

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 764 386**

51 Int. Cl.:

H04B 7/0417 (2007.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.08.2013 PCT/CN2013/081082**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.02.2015 WO15018030**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.08.2013 E 13891226 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.10.2019 EP 3018852**

54 Título: **Método para determinar un indicador de matriz de precodificación, dispositivo de recepción y dispositivo de transmisión**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
03.06.2020

73 Titular/es:
**HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD. (100.0%)
Huawei Administration Building, Bantian,
Longgang District
Shenzhen, Guangdong 518129, CN**

72 Inventor/es:
LIU, JIANQIN

74 Agente/Representante:
ELZABURU, S.L.P

ES 2 764 386 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 para determinar un indicador de matriz de precodificación, dispositivo de recepción y dispositivo de transmisión

Campo técnico

5 Las realizaciones de la presente invención se refieren al campo de las tecnologías de las comunicaciones y, en particular, a un método para determinar un indicador de matriz de precodificación, un dispositivo de recepción y un dispositivo de emisión.

Antecedentes

10 En una red de comunicaciones inalámbricas, un sistema de comunicaciones inalámbricas de múltiples entradas y múltiples salidas (múltiples entradas y múltiples salidas, MIMO) puede obtener una ganancia de diversidad y una ganancia de matriz mediante el uso de una tecnología de precodificación en un extremo de transmisión y una tecnología de combinación de señales de recepción. Un sistema que utiliza la precodificación puede expresarse como:

$$\mathbf{y} = \mathbf{H} \hat{\mathbf{V}} \mathbf{s} + \mathbf{N},$$

donde

15 \mathbf{y} es un vector de señal de recepción, \mathbf{H} es una matriz de canal, $\hat{\mathbf{V}}$ es una matriz de precodificación, \mathbf{s} es un vector de símbolo de transmisión, y \mathbf{N} es el ruido de medición.

20 Generalmente, la precodificación óptima requiere que la información del estado del canal (en inglés, Channel State Information - CSI) sea completamente conocida por un transmisor, y un método utilizado comúnmente es que el equipo del usuario (en inglés, User Equipment - UE) realice la cuantificación en la CSI instantánea e informe la CSI instantánea cuantificada a una estación base. Generalmente, un extremo de recepción (por ejemplo, el UE) puede obtener una matriz de canal estimada \mathbf{H} en función de una señal de referencia, a saber, el vector de señal de recepción \mathbf{y} , enviado por un extremo de transmisión (por ejemplo, la estación base), según una señal piloto transmitida predefinida conocida \mathbf{s} , a saber, el vector de símbolo de transmisión \mathbf{s} , y el ruido de medición \mathbf{N} , o al que se hace referencia como ruido Gaussiano blanco, y según la fórmula: $\mathbf{y} = \mathbf{H} \hat{\mathbf{V}} \mathbf{s} + \mathbf{n}$; y luego, seleccionar la matriz de precodificación $\hat{\mathbf{V}}$ que coincide mejor con la matriz de canal \mathbf{H} de un libro de códigos, de modo que la calidad de transmisión del canal y la velocidad de transmisión del canal durante la transmisión real de datos sean relativamente altas.

30 El equipo del usuario incluye una estación móvil (en inglés, Mobile Station - MS), un relé (Relé), un teléfono móvil (Teléfono Móvil), un dispositivo de mano (dispositivo de mano), equipo portátil (equipo portátil), o similares; la estación base incluye una estación base (en inglés, Base Station - BS) de NodoB (NodoB), un punto de acceso (Punto de Acceso), un punto de transmisión (en inglés, Transmission Point - TP), un NodoB evolucionado (en inglés, Evolved NodeB - eNB), un relé (Relé), o similares. La información CSI informada por un sistema de evolución a largo plazo (en inglés, Long term Evolution - LTE) existente incluye información tal como un indicador de rango (en inglés, Rank Indicator - RI), un indicador de matriz de precodificación (en inglés, Precoding Matrix Indicator - PMI), y un indicador de calidad del canal (en inglés, Channel Quality Indicator - CQI), donde el RI y el PMI, respectivamente, indican una cantidad de capas de transporte utilizadas y una matriz de precodificación utilizada. Para determinar una correspondencia entre un indicador de matriz de precodificación PMI y una matriz de precodificación, puede hacerse referencia al proyecto de asociación de 3.^a generación (en inglés, 3rd Generation Partnership Project, abreviado 3GPP) TS 36.213, y cada matriz de precodificación en la que se incluye un elemento en un valor complejo corresponde a un número indicador (un indicador de matriz de precodificación PMI) en una tabla de un libro de códigos. Generalmente, se hace referencia a un conjunto de matrices de precodificación utilizadas como un libro de códigos, donde cada matriz de precodificación en el conjunto es una palabra de código en el libro de códigos.

45 La Figura 1 es un diagrama estructural esquemático de un arreglo de antena lineal unidimensional. Tal como se muestra en la Figura 1, la distribución del arreglo de antena lineal incluye solo una dirección y, generalmente, se hace referencia a la dirección como una dirección horizontal. La Figura 2 es un diagrama estructural esquemático de un arreglo de antena plano bidimensional. Tal como se muestra en la Figura 2, la distribución del arreglo de antena plano bidimensional incluye dos direcciones, una dirección horizontal y una dirección vertical. Un libro de códigos existente, generalmente, está diseñado para un arreglo lineal unidimensional. Sin embargo, para dos o más filas de arreglos de antenas, el uso de una matriz de precodificación existente en una estructura de arreglo de una antena de arreglo lineal unidimensional provoca una disminución en la precisión de precodificación, provocando de ese modo una pérdida relativamente grande en el rendimiento y una disminución en una capacidad de procesamiento del sistema.

50 El documento EP 2557700 A2 se refiere a un sistema de comunicación inalámbrica y, más particularmente, a un método de transmisión y un aparato que utiliza un libro de códigos en un sistema de comunicación inalámbrica que admite múltiples antenas. Se describe un método para transmitir, mediante una estación base, una señal de enlace descendente mediante el uso de múltiples antenas de transmisión, que comprende las etapas de: recibir un PMI de una terminal; aplicar una matriz precedente indicada por el PMI en un libro de códigos a múltiples capas, y realizar un precedente; y transmitir la señal precodificada a la terminal a través de múltiples antenas de transmisión. Entre las matrices de precodificación incluidas en el libro de códigos, una matriz precedente para las capas de transmisión que

son pares puede construirse como una matriz 2×2 que contiene las matrices (W1) como cuatro elementos, la matriz (W1) tiene una cantidad de filas igual a la cantidad de antenas de transmisión y la cantidad de columnas igual a la mitad de la cantidad de antenas de transmisión, en donde la primera y la segunda columna de la primera fila en la matriz 2×2 pueden multiplicarse por un coeficiente de 1, la primera columna de la segunda fila puede multiplicarse por el coeficiente «a» de una fase.

Compendio

La invención se indica en las reivindicaciones independientes, mientras que las realizaciones preferidas se describen en las reivindicaciones dependientes.

Breve descripción de los dibujos

- 10 Para describir las soluciones técnicas en las realizaciones de la presente invención o en la técnica previa con mayor claridad, a continuación, se presentarán brevemente los dibujos adjuntos requeridos para describir las realizaciones de la técnica previa. Como puede verse, los dibujos adjuntos en la descripción que sigue muestran algunas realizaciones de la presente invención, y los expertos en la técnica pueden también derivar otros dibujos a partir de estos dibujos adjuntos sin esfuerzos creativos.
- 15 La Figura 1 es un diagrama estructural esquemático de un arreglo de antena lineal unidimensional;
la Figura 2 es un diagrama estructural esquemático de un arreglo de antena plano bidimensional;
la Figura 3 es un diagrama de flujo de la Realización 1 de un método para determinar un indicador de matriz de precodificación según la presente invención;
- 20 la Figura 4 es un diagrama de flujo de la Realización 2 de un método para determinar un indicador de matriz de precodificación según la presente invención;
la Figura 5 es un diagrama de flujo de la Realización 3 de un método para determinar un indicador de matriz de precodificación según la presente invención;
la Figura 6 es un diagrama de flujo de la Realización 1 de un método para determinar una matriz de precodificación según la presente invención;
- 25 la Figura 7 es un diagrama de flujo de la Realización 2 de un método para determinar una matriz de precodificación según la presente invención;
la Figura 8 es un diagrama de flujo de la Realización 3 de un método para determinar una matriz de precodificación según la presente invención;
- 30 la Figura 9 es un diagrama estructural esquemático de la Realización 1 de un extremo de recepción según la presente invención;
la Figura 10 es un diagrama estructural esquemático de la Realización 2 de un extremo de recepción según la presente invención;
la Figura 11 es un diagrama estructural esquemático de la Realización 3 de un extremo de recepción según la presente invención;
- 35 la Figura 12 es un diagrama estructural esquemático de la Realización 1 de un extremo de transmisión según la presente invención;
la Figura 13 es un diagrama estructural esquemático de la Realización 2 de un extremo de transmisión según la presente invención;
- 40 la Figura 14 es un diagrama estructural esquemático de la Realización 3 de un extremo de transmisión según la presente invención;
la Figura 15 es un diagrama esquemático de una estructura de hardware de la Realización 1 de un dispositivo de recepción según la presente invención;
la Figura 16 es un diagrama esquemático de una estructura de hardware de la Realización 2 de un dispositivo de recepción según la presente invención;
- 45 la Figura 17 es un diagrama esquemático de una estructura de hardware de la Realización 3 de un dispositivo de recepción según la presente invención;
la Figura 18 es un diagrama esquemático de una estructura de hardware de la Realización 1 de un dispositivo de emisión según la presente invención;

la Figura 19 es un diagrama esquemático de una estructura de hardware de la Realización 2 de un dispositivo de emisión según la presente invención;

la Figura 20 es un diagrama esquemático de una estructura de hardware de la Realización 3 de un dispositivo de emisión según la presente invención; y

5 la Figura 21 es un diagrama estructural esquemático de una realización de un sistema de comunicaciones según la presente invención.

