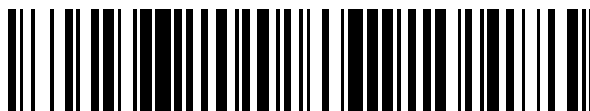


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 525 338**

51 Int. Cl.:

H04B 7/04 (2006.01)

H04B 7/06 (2006.01)

H04L 27/26 (2006.01)

H04L 25/03 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.01.2009 E 09718805 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.10.2014 EP 2272180**

54 Título: **Procedimiento para transmitir y recibir señales en modalidad de multiplexación espacial en bucle abierto**

30 Prioridad:

14.03.2008 US 36475 P

18.08.2008 KR 20080080461

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

22.12.2014

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**LEE, MOON IL;
CHUN, JIN YOUNG;
KO, HYUN SOO;
IHM, BIN CHUL y
LEE, WOOK BONG**

74 Agente/Representante:

CURELL AGUILÁ, Mireia

ES 2 525 338 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

Procedimiento para transmitir y recibir señales en modalidad de multiplexación espacial en bucle abierto.

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere a un sistema de comunicaciones móviles de múltiple entrada, múltiple salida (MIMO) y, más particularmente, a un procedimiento para transmitir y recibir señales con eficacia en una modalidad de multiplexación espacial en bucle abierto.

10

Antecedentes de la técnica

Con la generalización de los servicios de comunicación de información, la aparición de diversos servicios multimedia y la prestación de servicios de gran calidad, la demanda de un servicio de comunicación inalámbrico rápido se ha incrementado. Para hacer frente activamente a dicha demanda, en primer lugar sería necesario incrementar la capacidad de los sistemas de comunicación. Para incrementar la capacidad de comunicación en un entorno de comunicación inalámbrica, puede considerarse un procedimiento para realizar una nueva búsqueda de bandas disponibles y un procedimiento para incrementar la eficacia en caso de recursos limitados. En cuanto al último procedimiento, las técnicas de antenas de transmisión y recepción múltiples han sido objeto de reciente atención y desarrollo activo. La técnica de antenas de transmisión y recepción múltiples obtiene una ganancia de diversidad equipando un transmisor y un receptor con una pluralidad de antenas para asegurar todavía más una zona espacial para el uso de recursos, o incrementa la capacidad de transmisión mediante la transmisión de datos en paralelo a través de las respectivas antenas.

15

20

25

A continuación se describe un sistema MIMO que utiliza una multiplexación por división ortogonal de frecuencia (OFDM) de entre las técnicas de antenas de transmisión y recepción múltiples.

La figura 1 ilustra una estructura general de un sistema de antenas de transmisión y recepción múltiples que utiliza OFDM.

30

En el lado de transmisión, un codificador de canal 101 añade bits de redundancia a los bits de datos de transmisión para reducir la influencia de un canal o el ruido, y un correlacionador 103 convierte información de bits de datos en información de símbolos de datos. Un convertidor serie-paralelo 105 paraleliza la información de símbolos de datos para transmitir los símbolos de datos en una pluralidad de subportadoras. Un codificador de antenas múltiples 107 convierte los símbolos de datos paralelizados en señales de tiempo-espacio. En un lado de recepción, un decodificador de antenas múltiples 109, un convertidor paralelo-serie 111, un decorrelacionador 113 y un decodificador de canal 115 realizan las respectivas funciones inversas de las funciones realizadas en el codificador de antenas múltiples 107, el convertidor serie-paralelo 105, el correlacionador 103 y el codificador de canal 101 del lado de transmisión.

35

40

El sistema OFDM de antenas múltiples requiere diversas técnicas para mejorar la fiabilidad de la transmisión de datos. Se utiliza un sistema de codificación espacio-tiempo (STC) y un sistema de diversidad por retardo cíclico (CDD) para aumentar la ganancia de diversidad espacial. Se utiliza un sistema de conformación de haces y un sistema de precodificación para incrementar la relación señal-ruido (SNR). Los sistemas STC y CDD se utilizan principalmente para mejorar la fiabilidad de transmisión de un sistema en bucle abierto que no puede utilizar información de retroalimentación en un lado de transmisión. Los sistemas de conformación de haces y de precodificación se utilizan para aumentar al máximo la SNR a través de una correspondiente información de retroalimentación en un sistema de bucle cerrado que es capaz de utilizar información de retroalimentación en el lado de transmisión.

45

50

En relación con las técnicas descritas anteriormente, se describe a continuación el sistema CDD para incrementar la ganancia de diversidad espacial y el sistema de precodificación para aumentar la SNR.

El sistema CDD causa la transmisión por todas las antenas de señales con diferentes retardos o diferentes tamaños durante la transmisión de señales OFDM en un sistema provisto de varias antenas de transmisión, de tal forma que el lado de recepción obtiene una ganancia de diversidad de frecuencia.

55

La figura 2 ilustra una estructura de un lado de transmisión de un sistema de antenas múltiples que utiliza un sistema CDD.

60

Mientras se diferencian símbolos OFDM mediante un convertidor serie-paralelo y un codificador de antenas múltiples y se transmiten a cada antena, se añade un prefijo cíclico (CP) para prevenir la interferencia entre canales y luego se transmite al lado de recepción. En este caso, una secuencia de datos transmitida a la primera antena se transmite al lado de recepción sin retardo, y las secuencias de datos transmitidas a las siguientes antenas se retardan cíclicamente de conformidad con una muestra predeterminada comparada con las antenas precedentes.

65

Mientras tanto, si el sistema CDD se realiza en el dominio de la frecuencia, el retardo cíclico puede expresarse como una multiplicación de secuencias de fase.

5 La figura 3 ilustra un procedimiento para realizar el sistema CDD representado en la figura 2 en el dominio de la frecuencia.

Tal como se representa en la figura 3, las secuencias de datos del dominio de la frecuencia se multiplican por las secuencias de fase (secuencia de fase 1 a secuencia de fase M) que se establecen de forma diferente según las antenas y, a continuación, se realiza la transformada rápida de Fourier inversa (IFFT) para transmitir las secuencias de datos al lado de recepción. Este procedimiento se denomina sistema de diversidad de desplazamiento de fase.

15 El sistema de diversidad de desplazamiento de fase puede convertir un canal con desvanecimiento plano en un canal selectivo en frecuencia, y obtener una ganancia de diversidad de frecuencia a través de un código de canal o una ganancia de diversidad multiusuario a través de una planificación selectiva en frecuencia.

Mientras tanto, el sistema de precodificación comprende un procedimiento de precodificación basado en libro de códigos cuando la información de retroalimentación es finita en un sistema de bucle cerrado y un procedimiento para llevar a cabo la retroalimentación tras la cuantificación de la información del canal. La precodificación basada en libro de códigos se refiere a la obtención de una ganancia SNR enviando como retroalimentación un índice de una matriz de precodificación, que es conocido de antemano por los lados de transmisión y recepción, al lado de transmisión.

20 La figura 4 ilustra una estructura de lados de transmisión y recepción de un sistema de antenas múltiples que utiliza una precodificación basada en libro de códigos.

25 El lado de transmisión y el lado de recepción comprenden, respectivamente, unas matrices de precodificación finitas P_1 a P_L . El lado de recepción envía como retroalimentación un índice de matriz de precodificación óptimo I al lado de transmisión mediante la información del canal. El lado de transmisión puede aplicar una matriz de precodificación correspondiente al índice enviado como retroalimentación a los datos de transmisión X_1 a X_M .

30 El sistema de diversidad de desplazamiento de fase descrito anteriormente o el sistema CDD puede presentar requisitos diferentes en el tipo de bucle abierto y el tipo de bucle cerrado dependiendo de si se requiere información de retroalimentación. Es decir, puede ser deseable utilizar matrices de precodificación diferentes en un sistema CDD en bucle abierto y un sistema CDD de bucle cerrado.

