un símbolo estimado $d'(0)$ obtenido al combinar el primer y el segundo símbolos estimados se puede representar con la siguiente ecuación.

Figura matemática 28

[Math.28]

35

$$d'(0) = d'_1(0)h_1^* + d'_2(0)h_2^*$$

$$= (48d(0)h_1 + n'_1)h_1^* + (48d(0)h_2 + n'_2)h_2^*$$

$$= 48(|h_1|^2 + |h_2|^2)d(0) + n'$$

De esta manera, se obtiene una ganancia de diversidad.

40 (2) Si el primer y el segundo índices de CS son diferentes y el primer y el segundo índices de OS son diferentes

Por ejemplo, se supone que el primer índice de recursos indica 0 como primer índice de CS, y [1, 1, 1, 1] como primera OS. Además, se supone que el segundo índice de recursos indica 2 como segundo índice de CS, y [1, -1, 1, -1] como segunda OS.

45

Además, en este caso, se obtiene la misma ganancia de diversidad que la correspondiente al caso (1) en el que el primer y el segundo índices de CS son diferentes y el primer y el segundo índices de OS son iguales.

(3) Si el primer y el segundo índices de CS son iguales y el primer y el segundo índices de OS son diferentes

Por ejemplo, se supone que el primer índice de recursos indica 0 como primer índice de CS y [1, 1, 1, 1] como primera OS. Además, se supone que el segundo índice de recursos indica 0 como segundo índice de CS y [1, -1, 1, -1] como segunda OS.

Además, en este caso, se obtiene la misma ganancia de diversidad que la correspondiente del caso (1) en el que el primer y el segundo índices de CS son diferentes y el primer y el segundo índices de OS son iguales.

4. Cuarta forma de realización ejemplificativa

En la cuarta forma de realización ejemplificativa, un recurso utilizado para la transmisión de información incluye una OS, la cantidad de CS, y un RB. En este caso, un índice de recursos indica un índice de OS, un índice de CS y un RB.

La secuencia ensanchada r-ésima se puede representar con la siguiente ecuación.

Figura matemática 29

[Math.29]

$$z_r(n+R_r, k) = w_r(k) \cdot d(0) \cdot r(n, lcs^r)$$

En este caso, k es un índice de símbolo correspondiente a un símbolo de OFDM dentro del RB r-ésimo. Excluyendo un símbolo de OFDM en el cual se transporta RS, k puede ser 0, 1, 2, y 3. R_r es un desplazamiento de la posición de frecuencia del RB r-ésimo, y n es un índice de subportadora dentro del RB r-ésimo (n=0, 1, ..., 11). w_r(k) es el elemento k-ésimo del índice de OS r-ésimo, lcs^r es el índice de CS r-ésimo, y r(n, lcs^r) es la secuencia desplazada cíclicamente r-ésima.

A continuación, se describirá el caso en el que se usa una pluralidad de símbolos de modulación para la transmisión de información, como el formato de PUCCH 2/2a/2b. Un recurso utilizado para la transmisión de información incluye una secuencia de desplazamiento cíclico y un RB. En este caso, un índice de recursos indica un índice de CS y un RB. Cada índice de recursos se corresponde con cada antena de transmisión. Por ejemplo, el índice de recursos r-ésimo se corresponde con la antena de transmisión r-ésima.

El UE determina el índice de CS r-ésimo y el RB r-ésimo utilizando el índice de recursos r-ésimo. El UE genera la secuencia desplazada cíclicamente r-ésima utilizando el índice de CS r-ésimo. El UE genera la secuencia modulada r-ésima usando la secuencia desplazada cíclicamente r-ésima y una pluralidad de símbolos de modulación con respecto a la información. El UE mapea la secuencia modulada r-ésima con el RB r-ésimo. El UE transmite la secuencia modulada r-ésima a través de la antena de transmisión r-ésima.

Elementos de la secuencia modulada r-ésima se pueden representar con la siguiente ecuación.

Figura matemática 30

[Mat.30]

$$s_r(n+R_r, k) = d(k) \cdot r(n) \cdot \exp\left(\frac{j2\pi n lcs^r}{12}\right)$$

En este caso, k puede ser un índice de símbolo correspondiente a un símbolo de OFDM dentro del RB r-ésimo. Excluyendo un símbolo de OFDM en el cual se transporta RS, k puede ser 0, 1, ..., 9. R_r es un desplazamiento de la posición de frecuencia del RB r-ésimo, y n es un índice de subportadora dentro del RB r-ésimo (n=0, 1, ..., 11). lcs^r es el índice de CS r-ésimo, y r(n, lcs^r) es la secuencia desplazada cíclicamente r-ésima.

La figura 20 muestra un ejemplo de una subtrama con la cual se mapea la secuencia modulada r-ésima. En este caso, se muestra que los RBs pertenecientes al par de RB ocupan la misma banda de frecuencias en la primera y la segunda ranuras, aunque tal como se ha descrito anteriormente en referencia a la figura 7, pueden realizarse saltos de los RBs a nivel de ranuras.

En referencia a la figura 20, RS se transporta sobre dos de los siete símbolos incluidos en cada ranura, y en los 5 restantes símbolos de OFDM se transporta información (véase la figura 10).

La figura 21 es un diagrama de bloques de un aparato para comunicaciones inalámbricas. Un aparato 50 para comunicaciones inalámbricas puede formar parte de un UE. El aparato 50 incluye un procesador 51, una memoria 52, una unidad de RF (radiofrecuencia) 53, una unidad de visualización 54, y una unidad de interfaz de usuario 55. La unidad de RF 53 está acoplada a procesador 51, y configurada para transmitir y/o recibir una señal de radiocomunicaciones. La memoria 52 está acoplada al procesador 51 y configurada para almacenar un sistema de control, aplicaciones y archivos generales. La unidad de visualización 54 visualiza información sobre el UE y puede utilizar un elemento bien conocido, tal como una pantalla de cristal líquido (LCD), diodos orgánicos emisores de luz (OLED), etcétera. La interfaz de usuario 55 se puede implementar mediante una combinación de interfaces de usuario, tales como un teclado, una pantalla táctil, etcétera. El procesador 51 lleva a cabo todas las operaciones antes mencionadas, incluyendo la operación de procesamiento y transmisión de información.

La figura 22 es un diagrama de bloques de un BS. Un BS 60 incluye un procesador 61, una memoria 62, un planificador 63, y una unidad de RF 64. La unidad de RF 64 está acoplada al procesador 61 y configurada para transmitir y/o recibir una señal de radiocomunicaciones. El procesador 61 puede llevar a cabo todos los métodos antes descritos asociados a la transmisión de información. La memoria 62 está acoplada al procesador 61 y configurada para almacenar información procesada por el procesador 61. El planificador 63 está acoplado al procesador 61 y puede realizar todos los métodos antes mencionados, asociados a la planificación correspondiente a la transmisión de información, tal como la asignación de índices de recursos.

A continuación, se explicarán los resultados de simulaciones con respecto a un rendimiento de recepción del método de transmisión de información que usa la OSRT según se ha descrito anteriormente. Los resultados de simulación se obtuvieron comparando una tasa de errores de bit (BER) con respecto a una relación de señal/ruido (SNR) en el caso del esquema de transmisión con una sola antena (1Tx), PVS, CDD, SC-SFBC, STBC y OSRT.

La siguiente tabla muestra parámetros y suposiciones para una simulación a nivel de enlaces.

Tabla 11

Parámetros	Suposiciones
Frecuencia portadora	2 GHz
BW del sistema	5 MHz
Frecuencia de muestreo	15,36 MHz
Configuración de CP	CP normal
Velocidad del UE	3 km/h
Modelo de canal	ETU9
Número de células	1
Número de antenas de Tx	1, 2 (sin correlación, $ p =0,5$)
Número de antenas de Rx	2 (sin correlación, $ p =0,9$)
Bits de ACK/NACK	2 bits (QPSK) - formato 1b
Bits de información de CQI (A)	11 bits (QPSK) - formato 2a
Estimación del canal	Práctica
Salto de CS/Remapeo de OS/Saltos de frecuencia	ON
Codificación por aleatoriedad de ACK/NACK	ON
Número de RBs para PUCCH	1
Intervalo de CS	2
Número de UEs dentro de una célula	9 para A/N, 3 para CQI (todos los UEs transmiten la señal con la misma potencia)
Manipulación de símbolos sin emparejamiento para formato 2 (únicamente para STBC)	Repetición simple
SFBC, STBC en formato 1b	Aplicada después de ensanchamiento con CDM/FDM
STBC en formato 2	Aplicada antes de ensanchamiento con CDM/FDM
Detección	ML de 1 coeficiente

El modelo de canales fue del ETU (urbano típico extendido) 9, y la velocidad del UE fue 3 km/h.

Las figuras. 23 y 24 son gráficas de una BER promediada de ACK/NACK de 2 bits con respecto a la SNR. En las gráficas, el eje x es SNR, y el eje y es BER. La unidad de la SNR es decibelios (dB). La totalidad de los nueve UEs de una célula transmite ACK/NACK con la misma potencia. La figura 23 muestra el caso en el que dos antenas de transmisión no tienen correlación y dos antenas de recepción no tienen correlación. La figura 24 muestra el caso en el que dos antenas de transmisión y dos antenas de recepción presentan, respectivamente, una alta correlación.

En referencia a las figuras. 23 y 24, se indica que la OSRT presenta el mejor rendimiento y una ganancia de diversidad evidente en comparación con la transmisión con una sola antena. Se indica también que la PVS o CDD presenta poca ganancia de diversidad, y la SC-SFBC y la STBC presenta una ortogonalidad de recursos interrumpida para el multiplexado del UE.

Las figuras. 25 y 26 son gráficas de una tasa de errores de bloque (BLER) promediada de CQI con respecto a SNR. Tres UEs de una célula transmiten un CQI con la misma potencia. El tamaño A de los bits de información de CQI es 11. La figura 25 muestra el caso en el que dos antenas de transmisión no tienen correlación y dos antenas de recepción no tienen correlación. La figura 26 muestra el caso en el que dos antenas de transmisión y dos antenas de recepción presentan, respectivamente, una alta correlación.