Descripción de las realizaciones

10 Para aclarar los objetivos, las soluciones técnicas y las ventajas de las realizaciones de la presente invención, a continuación, se describen de forma clara y completa las soluciones técnicas en las realizaciones de la presente invención con referencia a los dibujos adjuntos en las realizaciones de la presente invención. Como puede verse, las realizaciones descritas son algunas, pero no todas las realizaciones de la presente invención. Todas las demás realizaciones obtenidas por expertos en la técnica con base en las realizaciones de la presente invención sin esfuerzos creativos estarán dentro del alcance de protección de la presente invención.

15 La invención está definida por las reivindicaciones adjuntas. A continuación, las realizaciones que no se encuentran dentro del alcance de las reivindicaciones se entenderán como ejemplos útiles para comprender la invención.

20 Las soluciones técnicas en la presente invención pueden aplicarse a varios sistemas de comunicación, por ejemplo: un sistema global para comunicaciones móviles (en inglés, Global System for Mobile communication, abreviado GSM), un sistema de acceso múltiple por división de código (en inglés, Code Division Multiple Access, abreviado CDMA), un sistema de acceso múltiple por división de código de banda ancha (en inglés, Wideband Code Division Multiple Access, abreviado WCDMA), un sistema de servicio general de paquetes vía radio (en inglés, General Packet Radio Service, abreviado GPRS), un sistema de evolución a largo plazo (en inglés, Long Term Evolution, abreviado LTE), un sistema de evolución a largo plazo avanzado (en inglés, Long term Evolution Advanced, abreviado LTE-A), y un sistema universal de telecomunicaciones móviles (en inglés, Universal Mobile Telecommunications System, abreviado UMTS).

25 En las realizaciones de la presente invención, el equipo del usuario (en inglés, User Equipment, abreviado UE) incluye, de modo no taxativo, una estación móvil (en inglés, Mobile Station, abreviado MS), un relé (Relé) una terminal móvil (Terminal Móvil), un teléfono móvil (Teléfono Móvil), un dispositivo de mano (Dispositivo de Mano), equipo portátil (Equipo Portátil). El equipo del usuario puede comunicarse con una o más redes centrales mediante el uso de una red de acceso por radio (en inglés, Radio Access Network, abreviado RAN). Por ejemplo, el equipo del usuario puede ser un teléfono móvil (o al que se hace referencia como teléfono «celular»), o un ordenador que tiene una función de comunicación inalámbrica, o el equipo del usuario puede ser un aparato móvil portátil, de bolsillo, de mano, integrado en un ordenador o montado en un vehículo.

30 En las realizaciones de la presente invención, una estación base puede ser una estación base (en inglés, Base Transceiver Station, abreviado BTS) en el GSM o CDMA, puede ser una estación base (NodoB, abreviado NB) en el WCDMA, o puede ser un NodoB evolucionado (NodoB evolucionado, abreviado eNB o e-NodoB) en LTE, o un relé, lo que no se encuentra limitado en la presente invención.

35 Un sistema de múltiples antenas es un sistema en el cual la comunicación se lleva a cabo mediante un extremo de transmisión y un extremo de recepción mediante el uso de múltiples antenas, donde, cuando el extremo de transmisión es una estación base, el extremo de recepción es un UE; por el contrario, cuando el extremo de transmisión es un UE, el extremo de recepción es una estación base. En comparación con una antena única en un sistema de antena única, las múltiples antenas del extremo de transmisión y el extremo de recepción pueden generar una ganancia de diversidad espacial o una ganancia de multiplexación espacial, que puede mejorar de forma eficaz la confiabilidad de la transmisión y una capacidad del sistema. Generalmente, la ganancia de diversidad y la ganancia de multiplexación en el sistema de múltiples antenas pueden obtenerse mediante el uso de un método de precodificación en el extremo de transmisión y un algoritmo de combinación de señales de recepción en el extremo de recepción.

45 El sistema de múltiples antenas en las realizaciones de la presente invención puede aplicarse a un escenario de transmisión de un solo punto, es decir, un escenario de transmisión de un extremo de transmisión y un extremo de recepción; o puede aplicarse a un escenario de transmisión conjunta entre múltiples puntos, donde la transmisión conjunta entre múltiples puntos significa que la transmisión conjunta de una señal se lleva a cabo mediante múltiples extremos de transmisión con un mismo extremo de recepción. Por ejemplo, un extremo de transmisión A tiene dos antenas, un extremo de transmisión B también tiene dos antenas, y los dos extremos de transmisión realizan la transmisión conjunta con un extremo de recepción al mismo tiempo. En este caso, una señal recibida por el extremo de recepción puede considerarse como una señal enviada por una estación base de cuatro antenas.

50 La Figura 3 es un diagrama de flujo de la Realización 1 de un método para determinar un indicador de matriz de precodificación según la presente invención. Un cuerpo de ejecución de esta realización es un extremo de recepción, que puede ser una estación base o un UE. Cuando el cuerpo de ejecución, es decir, el extremo de recepción es una estación base, de forma correspondiente, el extremo de transmisión puede ser un UE; cuando el cuerpo de ejecución, es decir, el extremo de recepción es un UE, de forma correspondiente, el extremo de transmisión puede ser una

estación base. Tal como se muestra en la Figura 3, el método, en esta realización, puede incluir las siguientes etapas:
 Etapa 301: El extremo de recepción selecciona una matriz de precodificación W de un libro de códigos en función de una señal de referencia enviada por el extremo de transmisión, donde la matriz de precodificación W es un producto de dos matrices $W1$ y $W2$, donde

5 la $W1$ incluye N_B matrices de bloques X_i , $N_B \geq 1$, y la $W1$ se indica como: $W1 = \text{diag} \{X_1, \dots, X_{N_B}\}$, donde $1 \leq i \leq N_B$, y una columna $x_{i,j}$ de cada matriz de bloques X_i es un producto de Kronecker de un primer vector A_{ij} y un segundo vector B_{ij} , es decir, $x_{i,j} = A_{ij} \otimes B_{ij}$.

Además, la matriz $W1$ puede ser una matriz que indica una característica de canal de una banda ancha, y la matriz $W2$ puede ser una matriz que indica una característica de canal de una subbanda; o la matriz $W1$ puede ser una matriz que indica una característica de canal de largo plazo, y la matriz $W2$ puede ser una matriz que indica una característica de canal de corto plazo.

La matriz $W2$ puede utilizarse para seleccionar un vector columna de la matriz $W1$ para constituir la matriz W , o utilizarse para realizar una combinación ponderada en los vectores columna de la matriz $W1$ para constituir la matriz W .

15 En esta realización, la columna $x_{i,j}$ de cada matriz de bloques X_i en la $W1$ representa un vector de haz tridimensional, la $x_{i,j}$ corresponde a una fase en el espacio tridimensional, y la fase se indica de forma conjunta mediante una fase en una dirección horizontal y una fase en una dirección vertical. El primer vector A_{ij} corresponde a una fase en una dirección horizontal, el segundo vector B_{ij} corresponde a una fase en una dirección vertical, y el producto directo $x_{i,j} = A_{ij} \otimes B_{ij}$ del primer vector A_{ij} y el segundo vector B_{ij} corresponde a una fase que se encuentra en el espacio tridimensional y que se obtiene al combinar la fase en la dirección horizontal y la fase en la dirección vertical.