35 Según este supuesto, es decididamente necesario especificar un procedimiento para seleccionar una matriz de precodificación adecuada a la vez que se adquiere suficiente ganancia de diversidad de frecuencia y de forma simultánea se reduce al mínimo la complejidad según cada sistema CDD, y para transmitir y recibir señales de manera eficaz.

40 El proyecto 3GPP RI-070655 titulado "CDD Based Precoding for DL MIMO" por QUALCOMM Europa se centra en una ventaja operativa de la precodificación CDD que reduce al mínimo la conmutación de modalidad explícita. Además, se describen algunas cuestiones relacionadas, tales como la transmisión de piloto común, los valores de retardo deseables y otras. El proyecto 3GPP R1-080579 propone algunos detalles adicionales sobre la definición del sistema MIMO CDD de gran retardo definido en la especificación técnica TS36.211.

45

Divulgación

Problema técnico

50 Uno de los objetivos de la presente invención concebidos para resolver el problema consiste en ofrecer un procedimiento para seleccionar una matriz de precodificación que permite reducir la complejidad a la vez que se obtiene una ganancia de diversidad de frecuencia suficiente en diversos entornos de canal de conformidad con las modalidades de transmisión.

55 Otro objetivo de la presente invención concebida para resolver el problema consiste en ofrecer un procedimiento para transmitir y recibir señales eficazmente entre los lados de transmisión y recepción de conformidad con los sistemas CDD mediante la matriz de precodificación seleccionada.

Solución técnica

60

Según la presente invención, se da a conocer un procedimiento para realizar la precodificación en un transmisor cuando el rango de transmisión es superior a 1. El procedimiento comprende la precodificación de señales mediante una precodificación basada en una matriz para la diversidad por retardo cíclico CDD de gran retardo, en una modalidad de transmisión de multiplexación espacial SM en bucle abierto. La matriz puede generarse como una matriz de forma WDU, en la que una primera matriz, W , una segunda matriz, D , que es una matriz diagonal CDD de gran retardo y una tercera matriz, U , que es una matriz unitaria, se multiplican en secuencia. Cuando el número de

65

antenas de transmisión es 2, la primera matriz se utiliza de manera fija como una matriz de identidad. Cuando el número de antenas de transmisión es de 4, la primera matriz se cambia de manera cíclica por 4 matrices predeterminadas.

5 Además, se da a conocer un procedimiento para que un equipo de usuario reciba señales en una modalidad de transmisión de multiplexación espacial en bucle abierto. El procedimiento comprende: la recepción de información sobre un indicador de rango (RI) y el número de antenas de una estación base; y si el número de antenas de transmisión es 2, la determinación de que la estación base transmite señales a través de la precodificación mediante una matriz (WDU), en la que una primera matriz (W) correspondiente a una matriz de la identidad (I), una segunda
10 matriz (D) correspondiente a una matriz diagonal y una tercera matriz (U) correspondiente a una matriz unitaria se multiplican en secuencia; y la recepción de señales de conformidad con el resultado de la determinación. Si el indicador de rango indica un número superior a 1, el procedimiento puede comprender además la determinación de que la estación base transmite señales de conformidad con un sistema de diversidad por retardo cíclico (CDD).

15 Además, se da a conocer un procedimiento para que una estación base transmita señales en una modalidad de transmisión de multiplexación espacial en bucle abierto. El procedimiento comprende: si el rango de transmisión es superior a 1, la transmisión de señales de conformidad con un sistema de diversidad por retardo cíclico (CDD), en el que la transmisión de señales comprende, si el número de antenas de transmisión es 2, la precodificación de señales de transmisión mediante una matriz (WDU) en la que una primera matriz (W) correspondiente a una matriz de identidad (I), una segunda matriz (D) correspondiente a una matriz diagonal y una tercera matriz (U)
20 correspondiente a una matriz unitaria se multiplican en secuencia; y la correlación de las señales precodificadas con elementos de recursos y la transmisión de las señales correlacionadas.

25 En las formas de realización, la segunda matriz (D) puede ser una matriz 2x2 cuando el número de antenas de transmisión es 2 y el rango especificado por el indicador de rango es 2. La estación base en la modalidad de transmisión de multiplexación espacial en bucle abierto puede utilizar de manera fija la primera matriz como

$$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix},$$

30 y el equipo de usuario puede no enviar como retroalimentación un índice de matriz de precodificación a la estación base.

35 Además, se da a conocer un procedimiento para que una estación base transmita señales en una modalidad de transmisión de multiplexación espacial en bucle abierto. El procedimiento comprende: si el número de antenas de transmisión es 2 y el rango de transmisión es 2, la precodificación de señales de transmisión de conformidad con un sistema de diversidad por retardo cíclico (CDD) mediante una matriz (DU) en la que una primera matriz (D) correspondiente a una matriz diagonal y una segunda matriz (U) correspondiente a una matriz unitaria se multiplican en secuencia; y la correlación de las señales precodificadas con elementos de recursos y la transmisión de las
40 señales correlacionadas.

40 Efectos ventajosos

Según las formas de realización de la presente invención, puede obtenerse de una forma sencilla una ganancia de diversidad suficiente para cada modalidad de transmisión.

45 **Descripción de los dibujos**

En los dibujos:

50 la figura 1 ilustra una estructura general de un sistema de antenas de transmisión y recepción múltiples en el que se utiliza la OFDM;

la figura 2 ilustra una estructura de un lado de transmisión de un sistema de antenas múltiples en el que se utiliza un sistema CDD;

55 la figura 3 ilustra un procedimiento para realizar el sistema CDD representado en la figura 2 en el dominio de la frecuencia;

60 la figura 4 ilustra una estructura de lados de transmisión y recepción de un sistema de antenas múltiples en el que se utiliza una precodificación basada en libro de códigos;

la figura 5 es una vista conceptual que ilustra esquemáticamente un procedimiento de transmisión de un canal físico de enlace descendente en un sistema 3GPP LTE;

la figura 6 representa unos gráficos que ilustran una comparación de rendimientos cuando se utiliza el índice 0 y el índice 1 para el rango 2 de un libro de códigos 2-Tx con respecto a la multiplexación espacial en bucle abierto (SM) en un canal ITU-PedA y

la figura 7 representa unos gráficos que ilustran una comparación de rendimientos cuando se utiliza el índice 0 y el índice 1 para el rango 2 de un libro de códigos 2-Tx con respecto a la SM en bucle abierto en un canal-6-Ray TU.

Modo para la invención

A continuación, se hará referencia detallada a las formas de realización ejemplificativas de la presente invención, ejemplos de las cuales se ilustran en los dibujos adjuntos. La descripción detallada, facilitada a continuación con referencia a los dibujos adjuntos, tiene por finalidad explicar los ejemplos de formas de realización de la presente invención, en lugar de representar las únicas formas de realización que pueden implementarse según la presente invención. Por ejemplo, la descripción siguiente se facilita a título de ejemplo de un sistema de evolución a largo plazo del proyecto de asociación de 3ª generación (3rd generation partnership project long term evolution, 3GPP LTE), pero puede aplicarse a cualquier sistema de comunicación inalámbrica que utilice un sistema de antenas múltiples general de conformidad con el mismo principio. Además, en la siguiente descripción, el término "estación base" puede reemplazarse por los términos "Nodo B", "eNodo B", etc. y el término "terminal móvil" puede reemplazarse por "equipo de usuario" (UE), "estación móvil" (MS), etc.