En referencia a las figuras 25 y 26, se observa que la OSRT presenta el mejor rendimiento y una ganancia de diversidad evidente en comparación con una transmisión de una sola antena. Se indica también que la STBC puede obtener así mismo una ganancia de diversidad, aunque menor que la correspondiente de la OSRT. El deterioro del rendimiento de la STBC en comparación con la OSRT es el resultado de la transmisión de repetición simple de símbolos sin emparejamiento de los mismos. La SC-SFBC presenta una ganancia de diversidad pequeña. La razón es que la ortogonalidad de recursos se interrumpe en la SC-SFBC. La PVS o CCD presenta una ganancia de diversidad pequeña. Además, en comparación con la transmisión con una sola antena, el rendimiento de la PVS o la CCD no mejora sustancialmente.

De esta manera, el UE puede transmitir eficazmente información utilizando la OSRT de entre los esquemas de diversidad de transmisión. Puede obtenerse la ortogonalidad entre antenas de transmisión. Adicionalmente, puede mantenerse la ortogonalidad entre UEs de una célula. Por consiguiente, se puede reducir la interferencia de un UE sobre otros UEs u otra célula. Puesto que se transmite repetidamente la misma información a través de la pluralidad de antenas de transmisión, puede obtenerse una ganancia de diversidad. El UE puede ahorrar potencia de transmisión. Adicionalmente, puede satisfacerse la retrocompatibilidad con la LTE del 3GPP. Así, puede mejorarse la fiabilidad de las radiocomunicaciones, y puede mejorarse el rendimiento global del sistema.

La descripción hasta el momento se ha centrado principalmente en la transmisión de información de UL, aunque el contenido antes descrito también puede aplicarse, sin modificaciones, a la transmisión de información de DL. Además, el contenido antes descrito también puede ser aplicable a la transmisión de información general, tal como la transmisión de información de datos así como la transmisión de información de control.

Todas las funciones descritas anteriormente pueden ser llevadas a cabo por un procesador, tal como un microprocesador, un controlador, un microcontrolador, y un circuito integrado de aplicación específica (ASIC) de acuerdo con código de software o programas para llevar a cabo las funciones. El código de programa se puede diseñar, desarrollar, e implementar basándose en las descripciones de la presente invención, y esto es bien sabido para aquellos versados en la materia.

Aunque la presente invención se ha mostrado y descrito particularmente en referencia a formas de realización ejemplificativas de la misma, aquellos versados en la materia entenderán que en ella pueden realizarse varios cambios en cuanto a forma y detalles, sin desviarse con respecto al alcance de la invención que queda definido por las reivindicaciones adjuntas. Las formas de realización ejemplificativas deben considerarse únicamente en un sentido descriptivo y no con fines limitativos. Por lo tanto, el alcance de la invención queda definido, no por la descripción detallada de la misma, sino por las reivindicaciones adjuntas, y se considerará que todas las diferencias dentro del alcance están incluidas en la presente invención.

REIVINDICACIONES

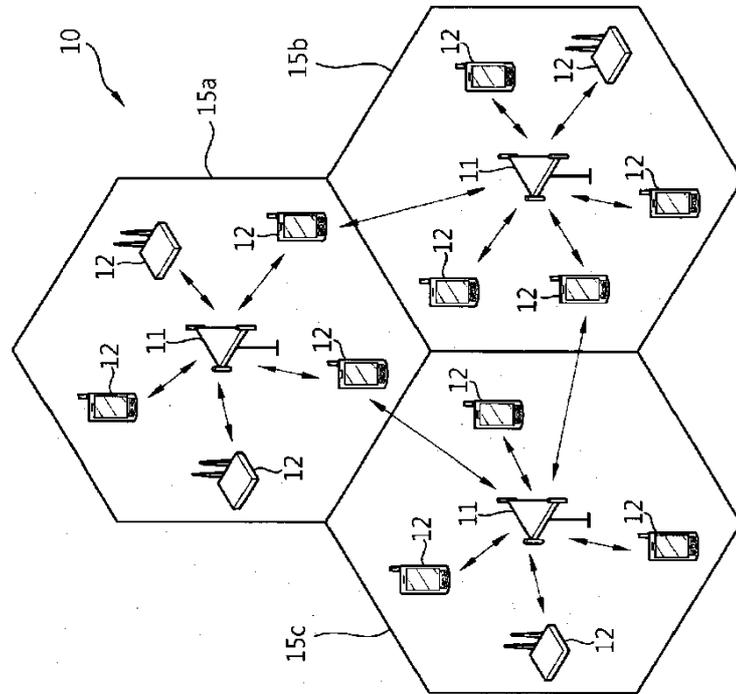
1. Método de transmisión de información en un sistema de comunicaciones inalámbricas, llevado a cabo en un transmisor, comprendiendo el método:
- 5 transmitir (S110) información basándose en un primer índice de recursos a través de una primera antena; y
- transmitir (S120) la misma información simultáneamente basándose en un segundo índice de recursos a través de una segunda antena,
- 10 caracterizado por que el primer índice de recursos indica un primer índice de desplazamiento cíclico, CS, y un primer bloque de recursos, RB, y el segundo índice de recursos indica un segundo índice de CS y un segundo RB.
- 15 2. Método según a reivindicación 1, en el que el primer índice de recursos y el segundo índice de recursos son diferentes.
3. Método según la reivindicación 1, en el que la transmisión de la información a través de la primera antena comprende:
- 20 generar una primera secuencia desplazada cíclicamente mediante el desplazamiento cíclico de una secuencia de base en una primera cantidad de CS obtenida a partir del primer índice de CS;
- generar una primera secuencia modulada sobre la base de la primera secuencia desplazada cíclicamente y un símbolo para la información; y
- 25 transmitir la primera secuencia modulada a través de la primera antena después de mapear la primera secuencia modulada con el primer RB, y
- 30 la transmisión de la información a través de la segunda antena comprende las etapas siguientes:
- generar una segunda secuencia desplazada cíclicamente mediante el desplazamiento cíclico de la secuencia de base en una segunda cantidad de CS obtenida a partir del segundo índice de CS;
- 35 generar una segunda secuencia modulada sobre la base de la segunda secuencia desplazada cíclicamente y el símbolo para la información; y
- transmitir la segunda secuencia modulada a través de la segunda antena después de mapear la segunda secuencia modulada con el segundo RB.
- 40 4. Método según la reivindicación 3, en el que la primera secuencia modulada y la segunda secuencia modulada son transmitidas simultáneamente.
- 45 5. Método según la reivindicación 1, en el que el primer índice de recursos es recibido desde una estación base, BS, y el segundo índice de recursos es adquirido a partir del primer índice de recursos.
6. Método según la reivindicación 1, en el que cada uno de entre el primer índice de recursos y el segundo índice de recursos es recibido desde una BS.
- 50 7. Método según la reivindicación 6, en el que cada uno de entre el primer índice de recursos y el segundo índice de recursos está configurado mediante una señalización de control de recursos de radiocomunicaciones, RRC.
8. Método según la reivindicación 1, en el que el primer índice de CS y el segundo índice de CS son diferentes, y el primer RB y el segundo RB son iguales.
- 55 9. Método según la reivindicación 1, en el que el primer índice de CS y el segundo índice de CS son iguales, y el primer RB y el segundo RB son diferentes.
- 60 10. Método según la reivindicación 1, que además comprende: recibir datos, siendo la información un acuse de recibo, ACK,/acuse de recibo negativo, NACK, de una solicitud automática híbrida de repetición, HARQ, para los datos.
- 65 11. Método según la reivindicación 10, en el que el primer índice de recursos es adquirido a partir de un recurso de radiocomunicaciones para que un canal físico de control reciba los datos, y el segundo índice de recursos es adquirido a partir del primer índice de recursos.

12. Método según la reivindicación 1, en el que una velocidad de multiplexado espacial de la información es 1/2.

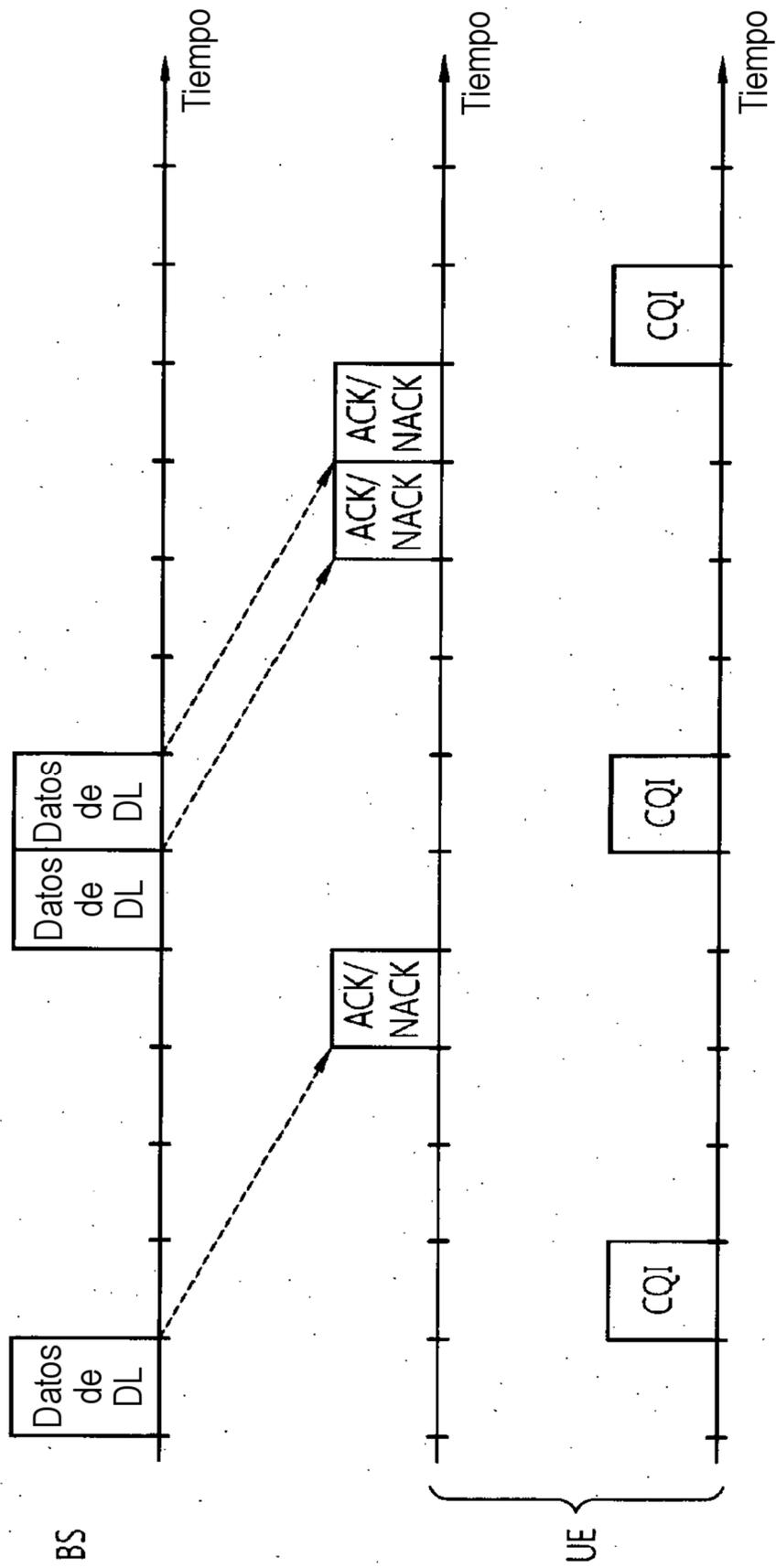
13. Aparato para comunicaciones inalámbricas, comprendiendo el aparato:

- 5 una unidad de radiofrecuencia, RF, que transmite y/o recibe una señal de radiocomunicaciones; y
un procesador acoplado a la unidad de RF y configurado para:
- 10 transmitir (S110) información basándose en un primer índice de recursos a través de una primera antena;
y
transmitir (S120) la misma información simultáneamente basándose en un segundo índice de recursos a
través de una segunda antena,
- 15 caracterizado por que el primer índice de recursos indica un primer índice de desplazamiento cíclico, CS, y un
primer bloque de recursos, RB, y el segundo índice de recursos indica un segundo índice de CS y un
segundo RB.

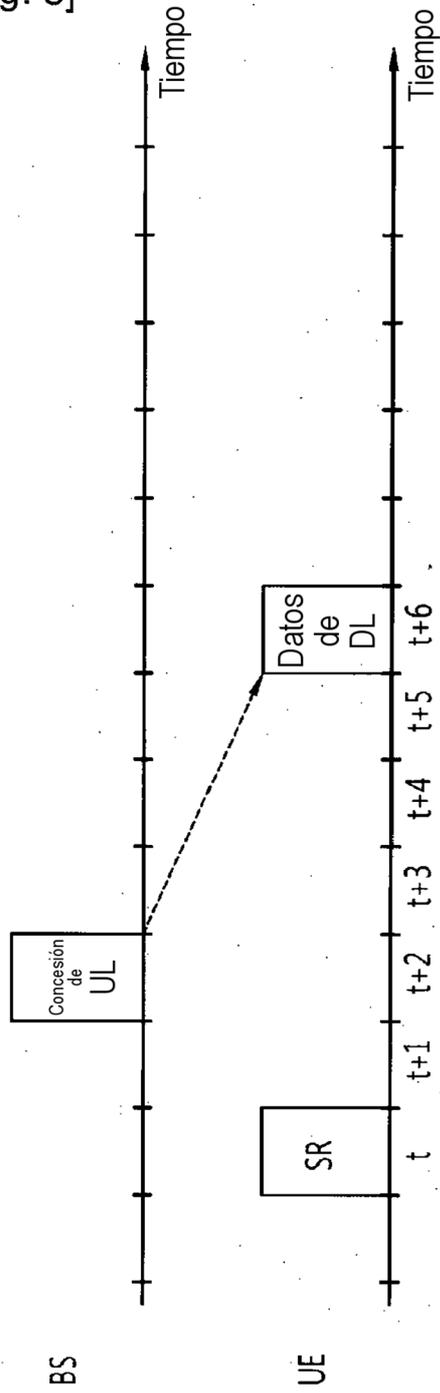
[Fig. 1]



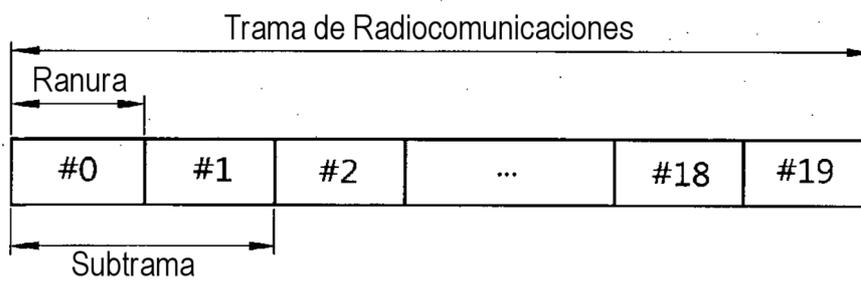
[Fig. 2]



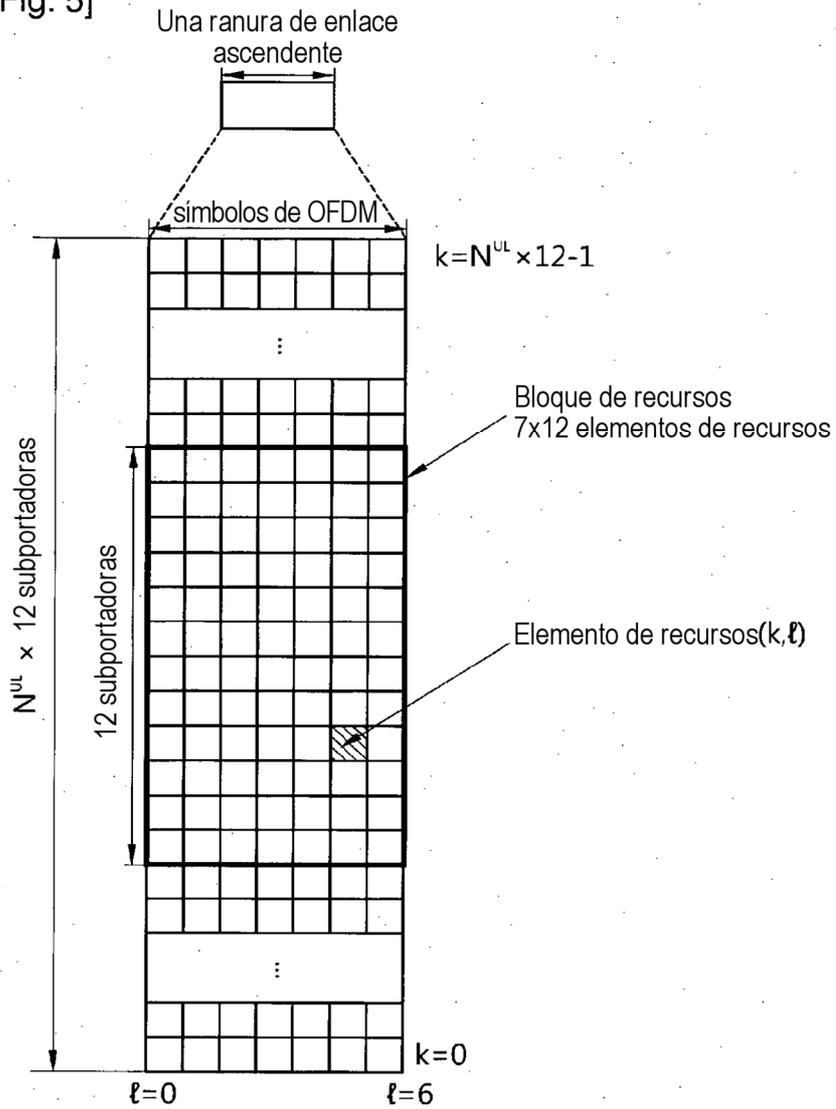
[Fig. 3]



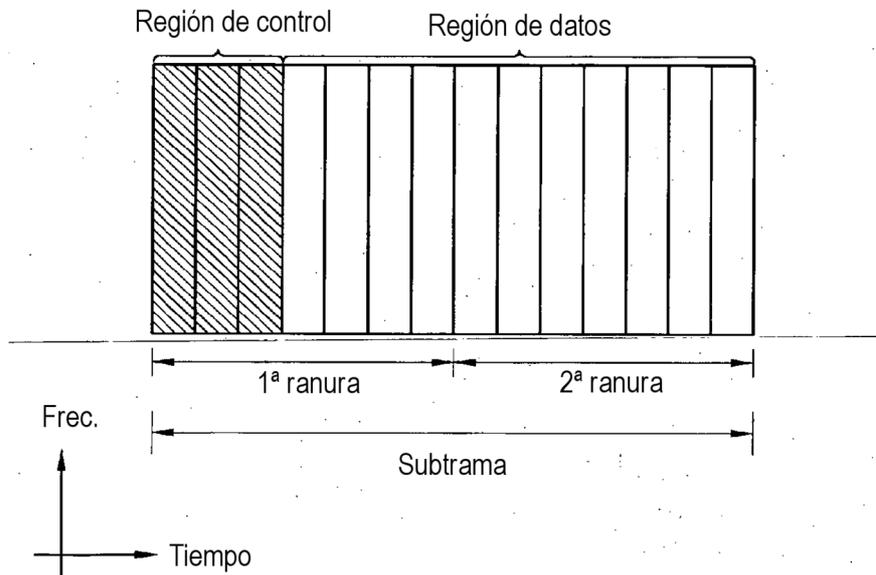
[Fig. 4]