20 Específicamente, en la etapa 301, el primer vector A_{ij} puede ser un vector de la transformada discreta de Fourier (en inglés, Discrete Fourier Transform, abreviado DFT), o el denominado vector DFT, en un primer libro de códigos A_i que corresponde a una dirección horizontal, es decir, que corresponde a un arreglo de antena plano bidimensional, y el segundo vector B_{ij} puede ser un vector DFT en un segundo libro de códigos B_i que corresponde a una dirección vertical, es decir, que corresponde al arreglo de antena plano bidimensional. El primer libro de códigos y el segundo libro de códigos pueden seleccionarse de libros de códigos existentes o pueden reconstruirse. Por ejemplo, para los arreglos de antenas planos bidimensionales 4×2 , puede considerarse que hay cuatro antenas en una dirección horizontal y dos antenas en una dirección vertical; por lo tanto, el primer libro de códigos A_i puede seleccionarse de un libro de códigos de LTE de cuatro antenas, y el segundo libro de códigos B_i puede seleccionarse de un libro de códigos de LTE de dos antenas, o las formas del primer libro de códigos A_i y el segundo libro de códigos B_i puede definirse por separado de otra forma.

Etapa 302: El extremo de recepción envía un indicador de matriz de precodificación PMI que corresponde a la matriz de precodificación W al extremo de transmisión.

35 Por consiguiente, el extremo de transmisión puede obtener la matriz de precodificación W de un arreglo de antenas en el extremo de recepción según el PMI y según una relación que se especifica en el 3GPP y se establece entre un PMI y una matriz de precodificación.

40 Cabe destacar que un tipo de la señal de referencia en la etapa 301 no se encuentra limitado en esta realización de la presente invención. Por ejemplo, la señal de referencia puede ser una señal de referencia de información de estado del canal (en inglés, Channel State Information Reference Signal - CSI RS), una señal de referencia de demodulación (en inglés, Demodulation Reference Signal - DMRS) o una señal de referencia celular específica (en inglés, Cell-specific RS - CRS), y la CSI puede incluir, además, un indicador de calidad del canal (en inglés, Quality Control Indicator, abreviado CQI). También cabe destacar que, al recibir una notificación, tal como señalización de control de recursos de radio (en inglés, Radio Resource Control - RRC) o información de control de enlace descendente (en inglés, Downlink Control Information, DCI), de la estación base o en función de una identidad celular ID, el UE puede obtener una configuración de recurso de la señal de referencia y obtener la señal de referencia en un recurso correspondiente o en una subtrama correspondiente.

45 En esta realización, en la etapa 301, para un libro de códigos que incluye una matriz de bloques X_i es una matriz $W1$, una columna $x_{i,j}$ de cada matriz de bloques X_i y que representa un haz se define en la forma de un vector de haz tridimensional. Específicamente, la columna de la matriz de bloques se obtiene mediante una manera de calcular un producto de Kronecker de un primer vector A_{ij} que corresponde a una fase en una dirección horizontal y un segundo vector B_{ij} que corresponde a una fase en una dirección vertical, que indica que la fase en la dirección horizontal y la fase en la dirección vertical se combinan de modo que una característica del vector de haz tridimensional pueda reflejarse en el libro de códigos. Por lo tanto, un extremo de transmisión realiza la precodificación en función de una matriz de precodificación que es retroalimentada por un extremo de recepción y se selecciona de una estructura de libro de códigos en la presente invención, que puede mejorar de forma eficaz la precisión de precodificación, reduciendo de ese modo una pérdida de rendimiento y mejorando una capacidad de procesamiento del sistema.

En la realización anterior, específicamente en una implementación específica, además, todas las columnas de la matriz de bloques X_i se obtienen al calcular productos de Kronecker por pares de forma sucesiva de $N1$ primeros vectores

consecutivos y N2 segundos vectores consecutivos. Por ejemplo, el primer vector se obtiene del primer libro de códigos A_i y hay cuatro primeros vectores en el primer libro de códigos: $A_{i,0}$, $A_{i,1}$, $A_{i,2}$ y $A_{i,3}$; el segundo vector se obtiene del segundo libro de códigos B_i , y hay cuatro segundos vectores en el segundo libro de códigos: $B_{i,0}$, $B_{i,1}$, $B_{i,2}$ y $B_{i,3}$; en este caso, las cuatro columnas $x_{i,0}$, $x_{i,1}$, $x_{i,2}$ y $x_{i,3}$ incluidas en la matriz de bloques X_i son respectivamente:

5 $x_{i0} = A_{i0} \otimes B_{i0}$, $x_{i1} = A_{i1} \otimes B_{i1}$, $x_{i2} = A_{i2} \otimes B_{i2}$ y $x_{i3} = A_{i3} \otimes B_{i3}$.

Incluso, además, en la realización anterior, una cantidad N1 de primeros vectores es mayor o igual a una cantidad N2 de segundos vectores. Un intervalo de la fase en la dirección horizontal generalmente es $[0, 2\pi]$, un intervalo de la fase en la dirección vertical es $[0, \pi]$, y un cambio de un canal en una dirección vertical es más lento que un cambio de un canal en una dirección horizontal; por lo tanto, una granularidad por división de fase del segundo libro de códigos que representa una dirección vertical puede ser mayor que una granularidad por división de fase del primer libro de códigos que representa una dirección horizontal, es decir, la cantidad N2 de segundos vectores en el segundo libro de códigos puede ser menor o igual a la cantidad N1 de primeros vectores en el primer libro de códigos.

Además, todos los vectores de haz de una matriz de vector de haz tridimensional pueden dividirse adicionalmente en múltiples grupos de haces, de los cuales los grupos de haces adyacentes se solapan entre sí o no se solapan entre sí. Es decir, en la realización anterior, cada matriz de bloques X_i corresponde a un grupo de haces, y el grupo de haces puede dividirse de múltiples maneras.

Específicamente, para cualesquiera dos matrices de bloques adyacentes, X_i y X_{i+1} , si los segundos vectores que constituyen X_i y X_{i+1} son N2 segundos vectores consecutivos, donde N2 es mayor que 0, hay s1 primeros vectores iguales en dos grupos de primeros vectores que constituyen X_i y X_{i+1} , y s1 es mayor o igual a 0; y

20 para cualesquiera dos matrices de bloques adyacentes, X_i y X_{i+1} , si los primeros vectores que constituyen X_i y X_{i+1} son N1 primeros vectores consecutivos iguales, donde N1 es mayor que 0, hay s2 segundos vectores iguales en dos grupos de segundos vectores que constituyen X_i y X_{i+1} , y s2 es mayor o igual a 0, donde

25 s1 representa una cantidad de grupos de haces solapados en una dirección horizontal y, cuando s1 es igual a 0, los grupos de haces no se solapan en la dirección horizontal; s2 representa una cantidad de grupos de haces solapados en una dirección vertical y, cuando s2 es igual a 0, los grupos de haces no se solapan en la dirección vertical; es posible que s1 y s2 sean 0, lo que corresponde a un caso en el cual no hay ningún grupo de haces solapados; es posible que ni s1 ni s2 sean 0, lo que corresponde a un caso en el cual hay grupos de haces solapados en una dirección horizontal y en una dirección vertical.

Preferiblemente, para garantizar la precisión de selección de un haz de borde dentro de cada grupo de vectores de haces, generalmente, los grupos de vectores de haces adyacentes se solapan hasta un grado particular, es decir, s1 o s2 es 0.

Además, preferiblemente, s1 es mayor o igual a s2. En este caso, pueden usarse menos grupos de haces en la dirección vertical y, por lo tanto, se reduce la sobrecarga de retroalimentación en la dirección vertical y todo el espacio tridimensional.

35 La Figura 4 es un diagrama de flujo de la Realización 2 de un método para determinar un indicador de matriz de precodificación según la presente invención. Un cuerpo de ejecución de esta realización es un extremo de recepción, que puede ser una estación base o un UE. Cuando el cuerpo de ejecución, es decir, el extremo de recepción es una estación base, de forma correspondiente, el extremo de transmisión puede ser un UE; cuando el cuerpo de ejecución, es decir, el extremo de recepción es un UE, de forma correspondiente, el extremo de transmisión puede ser una estación base. Tal como se muestra en la Figura 4, el método, en esta realización, puede incluir las siguientes etapas:

40 Etapa 401: El extremo de recepción selecciona una matriz de precodificación W de un libro de códigos en función de una señal de referencia enviada por el extremo de transmisión, donde la matriz de precodificación W es un producto de una matriz W1 y una matriz W2, donde

45 la W1 incluye N_B matrices de bloques X_i , $N_B \geq 1$, y la W1 se indica como: $W1 = \text{diag} \{X_1, \dots, X_{N_B}\}$, donde $1 \leq i \leq N_B$, y cada matriz de bloques X_i es un producto de Kronecker de un primer libro de códigos A_i y un segundo libro de códigos B_i , es decir, $X_i = A_i \otimes B_i$.

Además, la matriz W1 puede ser una matriz que indica una característica de canal de una banda ancha, y la matriz W2 puede ser una matriz que indica una característica de canal de una subbanda; o la matriz W1 puede ser una matriz que indica una característica de canal de largo plazo, y la matriz W2 puede ser una matriz que indica una característica de canal de corto plazo.