La siguiente descripción detallada comprende detalles específicos para facilitar la plena comprensión de la presente invención. No obstante, como resultará evidente a los expertos en la materia, la presente invención puede llevarse a la práctica sin dichos detalles específicos. En algunos casos, las estructuras y los dispositivos conocidos se omiten o se representan en forma de diagrama de bloques, y se centra la atención en las características importantes de las estructuras y los dispositivos, a fin de no oscurecer el concepto de la presente invención. En toda la presente memoria se utilizarán los mismos números de referencia para hacer referencia a partes iguales o similares.

Según un aspecto de la presente invención, se ofrece un procedimiento para seleccionar una matriz de precodificación que puede obtener una ganancia de diversidad de frecuencia suficiente en diversos entornos de canal según las modalidades de transmisión y realizar esta tarea con facilidad, y para transmitir y recibir con eficacia las señales mediante la matriz de precodificación seleccionada. Con este fin, se describirá en detalle un enlace descendente del sistema 3GPP LTE de conformidad con las modalidades de transmisión y un procedimiento para transmitir y recibir señales de conformidad con un sistema CDD mediante la construcción eficaz de la matriz de precodificación en una modalidad de multiplexación espacial en bucle abierto. Sin embargo, el enlace descendente del sistema 3GPP LTE es meramente ilustrativo, y la presente invención puede aplicarse a otros entornos de comunicación inalámbrica.

La descripción y los dibujos siguientes ilustran formas de realización de la presente invención que comprenden las características de las reivindicaciones independientes así como otras formas de realización de procedimientos relacionados que no comprenden todas las características de las reivindicación independiente pero son útiles para comprender mejor la presente invención.

La figura 5 es una vista conceptual que ilustra esquemáticamente un procedimiento de transmisión de un canal físico de enlace descendente en un sistema 3GPP LTE.

Las palabras de código generadas a través de la codificación del canal se someten a aleatorización en unos aleatorizadores 501, a través de los cuales se generan bloques de bits aleatorizados. Unos correlacionadores de modulación 502 generan los bloques de bits como símbolos de modulación sometidos a modulación por desplazamiento de fase en cuadratura (QPSK), modulación de amplitud en cuadratura de 16 niveles (16 QAM) o 64 QAM. Los símbolos de modulación se correlacionan con una o más capas mediante un correlacionador de capas 503. En el sistema de 3GPP LTE, pueden transmitirse simultáneamente hasta dos palabras de código, y las dos palabras de código pueden correlacionarse con cuatro capas o menos según una referencia establecida.

Un precodificador 504 precodifica los símbolos sometidos a correlación de capas. El sistema de precodificación comprende: (1) la precodificación para la multiplexación espacial (SM); y (2) la precodificación para la diversidad de transmisión espacial. La precodificación para la SM comprende: (a) la precodificación para la SM sin la aplicación de la CDD; y (B) la precodificación para la CDD de gran retardo. Si en una modalidad de transmisión SM en bucle abierto el rango de transmisión es superior a 1, una estación de base transmite señales según un sistema de precodificación basado en CDD. Para un sistema que presenta dos antenas de transmisión, es decir, un sistema 2-Tx, la estación base puede transmitir señales a través de la precodificación basada en una matriz de precodificación fija y específica. Para un sistema de cuatro antenas de transmisión, es decir, un sistema 4-Tx, la estación base puede transmitir señales aplicando cíclicamente diferentes sistemas de precodificación a los respectivos elementos de recursos.

Unos correlacionadores de elementos de recursos 505 correlacionan los símbolos de transmisión que se han precodificado con los elementos de recursos adecuados y los transmiten a través de unas antenas de transmisión por medio de unos generadores de señales OFDM 506.

- 5 Mientras tanto, en la precodificación para la SM realizada en los sistemas de precodificación descritos anteriormente, se utilizan unos procedimientos para reducir la sobrecarga de señalización mediante una matriz de precodificación específica en un libro de códigos predeterminado entre los lados de transmisión y recepción. De entre estos procedimientos, se describirá en detalle la precodificación CDD para un gran retardo. En la descripción siguiente, la precodificación para la CDD de gran retardo puede denominarse "precodificación basada en CDD"
- 10 "precodificación CDD" o "precodificación basada en desplazamiento de fase", a menos que dichas denominaciones causen confusión.

Estructura básica de precodificación basada en CDD - estructura DU

- 15 La precodificación basada en desplazamiento de frecuencia sirve para transmitir todos los flujos que se deben transmitir a través de todas las antenas una vez que se han multiplicado por secuencias de diferentes fases. Generalmente, cuando se genera una secuencia de fases mediante un valor de retardo cíclico, se genera un canal selectivo en frecuencia en términos de un receptor, y el tamaño de un canal se incrementa o disminuye de conformidad con la zona de frecuencias.

- 20 Una matriz de precodificación basada en desplazamiento de fase P puede expresarse de la siguiente manera:

[Ecuación 1]

$$P_{N_r \times R}^k = \begin{pmatrix} w_{1,1}^k & w_{1,2}^k & \dots & w_{1,R}^k \\ w_{2,1}^k & w_{2,2}^k & \dots & w_{2,R}^k \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_{N_r,1}^k & w_{N_r,2}^k & \dots & w_{N_r,R}^k \end{pmatrix}$$

- 25 En la ecuación, k indica un índice de recurso, por ejemplo, un índice de subportadora o un recurso de tiempo-frecuencia virtual o un índice de banda de frecuencias particular, $w_{i,j}^k$ (donde $i=1, \dots, N_t$ y $j=1, \dots, R$) indican un valor de peso complejo determinado por k, N_t indica el número de antenas de transmisión y R indica una tasa de SM. El valor de peso complejo puede adoptar diferentes valores de conformidad con un símbolo OFDM multiplicado con las antenas y un correspondiente índice del subportadora. El valor de peso complejo puede determinarse de conformidad con por lo menos uno de entre un entorno de canal y la presencia/ausencia de información de retroalimentación.

- Mientras tanto, la matriz de precodificación P de la ecuación 1 está diseñada preferentemente para reducir la pérdida de la capacidad del canal de un sistema de antenas múltiples. Con este fin, la capacidad del canal de un sistema en bucle abierto de antenas múltiples puede expresarse tal como se indica a continuación:
- 35

[Ecuación 2]

$$Cu(\mathbf{H}) = \log_2 \left(\det \left(\mathbf{I}_{N_r} + \frac{\text{SNR}}{N} \mathbf{H}\mathbf{H}^H \right) \right)$$

- 40 En la ecuación, H indica una matriz de canal de antenas múltiples que tiene un tamaño de $N_r \times N_t$, y de N_r indica el número de antenas de recepción. Cuando se aplica la matriz de precodificación basada en desplazamiento de fase P de la ecuación 1 a la ecuación 2, se obtiene la siguiente ecuación 3:

[Ecuación 3]

$$C_{\text{precodificación}} = \log_2 \left(\det \left(\mathbf{I}_{N_r} + \frac{\text{SNR}}{N} \mathbf{H}\mathbf{P}\mathbf{P}^H \mathbf{H}^H \right) \right)$$

- 45 Como se indica en la ecuación 3, puesto que $\mathbf{P}\mathbf{P}^H$ debería ser una matriz de identidad para eliminar la pérdida de la capacidad del canal, la matriz de precodificación basada en desplazamiento de fase P debería satisfacer preferentemente la condición siguiente:

[Ecuación 4]

$$PP^H = I_N$$

Es decir, es deseable que la matriz de precodificación basada en desplazamiento de fase P se base en una matriz unitaria.