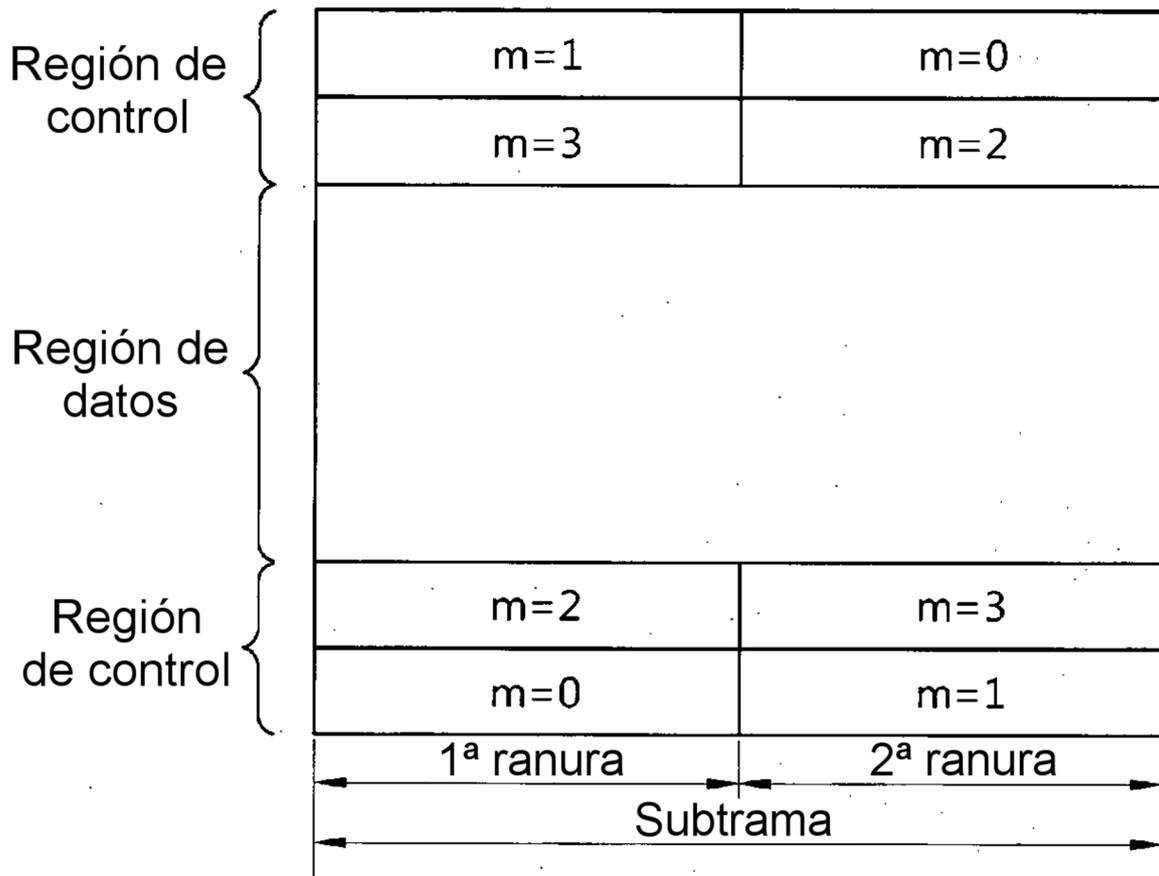
[Fig. 5]



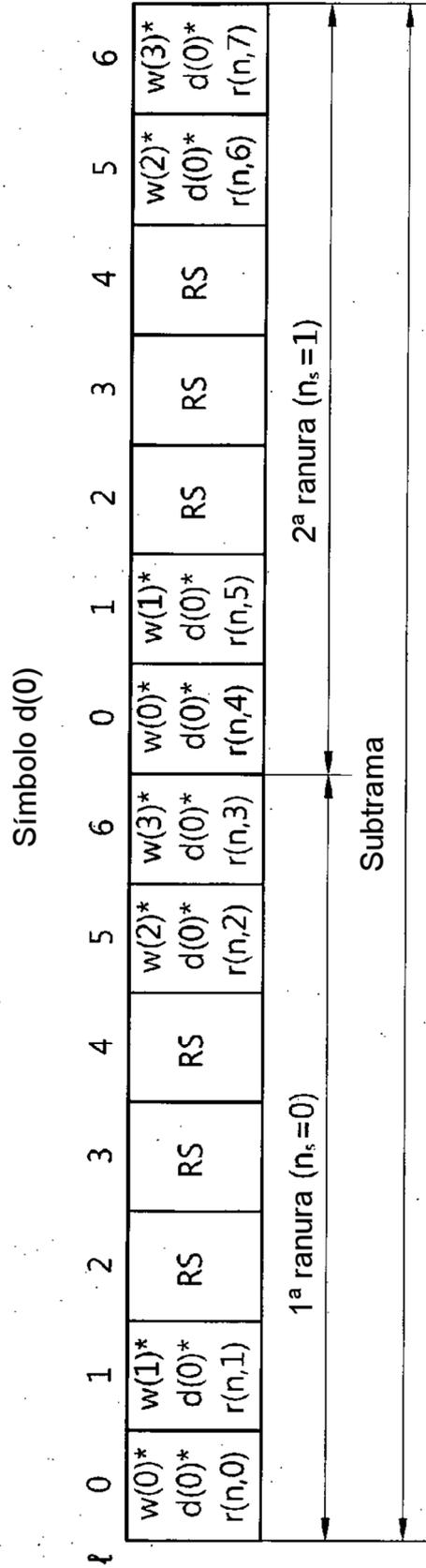
[Fig. 6]



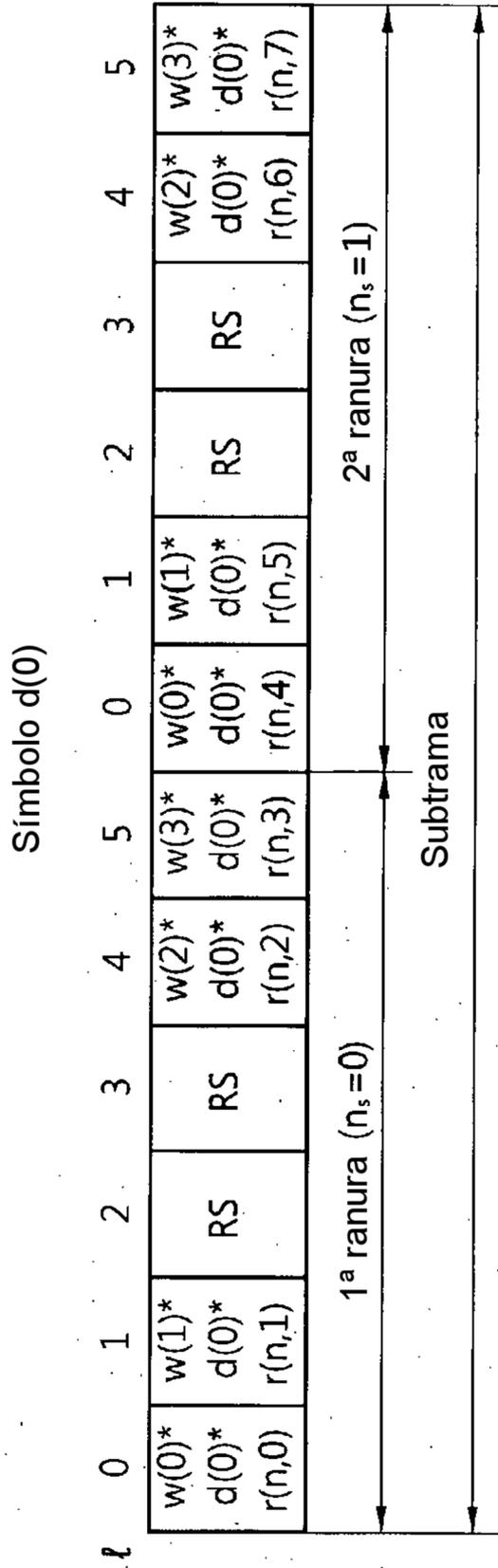
[Fig. 7]



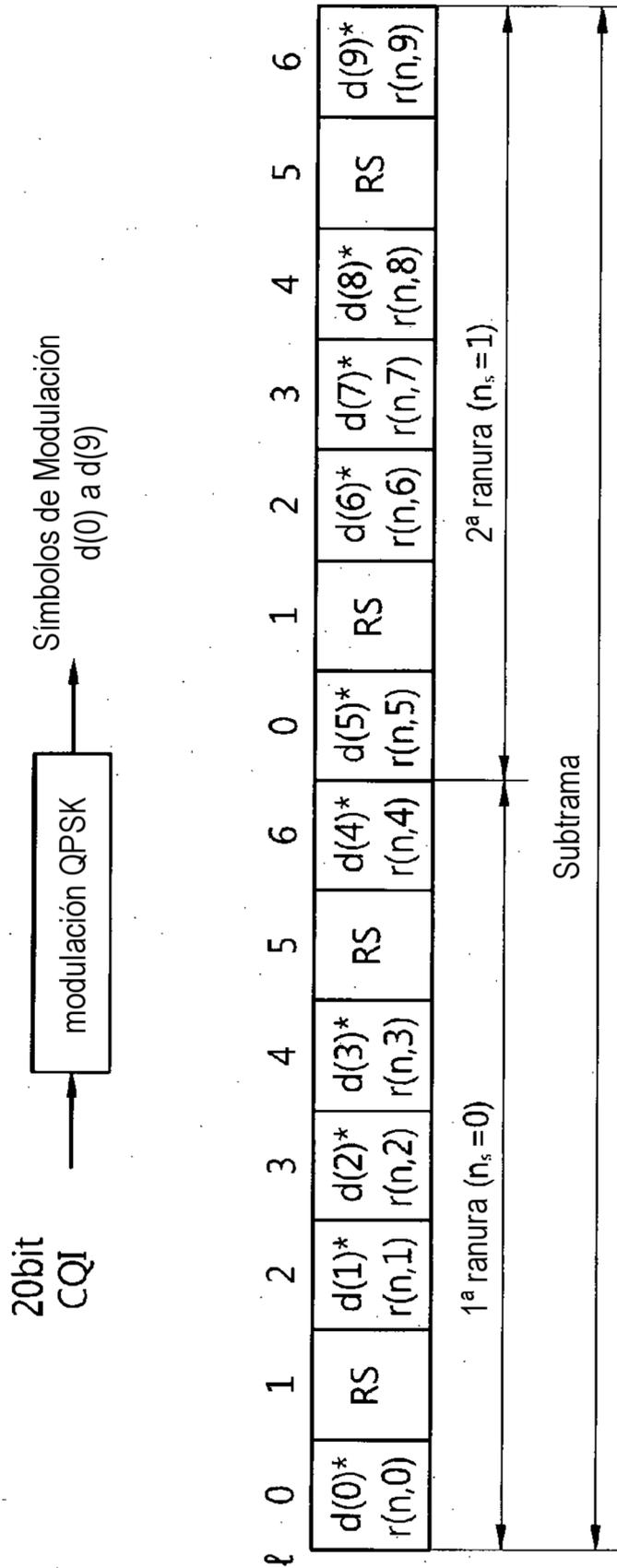
[Fig. 8]