50 La matriz W2 puede utilizarse para seleccionar un vector columna de la matriz W1 para constituir la matriz W, o utilizarse para realizar una combinación ponderada en los vectores columna de la matriz W1 para constituir la matriz W.

N_B puede ser una cantidad de direcciones de polarización, o puede ser una cantidad de cualesquiera otros grupos de antenas.

En esta realización, el primer libro de códigos A_i en la matriz de bloques X_i en la W1 puede ser una matriz o un vector DFT en una dirección horizontal, el segundo libro de códigos B_i es una matriz o un vector DFT en una dirección vertical,

y la matriz de bloques X_i es la matriz $W1$ es un producto directo del primer libro de códigos y el segundo libro de códigos, o la matriz de bloques X_i en la $W1$ se encuentra en forma de un vector DFT en el espacio tridimensional (un vector DFT 3D) o una matriz DFT en el espacio tridimensional. Cada matriz o vector DFT en una dirección horizontal, matriz o vector DFT en una dirección vertical, y cada matriz o vector DFT 3D corresponden, respectivamente, a una fase en una dirección horizontal, una fase en una dirección vertical, y una fase en una dirección 3D. Por ejemplo, en un libro de códigos doble indica de ocho antenas en el lanzamiento 10 de 3GPP (en inglés y abreviado, Rel-10), 32 vectores DFT de cuatro antenas en una dirección horizontal corresponden a 32 fases que se dividen de forma uniforme dentro de un intervalo $[0, 2\pi]$.

Específicamente, en la etapa 401, para la matriz de bloques X_i en la matriz $W1$, el primer libro de códigos A_i representa un libro de códigos que corresponde a una dirección horizontal de un arreglo de antena plano bidimensional, y el segundo libro de códigos B_i representa un libro de códigos que corresponde a una dirección vertical del arreglo de antena plano bidimensional. Por ejemplo, para los arreglos de antenas planos bidimensionales 4×2 , puede considerarse que hay cuatro antenas en una dirección horizontal y dos antenas en una dirección vertical; por lo tanto, el primer libro de códigos A_i puede seleccionarse de un libro de códigos de LTE de cuatro antenas, y el segundo libro de códigos B_i puede seleccionarse de un libro de códigos de LTE de dos antenas, o las formas del primer libro de códigos A_i y el segundo libro de códigos B_i puede definirse por separado de otra forma.

Etapa 402: El extremo de recepción envía un indicador de matriz de precodificación PMI que corresponde a la matriz de precodificación W al extremo de transmisión, de modo que el extremo de transmisión obtenga la matriz de precodificación W de un arreglo de antena en el extremo de recepción según el PMI.

Cabe destacar que un tipo de la señal de referencia en la etapa 401 no se encuentra limitado en esta realización de la presente invención. Por ejemplo, la señal de referencia puede ser una señal de referencia de información de estado del canal (en inglés, Channel State Information Reference Signal - CSI RS), una señal de referencia de demodulación (en inglés, Demodulation RS - DM RS) o una señal de referencia celular específica (en inglés, Cell-specific RS - CRS), y la CSI puede incluir, además, un indicador de calidad del canal (en inglés, Channel Quality Indicator/Index, abreviado CQI). También cabe destacar que, al recibir una notificación, tal como señalización de control de recursos de radio (en inglés, Radio Resource Control - RRC) o información de control de enlace descendente (en inglés, Downlink Control Information - DCI), de la estación base o en función de una identidad celular ID, el UE puede obtener una configuración de recurso de la señal de referencia y obtener la señal de referencia en un recurso correspondiente o en una subtrama correspondiente.

En esta realización, en la etapa 401, para un libro de códigos que incluye una matriz de bloques X_i en una matriz $W1$, un primer libro de códigos A_i representa un libro de códigos que corresponde a una dirección horizontal de un arreglo de antena plano bidimensional, un segundo libro de códigos B_i representa un libro de códigos que corresponde a una dirección vertical del arreglo de antena plano bidimensional, y la selección del primer libro de códigos A_i y la selección del segundo libro de códigos B_i son mutuamente independientes; por lo tanto, una matriz de precodificación W , en esta realización, puede reflejar una característica de que las características de la dirección horizontal y la dirección vertical del arreglo de antena plano bidimensional son mutuamente independientes. Por lo tanto, un extremo de transmisión realiza la precodificación en función de una matriz de precodificación que es retroalimentada por un extremo de recepción y se selecciona de una estructura de libro de códigos en la presente invención, que puede mejorar de forma eficaz la precisión de precodificación, reduciendo de ese modo una pérdida de rendimiento y mejorando una capacidad de procesamiento del sistema.

En una implementación específica de la realización anterior, considerando que un cambio de un canal en una dirección vertical es más lento que un cambio de un canal en una dirección horizontal, cuando el cambio del canal en la presente memoria descriptiva se refiere a un cambio de una respuesta del canal en un dominio de tiempo, un dominio de frecuencia o un dominio de espacio, es posible usar métodos de cuantificación diferentes en una dirección horizontal y una dirección vertical. En los métodos de cuantificación diferentes, las granularidades de cuantificación o los intervalos de cuantificación son diferentes, es decir, se usan métodos de cuantificación diferentes para el primer libro de códigos A_i y el segundo libro de códigos B_i . Los métodos de cuantificación diferentes incluyen, específicamente, tres formas. En una primera forma, una granularidad de cuantificación del primer libro de códigos A_i es menor que una granularidad de cuantificación del segundo libro de códigos B_i , por ejemplo, la granularidad de cuantificación del primer libro de códigos es $\pi/32$, es decir, una fase que corresponde a cada vector en el espacio en el cual los vectores constituyen el primer libro de códigos es un número entero múltiplo de $\pi/32$, y la granularidad de cuantificación del segundo libro de códigos es $\pi/16$, es decir, una fase que corresponde a cada vector en el espacio en el cual los vectores constituyen el segundo libro de códigos es un número entero múltiplo de $\pi/16$. En una segunda forma, todas las diferencias de fase entre cualesquiera dos vectores adyacentes en el espacio en el cual los vectores constituyen el primer libro de códigos A_i son iguales, es decir, el primer libro de códigos A_i es un libro de códigos cuantificado de forma uniforme, y al menos dos diferencias de fase en el espacio en el cual los vectores constituyen el segundo libro de códigos B_i no son iguales, donde cada diferencia de fase es una diferencia de fase entre dos vectores adyacentes en el espacio de los vectores constituyentes, es decir, el segundo libro de códigos B_i es un libro de códigos cuantificado de forma no uniforme; por ejemplo, una diferencia de fase entre cualesquiera dos vectores adyacentes en el espacio en el cual los vectores constituyen el primer libro de códigos A_i es $\pi/32$, y en el espacio en el cual los vectores constituyen el segundo libro de códigos B_i una diferencia de fase entre el primer vector y el segundo vector adyacente es $\pi/24$, y una diferencia de fase entre el 22.^o vector y el 23.^{er} vector adyacente es $\pi/28$. En una tercera forma, por

ejemplo, el primer libro de códigos A_i usa un libro de códigos cuantificado de forma uniforme, es decir, todas las diferencias de fases entre cualesquiera dos palabras de código adyacentes son iguales, y el segundo libro de códigos B_i usa un libro de códigos cuantificado de forma no uniforme, es decir, todas las diferencias de fases entre cualesquiera dos palabras de código adyacentes no son iguales; o un libro de códigos en el cual cualesquiera dos palabras de código adyacentes tienen una diferencia de fase más pequeña puede usarse como el primer libro de códigos A_i , y un libro de códigos en el que cualesquiera dos palabras de código adyacentes tienen una diferencia de código más grande puede usarse como el segundo libro de códigos B_i , es decir, la granularidad de cuantificación del primer libro de códigos A_i es menor que la del segundo libro de códigos B_i .

En una forma de implementación, cada columna del primer libro de códigos A_i es un vector de la transformada discreta de Fourier DFT M-dimensional, donde M puede corresponder a una cantidad de antenas de transmisión en una dirección horizontal, $M > 1$, y todas las diferencias de fase entre cualesquiera dos columnas adyacentes de vectores DFT son iguales.

Cada columna del segundo libro de códigos B_i es un vector DFT N-dimensional, donde N puede corresponder a una cantidad de antenas de transmisión en una dirección vertical, $N > 1$, y al menos dos diferencias de fase entre dos columnas adyacentes de vectores DFT no son iguales.

Más específicamente, cada columna del primer libro de códigos A_i puede seleccionarse en un intervalo igual de N_a vectores DFT M-dimensionales que se distribuyen en un intervalo igual dentro de un intervalo de fase $[0, 2\pi]$, y $N_a > 1$. Cada columna del segundo libro de códigos puede seleccionarse de N_e vectores DFT N-dimensionales que se distribuyen en un intervalo desigual dentro de un intervalo de fase $[0, \pi]$, y $N_e > 1$.