5 La matriz de precodificación basada en desplazamiento de fase descrita anteriormente puede expresarse como la ecuación 5 siguiente con respecto a un sistema en el que el número de antenas es N_t (donde N_t es un número natural igual o superior a 2) y la tasa de SM es R (donde R es un número natural igual o superior a 1). Puesto que la ecuación 5 puede obtenerse generalizando un sistema de diversidad de desplazamiento de fase convencional, un sistema de antenas múltiples según la ecuación 5 se denominará "sistema de diversidad de desplazamiento de fase generalizado" (GPSD).

[Ecuación 5]

$$GPSD_{N_t \times R}^k = \begin{pmatrix} w_{1,1}^k & w_{1,2}^k & \dots & w_{1,R}^k \\ w_{2,1}^k & w_{2,2}^k & \dots & w_{2,R}^k \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_{N_t,1}^k & w_{N_t,2}^k & \dots & w_{N_t,R}^k \end{pmatrix} = \underbrace{\begin{pmatrix} e^{j\theta_1 k} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & e^{j\theta_2 k} & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & e^{j\theta_{N_t} k} \end{pmatrix}}_{D^k} \begin{pmatrix} \mathbf{U}_{N_t \times R}^k \end{pmatrix}$$

15 En la ecuación, $GPSD_{N_t \times R}^k$ indica una matriz GPSD para un k-ésimo índice de recurso de una señal MIMO-OFDM que dispone de N_t antenas de transmisión y una tasa de SM R, y $U_{N_t \times R}$ es una matriz unitaria (una segunda matriz, U) que satisface la condición $U_{N_t \times R}^H \times U_{N_t \times R} = I_{R \times R}$. $U_{N_t \times R}$ es una matriz cuadrada (es decir, $N_t=R$) que se utiliza para reducir al mínimo la interferencia entre los símbolos de subportadora correspondientes a las respectivas antenas. En especial, es deseable que $U_{N_t \times R}$ satisfaga la condición de una matriz unitaria para mantener las características de la matriz unitaria de una matriz diagonal (una primera matriz, D) para el desplazamiento de fase.

En la ecuación 5, un ángulo de fase θ_i (donde $i=1, \dots, N_t$) del dominio de la frecuencia presenta la siguiente relación con un tiempo de retardo τ_i (donde $i=1, \dots, N_t$) del dominio del tiempo.

[Ecuación 6]

$$\theta_i = -2\pi / N_{fft} \cdot \tau_i$$

En la ecuación, N_{fft} denota el número de subportadoras de una señal OFDM.

Como se indica en la ecuación 5, una matriz de precodificación obtenida multiplicando la primera matriz correspondiente a la matriz D diagonal por la segunda matriz correspondiente a la matriz unitaria U se denominará "estructura básica de precodificación basada en CDD" o "estructura DU".

Ampliación de la estructura de diversidad de desplazamiento de fase generalizado - PDU/WDU

35 En la estructura DU descrita anteriormente, puede construirse una matriz de precodificación basada en CDD ampliada añadiendo una matriz de precodificación P seleccionada de un libro de códigos predeterminado de entre los lados de transmisión y recepción a la estructura básica de precodificación basada en CDD que consiste en una matriz diagonal D y una matriz unitaria U. Esto puede expresarse de la siguiente manera:

[Ecuación 7]

$$GPSD_{N_t \times R}^k = \begin{pmatrix} \mathbf{P}_{N_t \times R} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} e^{j\theta_1 k} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & e^{j\theta_2 k} & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & e^{j\theta_{N_t} k} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \mathbf{U}_{R \times R} \end{pmatrix}$$

La matriz de precodificación basada en CDD ampliada comprende una matriz de precodificación P que tiene un

tamaño $N_1 \times R$ añadida delante de la matriz diagonal comparada con la matriz de la ecuación 5. Por consiguiente, el tamaño de la matriz diagonal se modifica como $R \times R$. La matriz de precodificación $P_{N_1 \times R}$ añadida puede definirse de forma distinta con respecto a una banda de frecuencias específica o un símbolo de subportadora específico y puede definirse preferentemente para utilizar una matriz específica fija en un sistema en bucle abierto. Puede obtenerse una relación SNR más optimizada mediante adición de la matriz de precodificación $P_{N_1 \times R}$.

5 La matriz de precodificación añadida se selecciona en un libro de códigos de un sistema 3GPP LTE y puede denotarse como "W".

10 En lo sucesivo, la matriz de precodificación basada en CDD ampliada descrita anteriormente se denominará "estructura PDU" o "estructura WDU".

Técnica de restricción de subconjunto de libro de códigos

15 A continuación, se representa un libro de códigos predeterminado entre los lados de transmisión y recepción para un sistema 2-Tx y un sistema 4-Tx en un sistema 3GPP LTE.

Tabla 1

Índice de libro de códigos	Número de capas v	
	1	2
0	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$
1	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}$
2	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ j & -j \end{bmatrix}$
3	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ -j \end{bmatrix}$	

20

Tabla 2

Índice de libro de códigos	u_n	Número de capas v			
		1	2	3	4
0	$u_0 = [1 \ -1 \ -1 \ -1]^T$	$w_0^{(1)}$	$W_0^{(14)} / \sqrt{2}$	$W_0^{(124)} / \sqrt{3}$	$W_0^{(1234)} / 2$
1	$u_1 = [1 \ -j \ 1 \ j]^T$	$w_1^{(1)}$	$W_1^{(12)} / \sqrt{2}$	$W_1^{(123)} / \sqrt{3}$	$W_1^{(1234)} / 2$
2	$u_2 = [1 \ 1 \ -1 \ 1]^T$	$w_2^{(1)}$	$W_2^{(12)} / \sqrt{2}$	$W_2^{(123)} / \sqrt{3}$	$W_2^{(3214)} / 2$
3	$u_3 = [1 \ j \ 1 \ -j]^T$	$w_3^{(j)}$	$W_3^{(12)} / \sqrt{2}$	$W_3^{(123)} / \sqrt{3}$	$W_3^{(3214)} / 2$
4	$u_4 = [(-1-j)/\sqrt{2} \ -j \ (1-j)/\sqrt{2}]^T$	$w_4^{(1)}$	$W_4^{(14)} / \sqrt{2}$	$W_4^{(124)} / \sqrt{3}$	$W_4^{(1234)} / 2$
5	$u_5 = [(1-j)/\sqrt{2} \ j \ (-1-j)/\sqrt{2}]^T$	$w_5^{(1)}$	$W_5^{(14)} / \sqrt{2}$	$W_5^{(124)} / \sqrt{3}$	$W_5^{(1234)} / 2$
6	$u_6 = [(1+j)/\sqrt{2} \ -j \ (-1+j)/\sqrt{2}]^T$	$w_6^{(1)}$	$W_6^{(12)} / \sqrt{2}$	$W_6^{(134)} / \sqrt{3}$	$W_6^{(1324)} / 2$
7	$u_7 = [(-1+j)/\sqrt{2} \ j \ (1+j)/\sqrt{2}]^T$	$w_7^{(1)}$	$W_7^{(12)} / \sqrt{2}$	$W_7^{(134)} / \sqrt{3}$	$W_7^{(1324)} / 2$
8	$u_8 = [1 \ -1 \ 1 \ 1]^T$	$w_8^{(1)}$	$W_8^{(12)} / \sqrt{2}$	$W_8^{(124)} / \sqrt{3}$	$W_8^{(1234)} / 2$
9	$u_9 = [1 \ -j \ -1 \ -j]^T$	$w_9^{(1)}$	$W_9^{(14)} / \sqrt{2}$	$W_9^{(134)} / \sqrt{3}$	$W_9^{(1234)} / 2$
10	$u_{10} = [1 \ 1 \ 1 \ -1]^T$	$w_{10}^{(1)}$	$W_{10}^{(12)} / \sqrt{2}$	$W_{10}^{(123)} / \sqrt{3}$	$W_{10}^{(1324)} / 2$
11	$u_{11} = [1 \ j \ -1 \ j]^T$	$w_{11}^{(1)}$	$W_{11}^{(12)} / \sqrt{2}$	$W_{11}^{(134)} / \sqrt{3}$	$W_{11}^{(1324)} / 2$
12	$u_{12} = [1 \ -1 \ -1 \ 1]^T$	$w_{12}^{(1)}$	$W_{12}^{(12)} / \sqrt{2}$	$W_{12}^{(123)} / \sqrt{3}$	$W_{12}^{(1234)} / 2$
13	$u_{13} = [1 \ -1 \ 1 \ -1]^T$	$w_{13}^{(1)}$	$W_{13}^{(12)} / \sqrt{2}$	$W_{13}^{(123)} / \sqrt{3}$	$W_{13}^{(1324)} / 2$
14	$u_{14} = [1 \ 1 \ -1 \ -1]^T$	$w_{14}^{(1)}$	$W_{14}^{(12)} / \sqrt{2}$	$W_{14}^{(123)} / \sqrt{3}$	$W_{14}^{(3214)} / 2$
15	$u_{15} = [1 \ 1 \ 1 \ 1]^T$	$w_{15}^{(1)}$	$W_{15}^{(12)} / \sqrt{2}$	$W_{15}^{(123)} / \sqrt{3}$	$W_{15}^{(1234)} / 2$