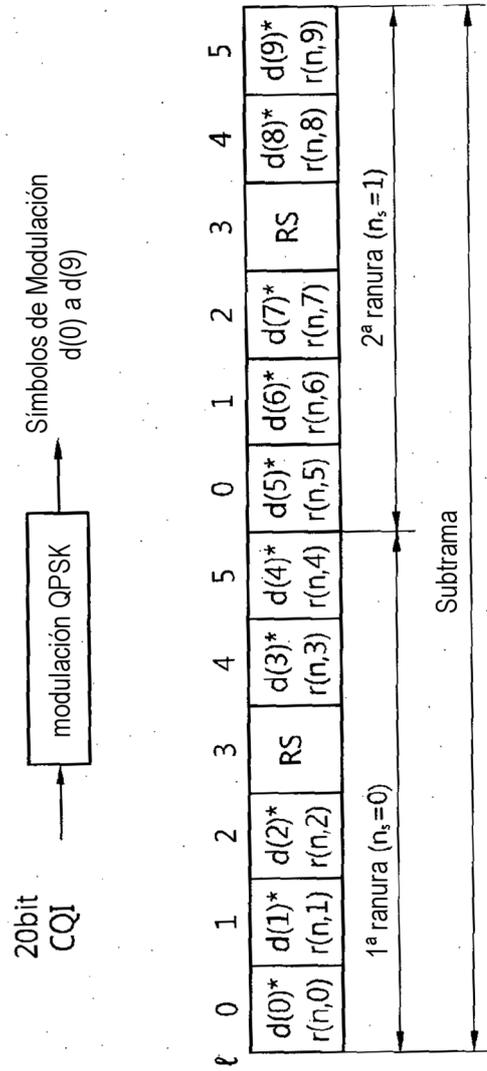
[Fig. 9]



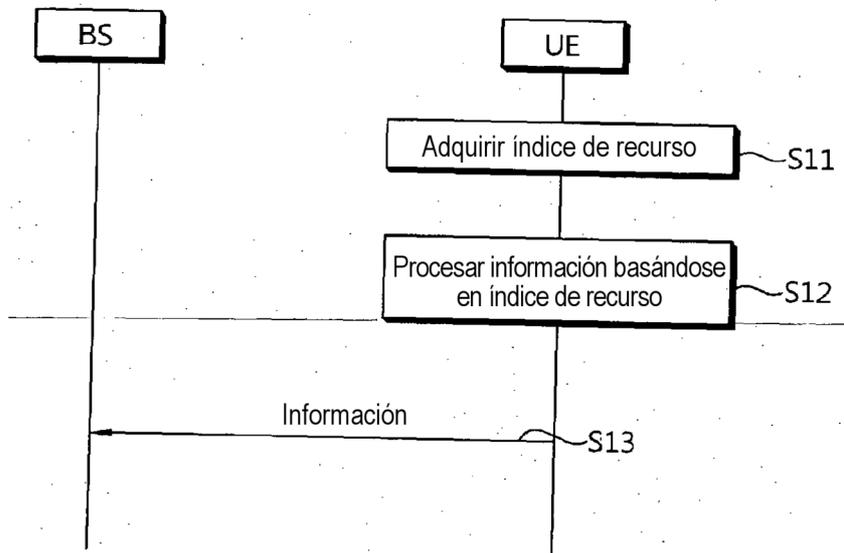
[Fig. 10]



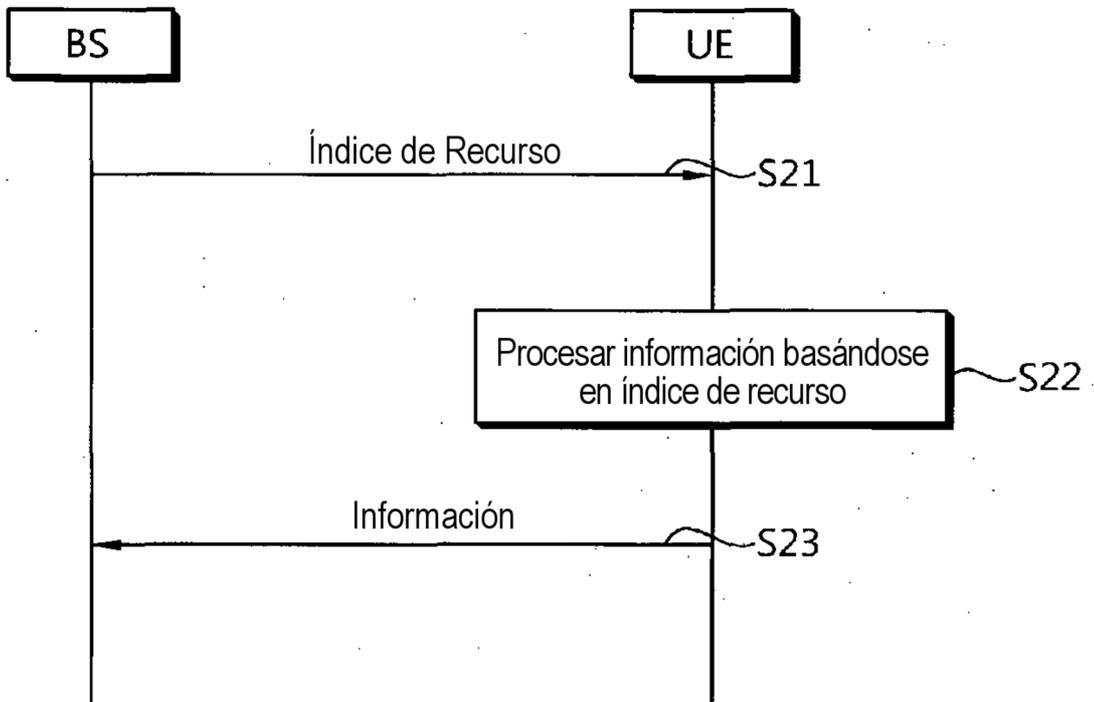
[Fig. 11]



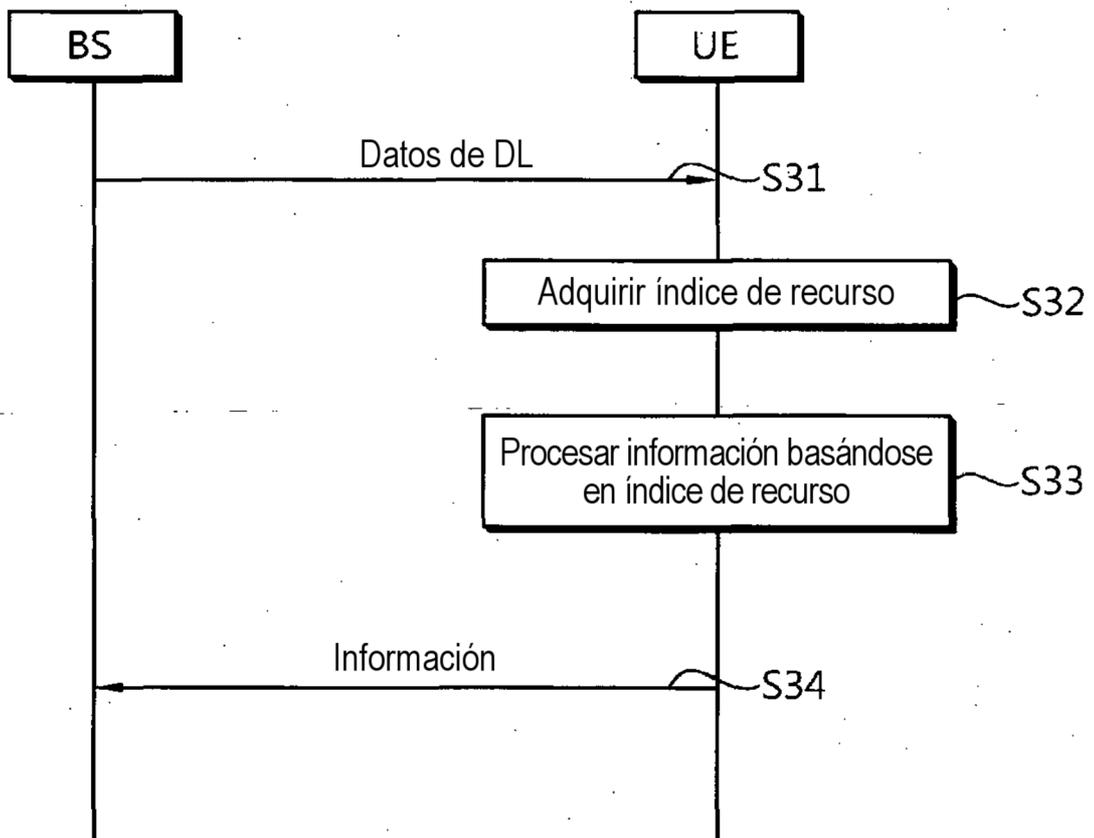
[Fig. 12]