En otras palabras, hay N_a vectores DFT en una dirección horizontal, y hay N_e vectores DFT en una dirección vertical; en este caso, una fase que corresponde a cada vector DFT en una dirección horizontal es una de N_a fases que se dividen en un intervalo $[0, 2\pi]$, y una fase que corresponde a un vector DFT en una dirección vertical es una de N_e fases que se dividen en un intervalo $[0, \pi]$. Cabe destacar que el intervalo de fase $[0, 2\pi]$ en la dirección horizontal y el intervalo de fase $[0, \pi]$ en la dirección vertical son solo ejemplos. En la siguiente descripción, también se usan los intervalos en los ejemplos, pero puede usarse otro intervalo de fase en una implementación específica.

Según las características del canal en la dirección horizontal y el canal en la dirección vertical, puede especificarse que el intervalo de fase $[0, 2\pi]$ en la dirección horizontal se divide de forma uniforme, y el intervalo de fase $[0, \pi]$ en la dirección vertical se divide de forma no uniforme, es decir, puede especificarse que todas las diferencias entre cualesquiera dos fases adyacentes de N_a fases son iguales, y todas las diferencias entre cualesquiera dos fases adyacentes de N_e fases no son iguales. Por ejemplo, algunos vectores DFT en la dirección vertical corresponden a $(2N_e/3)$ fases que se dividen de forma uniforme en un intervalo $[0, \pi/2]$, y los otros vectores DFT corresponden a $(N_e/3)$ fases que se dividen de forma uniforme en un intervalo $[\pi/2, \pi]$. Es decir, al usar $\pi/2$ como un centro, las fases que corresponden a vectores DFT en la dirección vertical se seleccionan respectivamente hacia arriba y hacia abajo mediante una granularidad k o una granularidad d. En la presente memoria descriptiva, la granularidad k para la selección hacia arriba es mayor o igual a la granularidad d para la selección hacia abajo.

En otra forma de implementación, debido a que el cambio del canal en la dirección vertical es más lento que el cambio del canal en la dirección horizontal, una cantidad de libros de códigos candidatos del primer libro de códigos puede ser mayor o igual a una cantidad de libros de códigos candidatos del segundo libro de códigos. Específicamente, por ejemplo, una cantidad de matrices de bloques X_i en la W1 es N_B , y una cantidad de primeros libros de códigos A_i y una cantidad de segundos libros de códigos B_i también puede ser N_B . Sin embargo, en esta forma de implementación, debido a que el cambio del canal en la dirección vertical es más lento que el cambio del canal en la dirección horizontal, una cantidad de segundos libros de códigos B_i puede ser menor que N_B . Por ejemplo, la cantidad de segundos libros de códigos B_i es $N_B/2$, y cuando se usa, cada segundo libro de códigos B_i se usa dos veces, y las matrices de bloques constituidas son, respectivamente, las siguientes: $X_1 = A_1 \otimes B_1$, $X_2 = A_2 \otimes B_1$, $X_3 = A_3 \otimes B_2$, $X_4 = A_4 \otimes B_2, \dots$, y

$$X_{N_B} = A_{N_B} \otimes B_{N_B/2}.$$

De esta forma, la cantidad de segundos libros de códigos B_i es más pequeña y, por lo tanto, es posible reducir la sobrecarga de retroalimentación de una red.

Incluso, además, en otra forma de implementación, una diferencia de fase entre cualesquiera dos columnas adyacentes de vectores DFT en el segundo libro de códigos B_i es mayor o igual a una diferencia de fase entre cualesquiera dos columnas adyacentes de vectores DFT en el primer libro de códigos A_i . Es decir, un intervalo de fase entre vectores DFT en el segundo libro de códigos B_i es mayor que un intervalo de fase entre vectores DFT en el primer libro de códigos A_i , es decir, los vectores DFT en el segundo libro de códigos B_i están más dispersos. Por lo tanto, también puede reflejarse una característica de que el cambio del canal en la dirección vertical es más lento que el cambio del canal en la dirección horizontal.

La Figura 5 es un diagrama de flujo de la Realización 3 de un método para determinar un indicador de matriz de precodificación según la presente invención. Un cuerpo de ejecución de esta realización es un extremo de recepción, que puede ser una estación base o un UE. Cuando el cuerpo de ejecución, es decir, el extremo de recepción es una

estación base, de forma correspondiente, el extremo de transmisión puede ser un UE; cuando el cuerpo de ejecución, es decir, el extremo de recepción es un UE, de forma correspondiente, el extremo de transmisión puede ser una estación base. Tal como se muestra en la Figura 5, el método, en esta realización, puede incluir las siguientes etapas: Etapa 501: El extremo de recepción selecciona una matriz de precodificación W de un libro de códigos en función de

5 una señal de referencia enviada por el extremo de transmisión, donde $W = \begin{bmatrix} W_a \\ W_b \end{bmatrix}$, donde la W_a es una segunda matriz

$$W_a = \begin{bmatrix} W_0 \\ W_1 \\ \dots \\ W^{(n-1)} \end{bmatrix}, 0 \leq i \leq n-1, n \text{ es una cantidad}$$

de primeras matrices de precodificación que constituyen la W_a , y $n > 1$; y la W_b es una tercera matriz de precodificación, donde $W_b = \Phi \times W_a$, y Φ es una matriz de rotación de fase de la W_a .

10 Específicamente, para un arreglo de antena plano bidimensional de una antena polarizada doble (es decir, un arreglo de antena plano bidimensional incluye al menos dos direcciones de polarización, por ejemplo, las dos direcciones de polarización pueden ser 45 grados positivos y 45 grados negativos o 0 grados y 90 grados), la segunda matriz de precodificación W_a puede representar una matriz de precodificación en una primera dirección de polarización, donde n puede ser una cantidad de puertos de antena en una dirección vertical, es decir, una cantidad de filas de arreglos de antena planos bidimensionales, y la tercera matriz de precodificación W_b puede representar una matriz de precodificación en una segunda dirección de polarización.

La selección de la segunda matriz de precodificación W_a puede ser de la siguiente manera: Por ejemplo, para los arreglos de antena planos bidimensionales 2×4 , es decir, hay dos filas de antenas y cuatro antenas en cada fila, la

$$W_a = \begin{bmatrix} W_0 \\ W_1 \end{bmatrix},$$

20 W_a puede ser: $W_a = \begin{bmatrix} W_0 \\ W_1 \end{bmatrix}$, y la W_0 y la W_1 pueden seleccionarse por separado de un libro de códigos de cuatro antenas en un sistema LTE, donde la W_0 y la W_1 pueden seleccionarse como libros de códigos iguales, o pueden seleccionarse como libros de códigos diferentes, lo que no se encuentra limitado en esta realización de la presente invención.

25 Debido a que puede considerarse que la matriz de precodificación en la segunda dirección de polarización puede obtenerse al rotar la matriz de precodificación en la primera dirección de polarización mediante una fase específica, y las características de la rotación de la fase de polarización que corresponden a cada fila de antenas en una dirección vertical son mutuamente independiente, la tercera matriz de precodificación W_b puede obtenerse al multiplicar la segunda matriz de precodificación W_a por la matriz de rotación de fase Φ . Específicamente, la tercera matriz de precodificación W_b puede indicarse como:

$$W_b = \Phi \times W_a = \Phi \times \begin{bmatrix} W_0 \\ W_1 \\ \dots \\ W^{(n-1)} \end{bmatrix},$$

30 en este caso, la tercera matriz de precodificación W_b puede reflejar una característica de que la rotación de fase se realiza independientemente en cada fila del arreglo de antena plano bidimensional que corresponde a la segunda matriz de precodificación W_a .

Etapa 502: El extremo de recepción envía un indicador de matriz de precodificación PMI que corresponde a la matriz de precodificación W al extremo de transmisión.

35 Por consiguiente, después de recibir el PMI, el extremo de transmisión puede obtener la matriz de precodificación W según el PMI y según una correspondencia que se encuentra en el 3GPP TS 36.213 y se da entre un PMI y una matriz de precodificación W.

En esta realización, un extremo de recepción selecciona una matriz de precodificación W de un libro de códigos en

$$W = \begin{bmatrix} W_a \\ W_b \end{bmatrix};$$

40 función de una señal de referencia, donde $W = \begin{bmatrix} W_a \\ W_b \end{bmatrix}$; se usa una estructura en la cual W_a y W_b están conectadas en paralelo, donde W_a y W_b , respectivamente, representan características de una primera dirección de polarización y una segunda dirección de polarización, y la W_b se obtiene al realizar independientemente la rotación de fase en cada fila de la W_a , de modo que pueda reflejarse una característica de que las fases de polarización en una dirección horizontal y una dirección vertical de un arreglo de antena plano bidimensional son mutuamente independientes, y pueda reflejarse una característica de que la rotación de fase en cada fila en la dirección vertical es independiente. Por lo tanto, un extremo de transmisión realiza la precodificación en función de una matriz de precodificación que es retroalimentada por el extremo de recepción y se construye en una estructura de libro de códigos en la presente invención, que puede mejorar de forma eficaz la precisión de precodificación, reduciendo de ese modo una pérdida de rendimiento y mejorando una capacidad de procesamiento del sistema.