La tabla 1 representa un libro de códigos utilizado en un sistema 2-Tx y la tabla 2 representa un libro de códigos utilizado en un sistema 4-Tx.

5 Mientras tanto, un libro de códigos que comprende N_c matrices de precodificación puede utilizar una técnica de restricción de subconjunto de libro de códigos para utilizar solo una parte del libro de códigos según una estación base y un terminal móvil. En este caso, es posible restringir las N_c matrices de precodificación a $N_{restrict}$ matrices de precodificación. La técnica de la restricción de subconjunto de libro de códigos puede utilizarse para reducir múltiples interferencias de celdas o para reducir la complejidad. Se parte del supuesto que $N_{restrict} \leq N_c$. Por ejemplo, si el número total N_c de matrices de precodificación de un libro de códigos es 6, un libro de códigos $P_{N_1 \times R}$ de un conjunto completo y un libro de códigos $P_{N_1 \times R}^{restrict}$ determinado para utilizar solo cuatro matrices de precodificación de 6 matrices de precodificación pueden expresarse mediante la ecuación 8 siguiente:

[Ecuación 8]

$$P_{N_t \times R} = \{P_{N_t \times R}^0, P_{N_t \times R}^1, P_{N_t \times R}^2, P_{N_t \times R}^3, P_{N_t \times R}^4, P_{N_t \times R}^5\},$$

$$P_{N_t \times R}^{restrict} = \{P_{N_t \times R}^0, P_{N_t \times R}^2, P_{N_t \times R}^3, P_{N_t \times R}^5\} = W_{N_t \times R} = \{W_{N_t \times R}^0, W_{N_t \times R}^1, W_{N_t \times R}^2, W_{N_t \times R}^3\}$$

15 En la ecuación 8, $W_{N_1 \times R}$ es un libro de códigos equivalente que cambia de sitio un índice del libro de códigos $P_{N_1 \times R}^{restrict}$.

20 Por otro lado, si se define previamente un conjunto de matrices de precodificación determinado entre un transmisor y un receptor en un momento particular, puede obtenerse la ecuación 9 siguiente:

[Ecuación 9]

$$P_{N_t \times R} = \{P_{N_t \times R}^0, P_{N_t \times R}^1, \dots, P_{N_t \times R}^{N_c-1}\}$$

$$GPSD_{N_t \times R}^k = \left(P_{N_t \times R}^{k \bmod N_c} \begin{pmatrix} e^{j\theta_k} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & e^{j\theta_2 k} & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & e^{j\theta_{N_c} k} \end{pmatrix} \right) (U_{R \times R})$$

25 En la ecuación 9, el conjunto de matrices de precodificación comprende N_c matrices de precodificación. La ecuación 9 puede simplificarse como la ecuación 10.

[Ecuación 10]

$$P_{N_t \times R} = \{P_{N_t \times R}^0, P_{N_t \times R}^1, \dots, P_{N_t \times R}^{N_c-1}\}$$

$$GPSD_{N_t \times R}^k = \left(P_{N_t \times R}^{k \bmod N_c} \right) \Pi_{R \times R}^k$$

30 La ecuación 8 y la ecuación 9 indican procedimientos que utilizan matrices de precodificación mediante repetición cíclica en el libro de códigos $P_{N_1 \times R}$ de conformidad con las subportadoras o los índices de recursos. En la ecuación 10, $\Pi_{R \times R}^k$ sirve para mezclar flujos de datos. $\Pi_{R \times R}^k$, que puede denominarse "matriz de sustitución de flujos de datos", puede seleccionarse de conformidad con una tasa de SM R tal como se indica en la ecuación 9. $\Pi_{R \times R}^k$ puede expresarse como una forma simple tal como la indicada en la ecuación 11 siguiente:

[Ecuación 11]

Tasa de SM: 2

$$\Pi_{2 \times 2}^k = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}^k \circ \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{j\theta_1 k} \end{pmatrix} DFT_{2 \times 2}$$

Tasa de SM: 3

$$\Pi_{3 \times 3}^k = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \end{pmatrix}^k \circ \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & e^{j\theta_1 k} & 0 \\ 0 & 0 & e^{j\theta_2 k} \end{pmatrix} DFT_{3 \times 3}$$

Tasa de SM: 4

$$\Pi_{4 \times 4}^k = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}^k \circ \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & e^{j\theta_1 k} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & e^{j\theta_2 k} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & e^{j\theta_3 k} \end{pmatrix} DFT_{4 \times 4}$$

- 5 Los procedimientos que utilizan las matrices de precodificación en el libro de códigos descrito anteriormente mediante repetición cíclica también pueden utilizarse en un libro de códigos al que se aplica una técnica de restricción de libro de códigos. Por ejemplo, si se aplica $W_{N_1 \times R}$ a la ecuación 8, la ecuación 10 pueden expresarse de la siguiente forma:

[Ecuación 12]

$$P_{N_1 \times R}^{restrict} = \{P_{N_1 \times R}^0, P_{N_1 \times R}^2, P_{N_1 \times R}^3, P_{N_1 \times R}^5\} = W_{N_1 \times R} = \{W_{N_1 \times R}^0, W_{N_1 \times R}^1, W_{N_1 \times R}^2, W_{N_1 \times R}^3\}$$

$$GPSD_{N_1 \times R}^k = (W_{N_1 \times R}^{k \bmod N_{restrict}}) \Pi_{R \times R}^k$$

- 10 En la ecuación 12, k indica un índice de recurso, y $N_{restrict}$ es 4. En concreto, la ecuación 12 representa un procedimiento que utiliza unas matrices de precodificación mediante repetición cíclica en $W_{N_1 \times R}$ que indica un libro de códigos en el que una matriz de precodificación se restringe de conformidad con unas subportadoras o unos índices de recursos.
- 15 Como se ha mencionado anteriormente, cuando se realiza la precodificación basada en CDD mediante los rangos completos de un sistema 2-TX que emplea una modalidad de transmisión espacial en bucle abierto, puesto que es posible adquirir una ganancia de diversidad de frecuencia suficiente gracias a la CDD de gran retardo, es posible fijar una matriz de precodificación W a una cualquiera para simplificar el funcionamiento. En las formas de realización siguientes, se describirá un procedimiento para seleccionar una matriz de precodificación deseable cuando se realiza la precodificación basada en CDD mediante la matriz de precodificación fijada.
- 20

Procedimiento de precodificación basada en CDD en modalidad de multiplexación espacial en bucle abierto (SM)