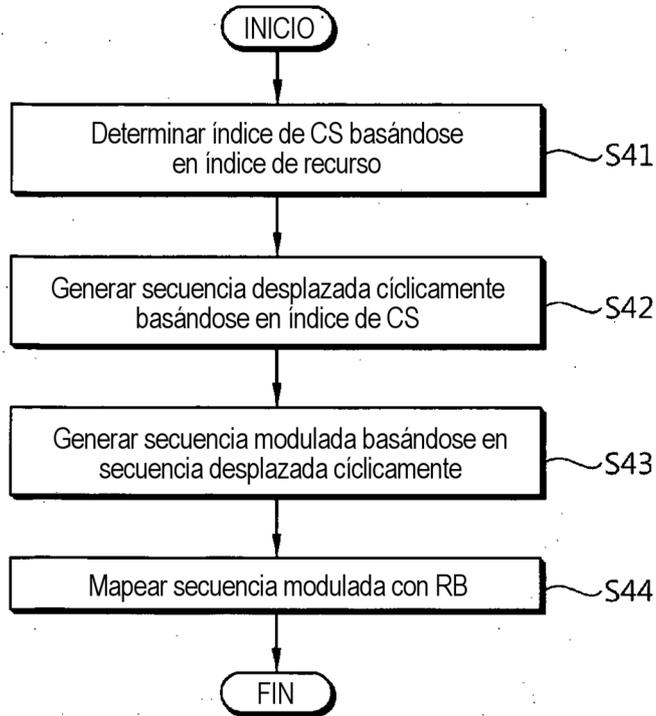
[Fig. 13]



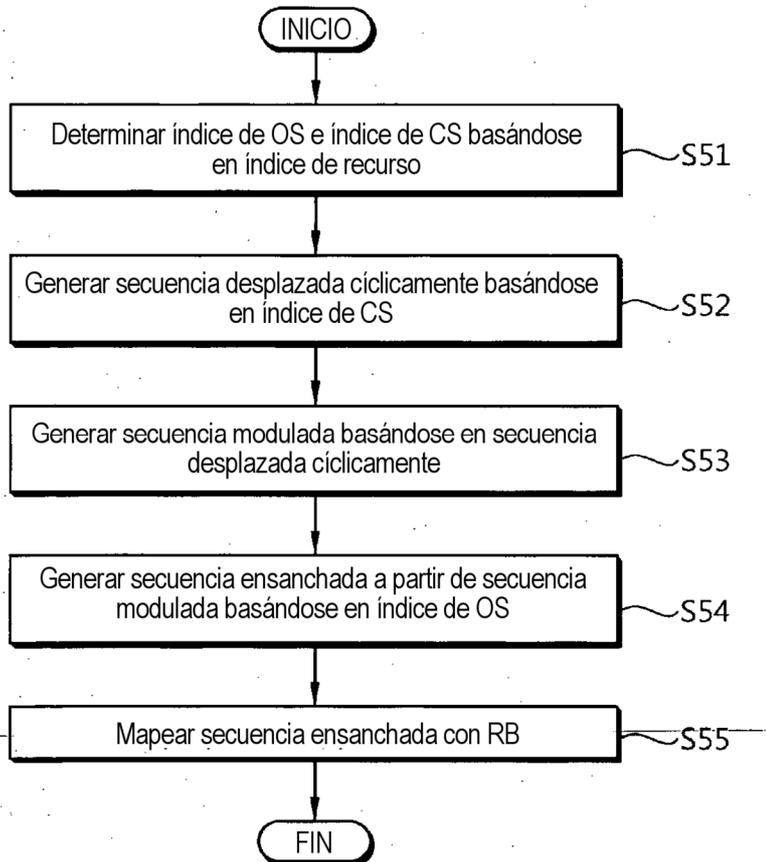
[Fig. 14]



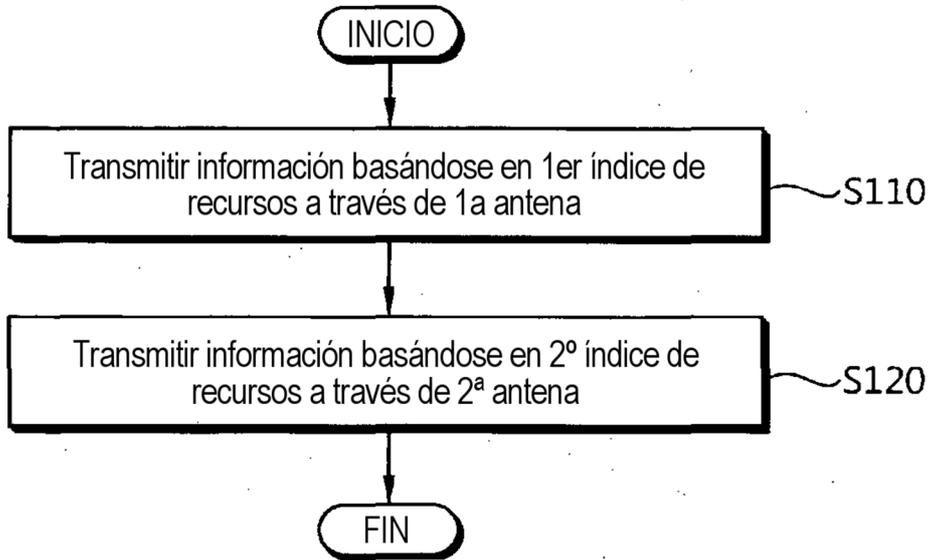
[Fig. 15]



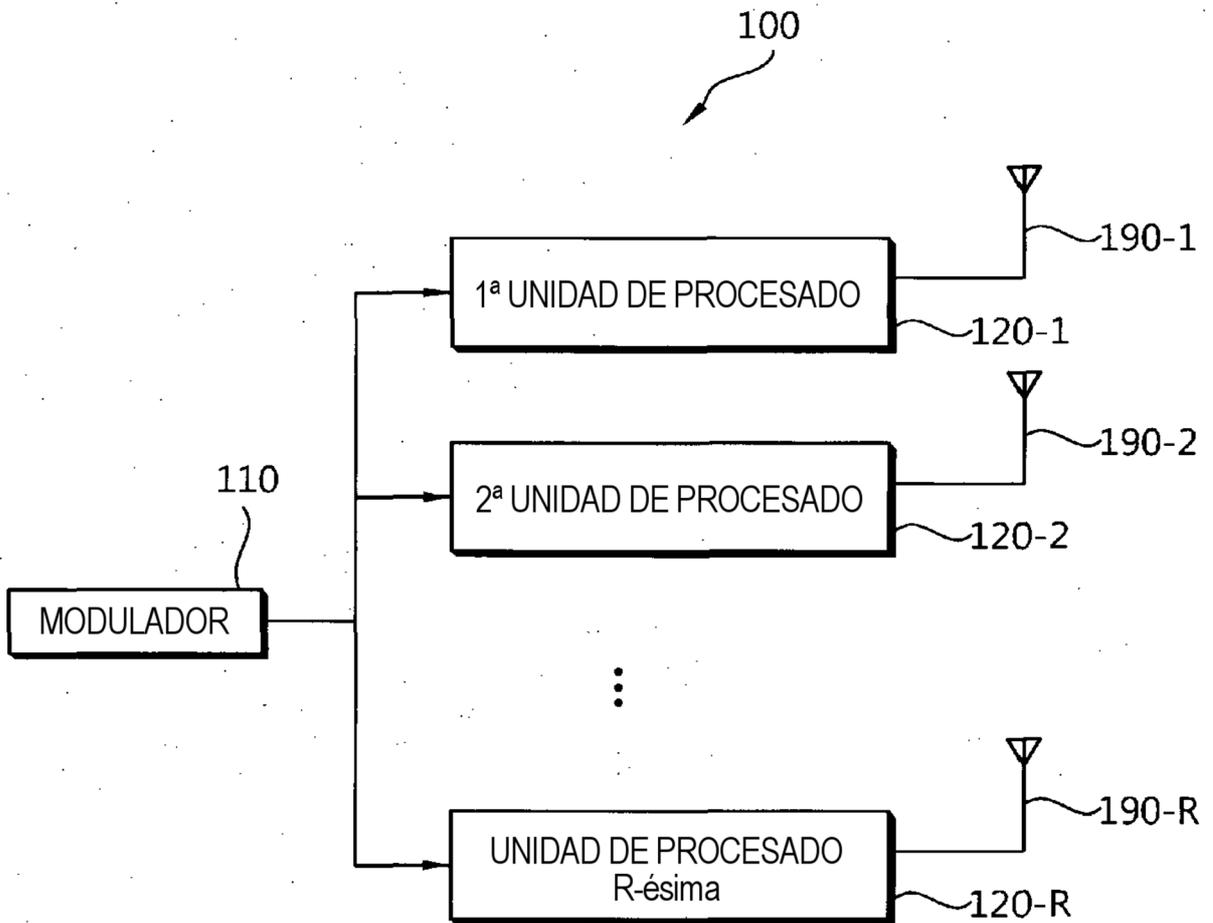
[Fig. 16]