Para facilitar la descripción, la siguiente realización se describe mediante el uso de un ejemplo en el cual el extremo de transmisión es una estación base y el extremo de recepción es un UE. Debe entenderse que esta realización de la presente invención no impone una limitación a ello. El extremo de recepción puede ser una estación base y el extremo de transmisión puede ser un UE.

5 Cabe destacar que un tipo de la señal de referencia en la etapa 501 no se encuentra limitado en esta realización de la presente invención. Por ejemplo, la señal de referencia puede ser una señal de referencia de información de estado del canal (en inglés, Channel State Information Reference Signal - CSI RS), una señal de referencia de demodulación (en inglés, Demodulation RS - DM RS) o una señal de referencia celular específica (en inglés, Cell-specific RS - CRS), y la CSI puede incluir, además, un indicador de calidad del canal (en inglés Channel Quality Indicator/Index, abreviado CQI). También cabe destacar que, al recibir una notificación, tal como señalización de control de recursos de radio (en inglés, Radio Resource Control - RRC) o información de control de enlace descendente (en inglés, Downlink Control Information - DCI), de la estación base o en función de una identidad celular ID, el UE puede obtener una configuración de recurso de la señal de referencia y obtener la señal de referencia en un recurso correspondiente o en una subtrama correspondiente.

15 Además, en la etapa 501 en la siguiente realización, la matriz de rotación de fase Φ puede ser una matriz diagonal

$$\Phi = \begin{bmatrix} \varphi_0 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots \\ 0 & \dots & \varphi_{n-1} \end{bmatrix}, \text{ donde } n > 1, \text{ y } \varphi_i = e^{j\theta_i}, \theta_i \in [0, 2\pi]$$

Es posible preestablecer un valor específico de θ_i . Por ejemplo, el valor de θ_i puede seleccionarse de una fase que corresponde a cualquier punto de constelación en una forma de modulación existente en el sistema de evolución a largo plazo LTE, donde la forma de modulación puede ser modulación por cambio de fase de cuadratura (en inglés, Quadrature Phase Shift Keying, abreviado QPSK), modulación por cambio de fase 8 (en inglés, 8 Phase Shift Keying, abreviado 8PSK), modulación de amplitud en cuadratura de fase 16 (en inglés, 16 Quadrature Amplitude Modulation, abreviado 16QAM), o similares. Por ejemplo, para QPSK, las fases que corresponden a los cuatro puntos de constelación son, respectivamente, $\{0, \pi/2, \pi, 3\pi/2\}$.

25 Específicamente, cada columna de la primera matriz de precodificación W_i puede ser un vector de la transformada discreta de Fourier (en inglés, Discrete Fourier Transform, abreviado DFT), o puede ser un vector columna de una matriz de Hadamard.

Específicamente, la primera matriz de precodificación W_i puede seleccionarse de un libro de códigos de dos antenas, un libro de códigos de cuatro antenas o un libro de códigos de ocho antenas en el sistema de evolución a largo plazo LTE.

30 La Figura 6 es un diagrama de flujo de la Realización 1 de un método para determinar una matriz de precodificación según la presente invención. Un cuerpo de ejecución de esta realización es un extremo de transmisión, que puede ser una estación base o un UE. Cuando el cuerpo de ejecución, es decir, el extremo de transmisión es una estación base, de forma correspondiente, el extremo de recepción puede ser un UE; cuando el cuerpo de ejecución, es decir, el extremo de transmisión es un UE, de forma correspondiente, el extremo de recepción puede ser una estación base. El método para determinar una matriz de precodificación, en esta realización, corresponde a la Realización 1 del método para determinar un indicador de matriz de precodificación que se muestra en la Figura 3. Tal como se muestra en la Figura 6, el método, en esta realización, puede incluir las siguientes etapas:

Etapa 601: El extremo de transmisión envía una señal de referencia al extremo de recepción.

35 Cabe destacar que un tipo de la señal de referencia en la etapa 601 no se encuentra limitado en esta realización de la presente invención. Por ejemplo, la señal de referencia puede ser una señal de referencia de información de estado del canal (en inglés, Channel State Information Reference Signal - CSI RS), una señal de referencia de demodulación (en inglés, Demodulation RS - DM RS) o una señal de referencia celular específica (en inglés, Cell-specific RS - CRS), y la CSI puede incluir, además, un indicador de calidad del canal (en inglés, Channel Quality Indicator/Index, abreviado CQI). También cabe destacar que, al recibir una notificación, tal como señalización de control de recursos de radio (en inglés, Radio Resource Control - RRC) o información de control de enlace descendente (en inglés, Downlink Channel Information - DCI), de la estación base o en función de una identidad celular ID, el UE puede obtener una configuración de recurso de la señal de referencia y obtener la señal de referencia en un recurso correspondiente o en una subtrama correspondiente.

40 Etapa 602: El extremo de transmisión recibe un indicador de matriz de precodificación PMI enviado por el extremo de recepción.

Etapa 603: El extremo de transmisión determina, según el indicador de matriz de precodificación PMI, una matriz de precodificación W seleccionada por el extremo de recepción de un libro de códigos en función de la señal de referencia, donde la matriz de precodificación W es un producto de dos matrices $W1$ y $W2$, donde la $W1$ incluye N_B matrices de bloque X_i , $N_B \geq 1$, y la $W1$ se indica como: $W1 = \text{diag}\{X_1, \dots, X_{N_B}\}$, donde $1 \leq i \leq N_B$, y una columna $x_{i,j}$ de cada matriz de bloques X_i es un producto de Kronecker de un primer vector A_{ij} y un segundo vector B_{ij} , es decir, $X_{ij} = A_{ij} \otimes B_{ij}$.

Específicamente, el extremo de transmisión puede obtener la matriz de precodificación W de un arreglo de antenas en el extremo de recepción según el PMI y según una relación que se especifica en el 3GPP y se establece entre un PMI y una matriz de precodificación.

5 Además, la matriz $W1$ puede ser una matriz que indica una característica de canal de una banda ancha, y la matriz $W2$ puede ser una matriz que indica una característica de canal de una subbanda; o la matriz $W1$ puede ser una matriz que indica una característica de canal de largo plazo, y la matriz $W2$ puede ser una matriz que indica una característica de canal de corto plazo.

10 La matriz $W2$ puede utilizarse para seleccionar un vector columna de la matriz $W1$ para constituir la matriz W , o utilizarse para realizar una combinación ponderada en los vectores columna de la matriz $W1$ para constituir la matriz W .

15 En esta realización, la columna $x_{i,j}$ de cada matriz de bloques X_i en la $W1$ representa un vector de haz tridimensional, la $x_{i,j}$ corresponde a una fase en el espacio tridimensional, y la fase se indica de forma conjunta mediante una fase en una dirección horizontal y una fase en una dirección vertical. El primer vector A_{ij} corresponde a una fase en una dirección horizontal, el segundo vector B_{ij} corresponde a una fase en una dirección vertical, y el producto directo $X_{ij} = A_{ij} \otimes B_{ij}$ del primer vector A_{ij} y el segundo vector B_{ij} corresponde a una fase que se encuentra en el espacio tridimensional y que se obtiene al combinar la fase en la dirección horizontal y la fase en la dirección vertical.

20 Específicamente, en la etapa 603, el primer vector A_{ij} puede ser un vector DFT en un primer libro de códigos A_i que corresponde a una dirección horizontal, es decir, que corresponde a un arreglo de antena plano bidimensional, y el segundo vector B_{ij} puede ser un vector DFT en un segundo libro de códigos B_i que corresponde a una dirección vertical, es decir, que corresponde al arreglo de antena plano bidimensional. El primer libro de códigos y el segundo libro de códigos pueden seleccionarse de libros de códigos existentes o pueden reconstruirse. Por ejemplo, para los arreglos de antenas planos bidimensionales 4×2 , puede considerarse que hay cuatro antenas en una dirección horizontal y dos antenas en una dirección vertical; por lo tanto, el primer libro de códigos A_i puede seleccionarse de un libro de códigos de LTE de cuatro antenas, y el segundo libro de códigos B_i puede seleccionarse de un libro de códigos de LTE de dos antenas, o las formas del primer libro de códigos A_i y el segundo libro de códigos B_i puede definirse por separado de otra forma.