- 25 La precodificación CDD de gran retardo de una modalidad SM en bucle abierto puede llevarse a cabo según la estructura PDU o la estructura WDU indicada por la ecuación 7 anterior. Para describir el concepto de aplicación cíclica descrito anteriormente, la precodificación CDD de gran retardo puede expresarse de la siguiente forma:

[Ecuación 13]

$$W_{N_c \times R} \left[\begin{array}{cccc} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & e^{j\theta_{R-1}} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \ddots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & e^{j\theta_{R-1}} \end{array} \right] U_{R \times R}$$

$D(i)$

En la ecuación, N_c indica el número de matrices de precodificación de un subconjunto del libro de códigos, v indica el número de elementos de recursos consecutivos que utilizan la misma matriz de precodificación e i es un índice de recurso tal como k . Por consiguiente, la matriz de precodificación se modifica en cada índice de recurso i para que las N_c matrices de precodificación puedan utilizarse ciclicamente. A continuación, se ofrece una descripción adicional del sistema CDD de gran retardo:

- (1) no se utiliza ningún índice de matriz de precodificación (PMI);
- (2) en un sistema 2-Tx, N_c se establece en 1;
- (3) en un sistema 4-Tx, N_c se establece en 4 y un índice de matriz utiliza los valores {12, 13, 14, 15} de la tabla 2 independientemente del rango;
- (4) el sistema CDD en bucle abierto de gran retardo se aplica solo cuando el rango es superior a 1 y se utiliza un sistema de diversidad de transmisión para el rango 1 y
- (5) puede utilizarse una aplicación de rango dinámico entre el sistema de diversidad de transmisión y el sistema SM en bucle abierto.

En las antenas 4-Tx, solo se utilizan cuatro matrices de las 16 matrices indicadas en la tabla 2 independientemente del rango, a fin de adquirir suficiente ganancia de diversidad y reducir de forma simultánea la complejidad de la decodificación. No obstante, en la SM en bucle abierto 2-TX, solo se utiliza una matriz de las tres matrices de rango 2 de la tabla 1. Por consiguiente, es importante seleccionar correctamente la matriz utilizada y, en un ejemplo de forma de realización, se propone un procedimiento para seleccionar una matriz de precodificación para una precodificación basada en CDD de gran retardo en un sistema SM en bucle abierto 2-Tx.

En primer lugar, se toma en consideración el rango 2 de la tabla 1.

[Ecuación 14]

$$rank2 = \left\{ \underbrace{\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}}_{\text{índice}_0}, \underbrace{\frac{1}{2} \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix}}_{\text{índice}_1}, \underbrace{\frac{1}{2} \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ j & -j \end{pmatrix}}_{\text{índice}_2} \right\}$$

En la ecuación 14, el índice 1 y el índice 2 realizan una función semejante a una matriz de identidad que realiza la conmutación de columnas cuando se combina con la CDD de gran retardo. No obstante, cuando se utiliza una matriz de precodificación de índice 0 en la precodificación basada en CDD de gran retardo, la SM en bucle abierto sirve de matriz de transformada discreta de Fourier (DFT) que realiza la conmutación de columnas y puede obtener una alta ganancia de SNR en un canal de correlación moderada. En consecuencia, en un ejemplo de forma de realización de la presente invención, se ofrece un procedimiento para realizar la precodificación para el rango 2 en una modalidad de transmisión SM en bucle abierto 2-Tx mediante una matriz WDU o PDU, en la que se multiplican en secuencia una primera matriz W correspondiente a una matriz de identidad de índice 0 de la ecuación 14, una segunda matriz D correspondiente a una matriz diagonal y una tercera matriz U correspondiente a una matriz unitaria, y para transmitir las señales precodificadas. El presente inventor realizó la siguiente simulación para determinar si había alguna diferencia en rendimiento cuando se utiliza una matriz de índice 0 como la primera matriz W y cuando se utiliza una matriz de índice 1 o índice 2 como la primera matriz W .

Resultado de simulación

En la precodificación basada en CDD en bucle abierto, se obtienen rendimientos similares cuando se utiliza el índice 1 de la ecuación 14 y cuando se utiliza el índice 2 de la ecuación 14. En esta simulación, se comparó la W de la

estructura WDU cuando se utiliza el índice 0 de la ecuación 14 con la W cuando se utiliza el índice 1 de la ecuación 14. Además, se comparó el rendimiento de la SM en bucle abierto 2-TX de conformidad con un índice de matriz de rango 2, un nivel de MCS y una modalidad de canal. Para ofrecer estabilidad en un entorno de actualización rápida del canal, se parte del supuesto que el canal es un canal de alta variación temporal en el que se utiliza de forma general una adaptación de enlace a largo plazo de una modalidad de transmisión distribuida. La tabla 3 siguiente representa otros supuestos de la simulación a nivel de enlace.

Tabla 3

Parámetro	Supuesto
Parámetros OFDM	5 MHz
Duración de subtrama	1,0 ms
Asignación de recursos	Modalidad de transmisión distribuida
N.º de recurso utilizado	2 RB
Modelos de canal	ITU-PedA y 6-ray TU
Correlación de canal (Tx, Rx)	(0 %, 0 %) o (50 %, 50 %)
Velocidad móvil (km/h)	30 km/h
Sistemas de modulación y tasas de codificación de canal	QPSK (R=1/2) 16-QAM (R =1/2, 2/3)
Código de canal	Componente de código turbo Decodificador: max-log MAP
Matriz unitaria fija U_{RxR}	Matriz DFT RxR
Configuración de antena	2 transmisoras, 2 receptoras (rango 2) → [2Tx, 2Rx]
Estimación de canal	Estimación de canal perfecta
Receptor MIMO	Filtro de error cuadrático medio mínimo (MMSE)

La figura 6 representa unos gráficos que ilustran una comparación de rendimientos cuando se utiliza el índice 0 y el índice 1 para el rango 2 de un libro de códigos 2-Tx con respecto a la SM en bucle abierto en un canal ITU-pedestrian A (PedA).

Como se ilustra en la figura 6, los rendimientos cuando se utilizan el índice 0 y el índice 1 en un canal espacial no correlacionado son similares. No obstante, en un canal espacial altamente correlacionado, el uso del índice 0 para el rango 2 del libro de códigos 2-Tx presenta un rendimiento mejor que el uso del índice 1. Esto puede ser debido a que una matriz DFT forma haces y obtiene una ganancia SNR promediando dos haces. Cuando se utiliza un alto nivel de modulación, el uso del índice 0 para el rango 2 del libro de códigos 2-Tx presenta un mayor incremento del rendimiento que el uso del índice 1.

La figura 7 representa unos gráficos que ilustran una comparación de rendimientos cuando se utiliza el índice 0 y el índice 1 para el rango 2 de un libro de códigos 2-Tx con respecto a la SM en bucle abierto en un canal 6-Ray typical urban (TU).

La figura 7 representa una comparación de rendimientos similar a la de la figura 6, excepto por una modalidad de canal. Como se representa en la figura 7, se obtiene un rendimiento de ganancia incrementado incluso cuando se utiliza el índice 0 en un canal con suficiente diversidad de frecuencia.

El procedimiento para que un terminal móvil reciba señales desde una estación base puede resumirse de la forma indicada a continuación. Cuando el terminal móvil recibe señales en una modalidad de transmisión SM en bucle abierto, el terminal móvil recibe un indicador de rango a través de la información de control de enlace descendente. Si el indicador de rango recibido indica 1, el terminal móvil considera que la estación base está transmitiendo señales según un sistema de diversidad de transmisión. Si el indicador de rango recibido indica un número superior a 1, el terminal móvil considera que la estación base está transmitiendo señales según un sistema CDD.