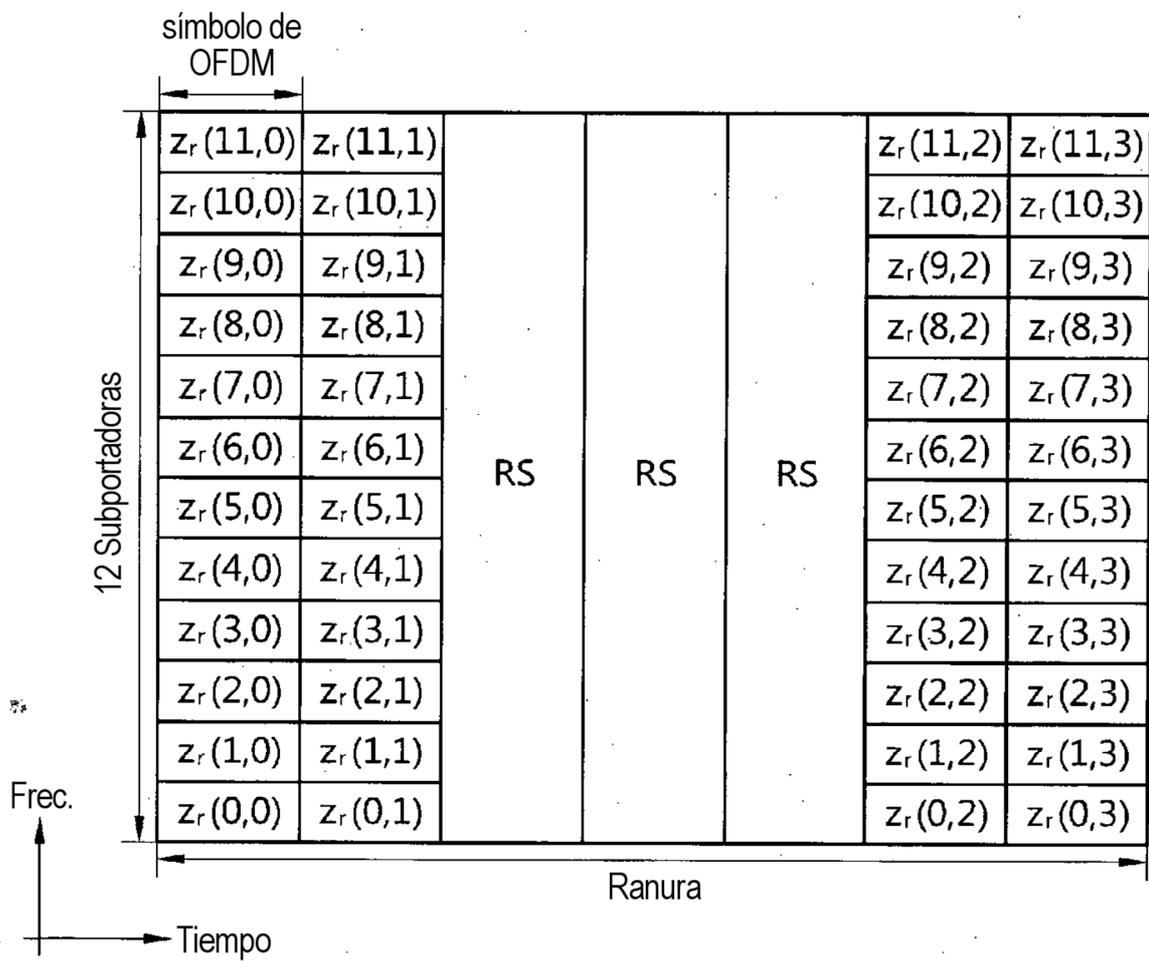
[Fig. 17]



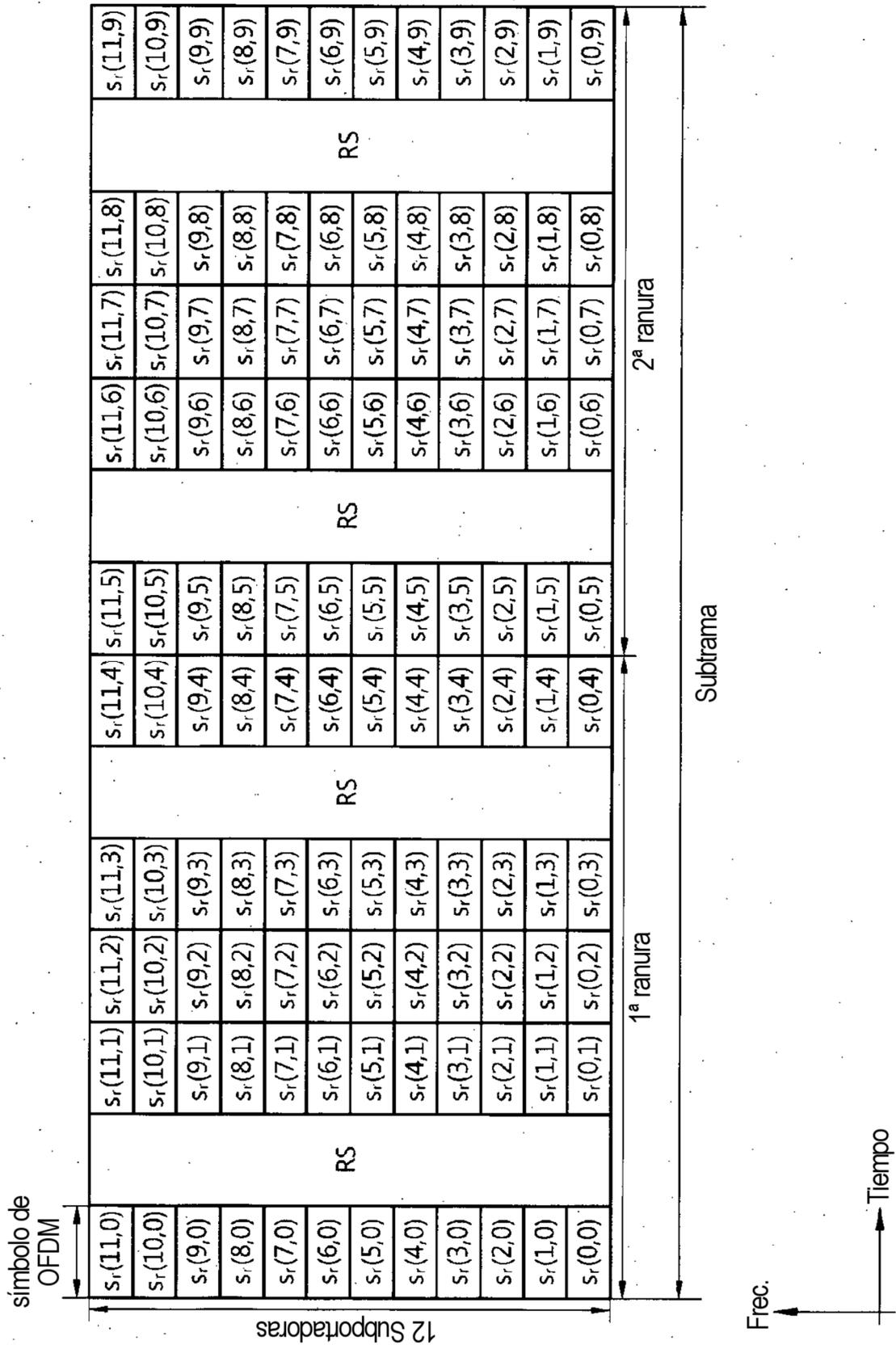
[Fig. 18]



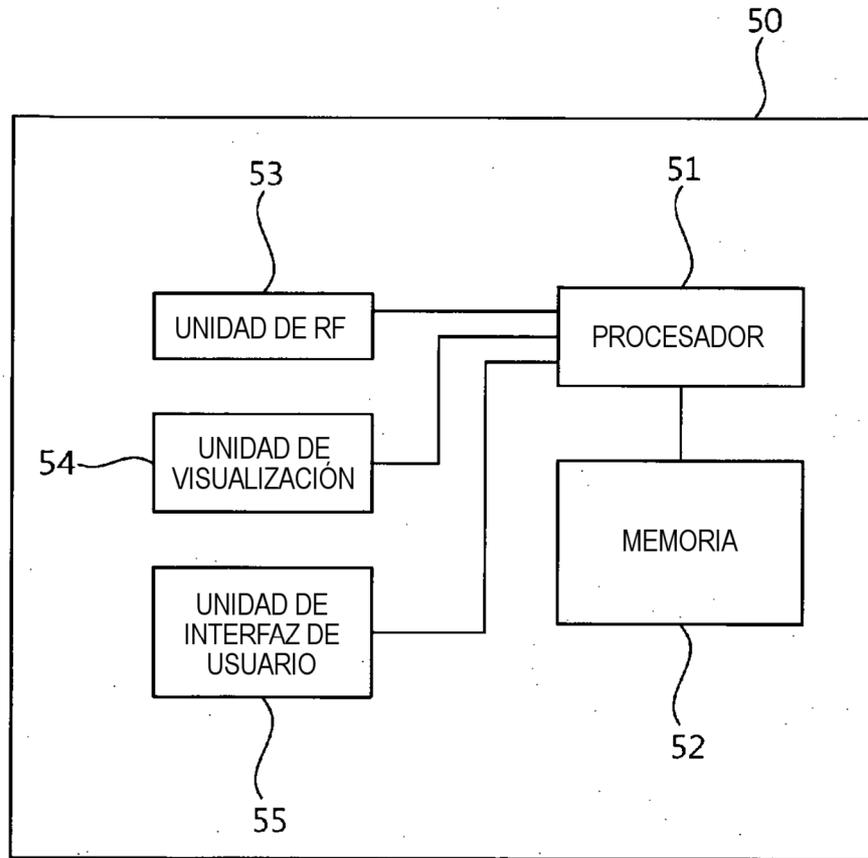
[Fig. 19]