30 En esta realización, para un libro de códigos que incluye una matriz de bloques X_i es una matriz $W1$, una columna $x_{i,j}$ de cada matriz de bloques X_i que representa un haz se define en la forma de un vector de haz tridimensional. Específicamente, la columna de la matriz de bloques se obtiene mediante una manera de calcular un producto de Kronecker de un primer vector A_{ij} que corresponde a una fase en una dirección horizontal y un segundo vector B_{ij} que corresponde a una fase en una dirección vertical, que indica que la fase en la dirección horizontal y la fase en la dirección vertical se combinan de modo que una característica del vector de haz tridimensional pueda reflejarse en el libro de códigos. Por lo tanto, un extremo de transmisión realiza la precodificación en función de una matriz de precodificación que es retroalimentada por un extremo de recepción y se selecciona de una estructura de libro de códigos en la presente invención, que puede mejorar de forma eficaz la precisión de precodificación, reduciendo de ese modo una pérdida de rendimiento y mejorando una capacidad de procesamiento del sistema.

40 En la realización anterior, específicamente en una implementación específica, además, todas las columnas de la matriz de bloques X_i se obtienen al calcular productos de Kronecker por pares de forma sucesiva de $N1$ primeros vectores consecutivos y $N2$ segundos vectores consecutivos. Por ejemplo, el primer vector se obtiene del primer libro de códigos A_i y hay cuatro primeros vectores en el primer libro de códigos: $A_{i,0}$, $A_{i,1}$, $A_{i,2}$ y $A_{i,3}$; el segundo vector se obtiene del segundo libro de códigos B_i , y hay cuatro segundos vectores en el segundo libro de códigos: $B_{i,0}$, $B_{i,1}$, $B_{i,2}$ y $B_{i,3}$; en este caso, las cuatro columnas $x_{i,0}$, $x_{i,1}$, $x_{i,2}$ y $x_{i,3}$ incluidas en la matriz de bloques X_i son respectivamente: $x_{i,0} = A_{i,0} \otimes B_{i,0}$, $x_{i,1} = A_{i,1} \otimes B_{i,1}$, $x_{i,2} = A_{i,2} \otimes B_{i,2}$ y $x_{i,3} = A_{i,3} \otimes B_{i,3}$.

45 Incluso, además, en la realización anterior, una cantidad $N1$ de primeros vectores es mayor o igual a una cantidad $N2$ de segundos vectores. Un intervalo de la fase en la dirección horizontal generalmente es $[0, 2\pi]$, un intervalo de la fase en la dirección vertical es $[0, \pi]$, y un cambio de un canal en una dirección vertical es más lento que un cambio de un canal en una dirección horizontal; por lo tanto, una granularidad por división de fase del segundo libro de códigos que representa una dirección vertical puede ser mayor que una granularidad por división de fase del primer libro de códigos que representa una dirección horizontal, es decir, la cantidad $N2$ de segundos vectores en el segundo libro de códigos puede ser menor o igual a la cantidad $N1$ de primeros vectores en el primer libro de códigos.

50 Además, todos los vectores de haz de una matriz de vector de haz tridimensional pueden dividirse adicionalmente en múltiples grupos de haces, de los cuales los grupos de haces adyacentes se solapan entre sí o no se solapan entre sí. Es decir, en la realización anterior, cada matriz de bloques X_i corresponde a un grupo de haces, y el grupo de haces puede dividirse de múltiples maneras.

55 Específicamente, para cualesquiera dos matrices de bloques adyacentes, X_i y X_{i+1} , si los segundos vectores que constituyen X_i y X_{i+1} son $N2$ segundos vectores consecutivos, donde $N2$ es mayor que 0, hay $s1$ primeros vectores iguales en dos grupos de primeros vectores que constituyen X_i y X_{i+1} , y $s1$ es mayor o igual a 0; y para cualesquiera dos matrices de bloques adyacentes, X_i y X_{i+1} , si los primeros vectores que constituyen X_i y X_{i+1} son

N1 primeros vectores consecutivos iguales, donde N1 es mayor que 0, hay s2 segundos vectores iguales en dos grupos de segundos vectores que constituyen X_i y X_{i+1} , y s2 es mayor o igual a 0, donde s1 representa una cantidad de grupos de haces solapados en una dirección horizontal y, cuando s1 es igual a 0, los grupos de haces no se solapan en la dirección horizontal; s2 representa una cantidad de grupos de haces solapados en una dirección vertical y, cuando s2 es igual a 0, los grupos de haces no se solapan en la dirección vertical; es posible que s1 y s2 sean 0, lo que corresponde a un caso en el cual no hay ningún grupo de haces solapados; es posible que ni s1 ni s2 sean 0, lo que corresponde a un caso en el cual hay grupos de haces solapados en una dirección horizontal y en una dirección vertical.

Preferiblemente, para garantizar la precisión de selección de un haz de borde dentro de cada grupo de vectores de haces, generalmente, los grupos de vectores de haces adyacentes se solapan hasta un grado particular, es decir, s1 o s2 es 0.

Además, preferiblemente, s1 es mayor o igual a s2. En este caso, pueden usarse menos grupos de haces en la dirección vertical y, por lo tanto, se reduce la sobrecarga de retroalimentación en la dirección vertical y todo el espacio tridimensional.

La Figura 7 es un diagrama de flujo de la Realización 2 de un método para determinar una matriz de precodificación según la presente invención. Un cuerpo de ejecución de esta realización es un extremo de transmisión, que puede ser una estación base o un UE. Cuando el cuerpo de ejecución, es decir, el extremo de transmisión es una estación base, de forma correspondiente, el extremo de recepción puede ser un UE; cuando el cuerpo de ejecución, es decir, el extremo de transmisión es un UE, de forma correspondiente, el extremo de recepción puede ser una estación base. El método para determinar una matriz de precodificación, en esta realización, corresponde a la Realización 2 del método para determinar un indicador de matriz de precodificación que se muestra en la Figura 4. Tal como se muestra en la Figura 7, el método, en esta realización, puede incluir las siguientes etapas:

Etapas 701: El extremo de transmisión envía una señal de referencia al extremo de recepción.

Cabe destacar que un tipo de la señal de referencia en la etapa 701 no se encuentra limitado en esta realización de la presente invención. Por ejemplo, la señal de referencia puede ser una señal de referencia de información de estado del canal (en inglés, Channel State Information Reference Signal - CSI RS), una señal de referencia de demodulación (Demodulation RS - DM RS) o una señal de referencia celular específica (en inglés, Cell-specific RS - CRS), y la CSI puede incluir, además, un indicador de calidad del canal (en inglés, Channel Quality Indicator/Index, abreviado CQI). También cabe destacar que, al recibir una notificación, tal como señalización de control de recursos de radio (en inglés, Radio Resource Control - RRC) o información de control de enlace descendente (en inglés, Downlink Control Information - DCI), de la estación base o en función de una identidad celular ID, el UE puede obtener una configuración de recurso de la señal de referencia y obtener la señal de referencia en un recurso correspondiente o en una subtrama correspondiente.

Etapas 702: El extremo de transmisión recibe un indicador de matriz de precodificación PMI enviado por el extremo de recepción.

Etapas 703: El extremo de transmisión determina, según el indicador de matriz de precodificación PMI, una matriz de precodificación W seleccionada por el extremo de recepción de un libro de códigos en función de la señal de referencia, donde la matriz de precodificación W es un producto de una matriz W1 y una matriz W2, donde la W1 incluye N_B matrices de bloques X_i , $N_B \geq 1$, y la W1 se indica como: $W1 = \text{diag} \{X_1, \dots, X_{N_B}\}$, donde $1 \leq i \leq N_B$, cada matriz de bloques X_i es un producto de Kronecker de un primer libro de códigos A_i y un segundo libro de códigos B_i , es decir, $X_i = A_i \otimes B_i$, cada columna del primer libro de códigos A_i es un vector de la transformada discreta de Fourier DFT M-dimensional, $M > 1$, cada columna del segundo libro de códigos B_i es un vector DFT N-dimensional, y $N > 1$.

Además, la matriz W1 puede ser una matriz que indica una característica de canal de una banda ancha, y la matriz W2 puede ser una matriz que indica una característica de canal de una subbanda; o la matriz W1 puede ser una matriz que indica una característica de canal de largo plazo, y la matriz W2 puede ser una matriz que indica una característica de canal de corto plazo.

La matriz W2 puede utilizarse para seleccionar un vector columna de la matriz W1 para constituir la matriz W, o utilizarse para realizar una combinación ponderada en los vectores columna de la matriz W1 para constituir la matriz W.