Si el indicador de rango designa un número superior a 1, es decir, si la estación base transmite señales según un sistema CDD, el procedimiento de recepción de señales puede variar de conformidad con el número de antenas de transmisión. En concreto, en el caso de 4 antenas Tx, el terminal móvil considera que la estación base está realizando la precodificación aplicando cíclicamente 4 matrices de precodificación de entre 16 libros de códigos a las matrices P o W de la estructura PDU/WDU. En el caso de 2 antenas Tx, el terminal móvil considera que la estación base está realizando la precodificación aplicando una matriz de identidad correspondiente al índice 0 de la ecuación 14 a las matrices P o W de la estructura PDU/WDU. El terminal móvil recibe las señales según un resultado estimado.

En el caso de 2 antenas Tx y el rango 2, una parte de matriz diagonal de la estructura PDU/WDU adopta la forma 2x2. Es decir, se utiliza una matriz de identidad como matriz P o W de la estructura PDU/WDU y el número de antenas de transmisión es igual al número de rangos. Según lo anterior, puede inferirse que se aplica sustancialmente la estructura básica de la precodificación basada en CDD o la estructura DU.

Aplicabilidad industrial

5 El procedimiento de transmisión y recepción de señales de la presente invención ofrece una ganancia de diversidad suficiente mediante la selección eficaz de una matriz de precodificación según cada modalidad de transmisión. El procedimiento descrito puede aplicarse no solo a un sistema 3GPP LTE, sino también a los sistemas de comunicación de antenas múltiples que utilizan la precodificación basada en CDD según el mismo principio.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de precodificación en un transmisor cuando un rango de transmisión es superior a 1 y el número de antenas de transmisión es de 2 o 4, comprendiendo el procedimiento las etapas siguientes:

5 precodificar señales mediante una precodificación basada en una matriz para la diversidad de retardo cíclico, CDD, de gran retardo, en una modalidad de transmisión de multiplexación espacial, SM, en bucle abierto,

10 en el que la matriz se genera en una forma de WDU, en la que se multiplican en secuencia una primera matriz, W, una segunda matriz, D, que es una matriz diagonal CDD de gran retardo y una tercera matriz, U, que es una matriz unitaria,

y en el que

15 cuando un número de antenas de transmisión es 2, la primera matriz es una matriz de identidad I, y

cuando el número de antenas de transmisión es 4, la primera matriz se cambia cíclicamente en 4 matrices predeterminadas.

20 2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la segunda matriz es una matriz 2x2 cuando el número de antenas de transmisión es 2 y el rango de transmisión es 2.

3. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que cuando el número de antenas de transmisión es 2, la primera matriz es

25

$$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix},$$

y no se envía como retroalimentación ningún índice de matriz de precodificación al transmisor desde un receptor.