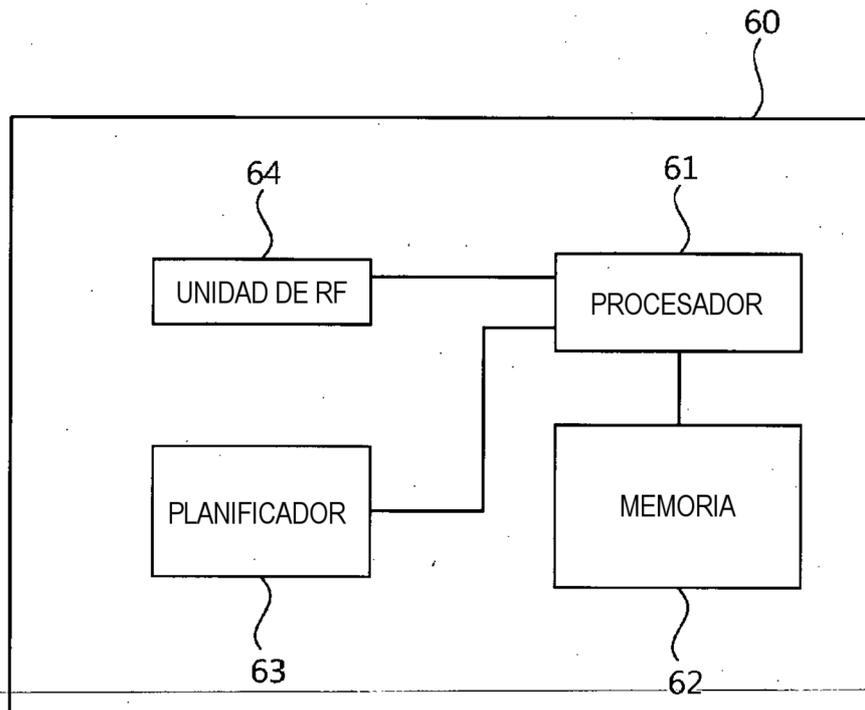
[Fig. 20]



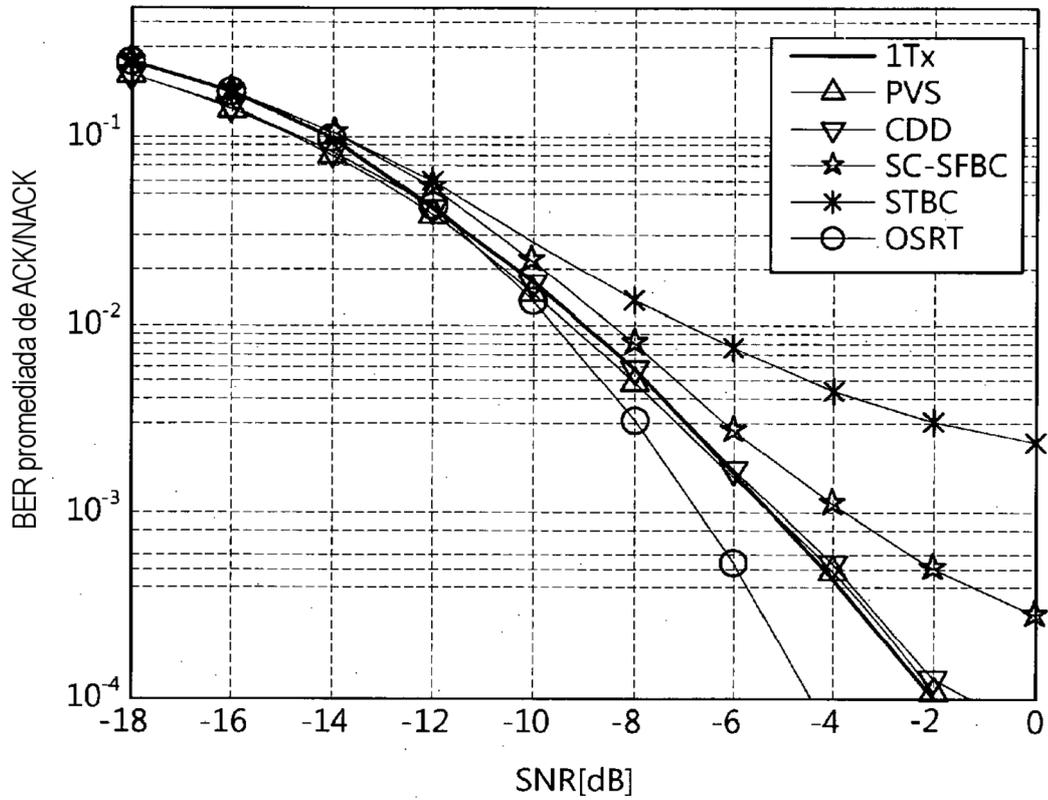
[Fig. 21]



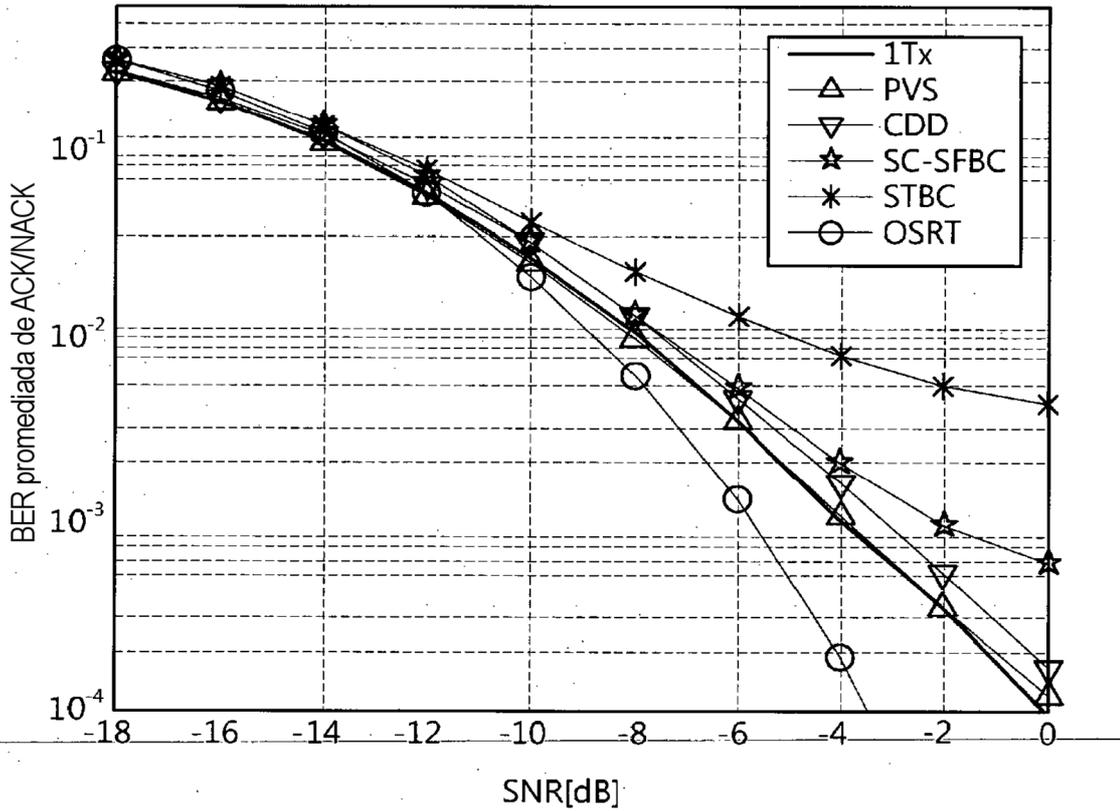
[Fig. 22]



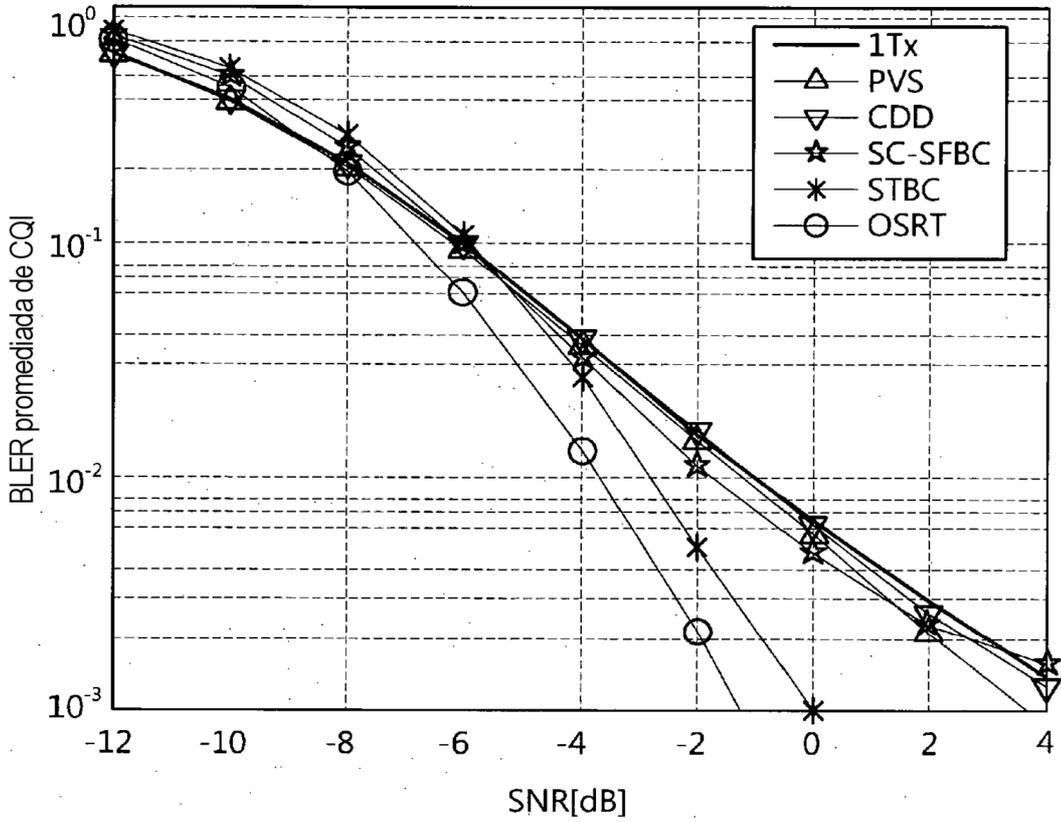
[Fig. 23]



[Fig. 24]



[Fig. 25]



[Fig. 26]