FIG. 1

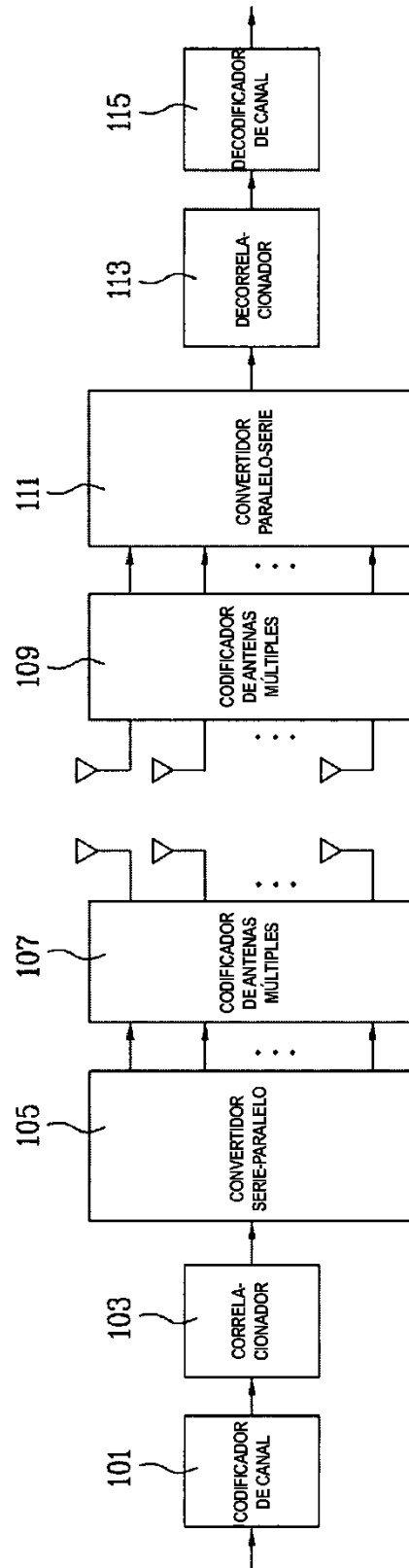


FIG. 2

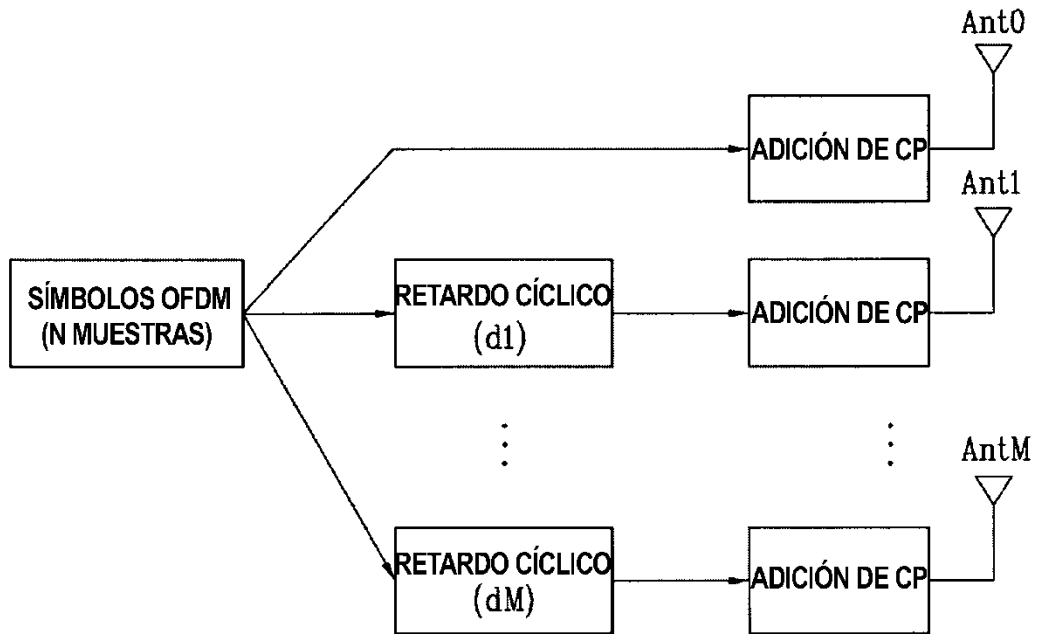


FIG. 3

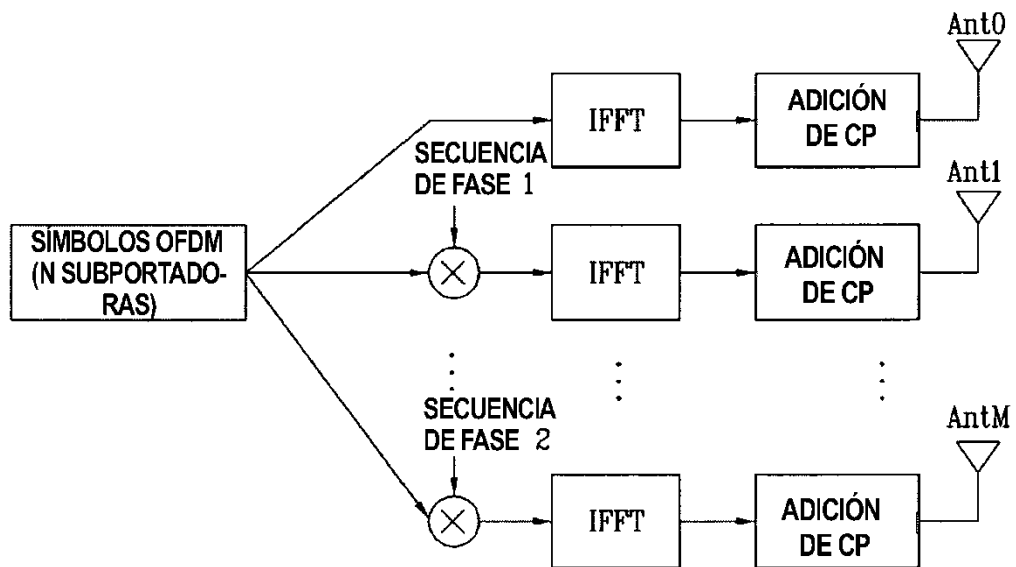


FIG. 4

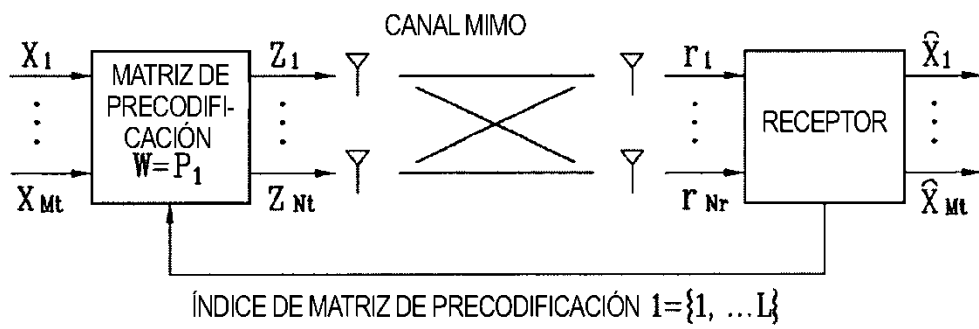


FIG. 5

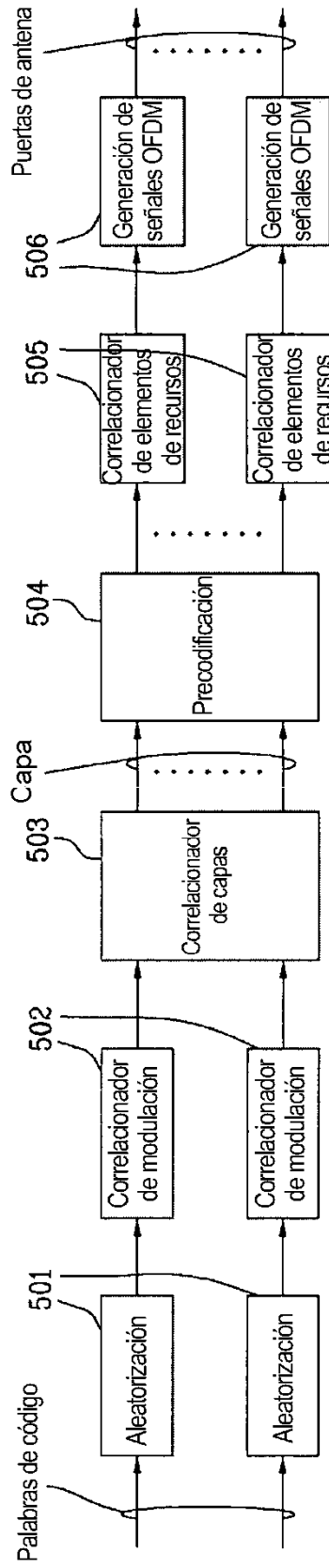


FIG. 6

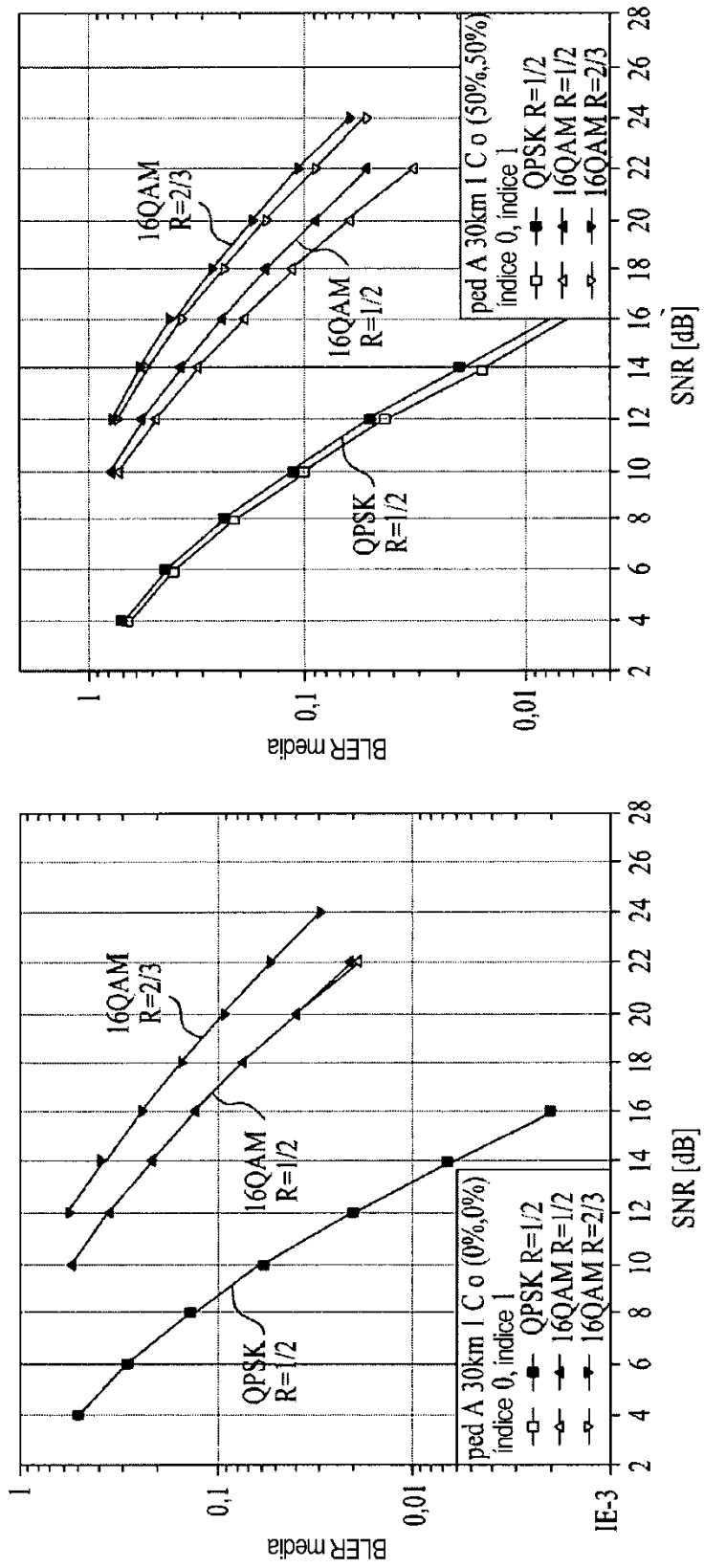


FIG. 7