En esta realización, el primer libro de códigos A_i en la matriz de bloques X_i en la W1 puede ser una matriz o un vector DFT en una dirección horizontal, el segundo libro de códigos B_i es una matriz o un vector DFT en una dirección vertical, y la matriz de bloques X_i es la matriz W1 es un producto directo del primer libro de códigos y el segundo libro de códigos, o el libro de códigos generado en la W1 se encuentra en forma de un vector DFT en el espacio tridimensional (un vector DFT 3D) o una matriz DFT en el espacio tridimensional. Cada matriz o vector DFT en una dirección horizontal, matriz o vector DFT en una dirección vertical, y cada matriz o vector DFT 3D corresponden, respectivamente, a una fase en una dirección horizontal, una fase en una dirección vertical, y una fase en una dirección 3D. Por ejemplo, en un libro de códigos doble indica de ocho antenas en el lanzamiento 10 de 3GPP (en inglés

abreviado, Rel-10), 32 vectores DFT de cuatro antenas en una dirección horizontal corresponden a 32 fases que se dividen de forma uniforme dentro de un intervalo $[0, 2\pi]$.

Específicamente, en la etapa 703, para la matriz de bloques X_i en la matriz $W1$, el primer libro de códigos A_i representa un libro de códigos que corresponde a una dirección horizontal de un arreglo de antena plano bidimensional, y el segundo libro de códigos B_i representa un libro de códigos que corresponde a una dirección vertical del arreglo de antena plano bidimensional. Por ejemplo, para los arreglos de antenas planos bidimensionales 4×2 , puede considerarse que hay cuatro antenas en una dirección horizontal y dos antenas en una dirección vertical; por lo tanto, el primer libro de códigos A_i puede seleccionarse de un libro de códigos de LTE de cuatro antenas, y el segundo libro de códigos B_i puede seleccionarse de un libro de códigos de LTE de dos antenas, o las formas del primer libro de códigos A_i y el segundo libro de códigos B_i puede definirse por separado de otra forma.

En esta realización, en la etapa 703, para un libro de códigos que incluye una matriz de bloques X_i en una matriz $W1$, un primer libro de códigos A_i representa un libro de códigos que corresponde a una dirección horizontal de un arreglo de antena plano bidimensional, un segundo libro de códigos B_i representa un libro de códigos que corresponde a una dirección vertical del arreglo de antena plano bidimensional, y la selección del primer libro de códigos A_i y la selección del segundo libro de códigos B_i son mutuamente independientes; por lo tanto, una matriz de precodificación W , en esta realización, puede reflejar una característica de que las características de la dirección horizontal y la dirección vertical del arreglo de antena plano bidimensional son mutuamente independientes. Por lo tanto, un extremo de transmisión realiza la precodificación en función de una matriz de precodificación que es retroalimentada por un extremo de recepción y se selecciona de una estructura de libro de códigos en la presente invención, que puede mejorar de forma eficaz la precisión de precodificación, reduciendo de ese modo una pérdida de rendimiento y mejorando una capacidad de procesamiento del sistema.

En una implementación específica de la realización anterior, considerando que un cambio de un canal en una dirección vertical es más lento que un cambio de un canal en una dirección horizontal, cuando el cambio del canal en la presente memoria descriptiva se refiere a un cambio de una respuesta del canal en un dominio de tiempo, un dominio de frecuencia o un dominio de espacio, es posible usar métodos de cuantificación diferentes en una dirección horizontal y una dirección vertical. En los métodos de cuantificación diferentes, las granularidades de cuantificación o los intervalos de cuantificación son diferentes, es decir, se usan métodos de cuantificación diferentes para el primer libro de códigos A_i y el segundo libro de códigos B_i . Los métodos de cuantificación diferentes pueden incluir, específicamente, tres formas. En una primera forma, una granularidad de cuantificación del primer libro de códigos A_i es menor que una granularidad de cuantificación del segundo libro de códigos B_i , por ejemplo, la granularidad de cuantificación del primer libro de códigos es $\pi/32$, es decir, una fase que corresponde a cada vector en el espacio en el cual los vectores constituyen el primer libro de códigos es un número entero múltiplo de $\pi/32$, y la granularidad del segundo libro de códigos es $\pi/16$, es decir, una fase que corresponde a cada vector en el espacio en el cual los vectores constituyen el segundo libro de códigos es un número entero múltiplo de $\pi/16$. En una segunda forma, todas las diferencias de fase entre cualesquiera dos vectores adyacentes en el espacio en el cual los vectores constituyen el primer libro de códigos A_i son iguales, es decir, el primer libro de códigos A_i es un libro de códigos cuantificado de forma uniforme, y al menos dos diferencias de fase en el espacio en el cual los vectores constituyen el segundo libro de códigos B_i no son iguales, donde cada diferencia de fase es una diferencia de fase entre dos vectores adyacentes en el espacio de los vectores constituyentes, es decir, el segundo libro de códigos B_i es un libro de códigos cuantificado de forma no uniforme; por ejemplo, una diferencia de fase entre cualesquiera dos vectores adyacentes en el espacio en el cual los vectores constituyen el primer libro de códigos A_i es $\pi/32$, y en el espacio en el cual los vectores constituyen el segundo libro de códigos B_i una diferencia de fase entre el primer vector y el segundo vector adyacente es $\pi/24$, y una diferencia de fase entre el 22.º vector y el 23.º vector adyacente es $\pi/28$. En una tercera forma, el primer libro de códigos A_i usa un libro de códigos cuantificado de forma uniforme, es decir, todas las diferencias de fases entre cualesquiera dos palabras de código adyacentes son iguales, y el segundo libro de códigos B_i usa un libro de códigos cuantificado de forma no uniforme, es decir, todas las diferencias de fases entre cualesquiera dos palabras de código adyacentes no son iguales; o un libro de códigos en el cual cualesquiera dos palabras de código adyacentes tienen una diferencia de fase más pequeña puede usarse como el primer libro de códigos A_i , y un libro de códigos en el que cualesquiera dos palabras de código adyacentes tienen una diferencia de código más grande puede usarse como el segundo libro de códigos B_i , es decir, la granularidad de cuantificación del primer libro de códigos A_i es menor que la del segundo libro de códigos B_i .

En una forma de implementación, cada columna del primer libro de códigos A_i es un vector de la transformada discreta de Fourier DFT M-dimensional, donde M puede corresponder a una cantidad de antenas de transmisión en una dirección horizontal, $M > 1$, y todas las diferencias de fase entre cualesquiera dos columnas adyacentes de vectores DFT son iguales.

Cada columna del segundo libro de códigos B_i es un vector DFT N-dimensional, donde N puede corresponder a una cantidad de antenas de transmisión en una dirección vertical, $N > 1$, y al menos dos diferencias de fase entre dos columnas adyacentes de vectores DFT no son iguales.

Más específicamente, cada columna del primer libro de códigos A_i puede seleccionarse en un intervalo igual de N_a vectores DFT M-dimensionales que se distribuyen en un intervalo igual dentro de un intervalo de fase $[0, 2\pi]$, y $N_a > 1$. Cada columna del segundo libro de códigos puede seleccionarse de N_e vectores DFT N-dimensionales que se

distribuyen en un intervalo desigual dentro de un intervalo de fase $[0, \pi]$, y $N_e > 1$.

En otras palabras, hay N_a vectores DFT en una dirección horizontal, y hay N_e vectores DFT en una dirección vertical; en este caso, una fase que corresponde a cada vector DFT en una dirección horizontal es una de N_a fases que se dividen en un intervalo $[0, 2\pi]$, y una fase que corresponde a un vector DFT en una dirección vertical es una de N_e fases que se dividen en un intervalo $[0, \pi]$. Cabe destacar que el intervalo de fase $[0, 2\pi]$ en la dirección horizontal y el intervalo de fase $[0, \pi]$ en la dirección vertical son solo ejemplos. En la siguiente descripción, también se usan los intervalos en los ejemplos, pero puede usarse otro intervalo en una implementación específica.

Según las características del canal en la dirección horizontal y el canal en la dirección vertical, puede especificarse que el intervalo de fase $[0, 2\pi]$ en la dirección horizontal se divide de forma uniforme, y el intervalo de fase $[0, \pi]$ en la dirección vertical se divide de forma no uniforme, es decir, puede especificarse que todas las diferencias entre cualesquiera dos fases adyacentes de N_a fases son iguales, y todas las diferencias entre cualesquiera dos fases adyacentes de N_e fases no son iguales. Por ejemplo, algunos vectores DFT en la dirección vertical corresponden a $(2N_e/3)$ fases que se dividen de forma uniforme en un intervalo $[0, \pi/2]$, y los otros vectores DFT corresponden a $(N_e/3)$ fases que se dividen de forma uniforme en un intervalo $[\pi/2, \pi]$. Es decir, al usar $\pi/2$ como un centro, las fases que corresponden a vectores DFT en la dirección vertical se seleccionan respectivamente hacia arriba y hacia abajo mediante una granularidad k o una granularidad d . En la presente memoria descriptiva, la granularidad k para la selección hacia arriba es mayor o igual a la granularidad d para la selección hacia abajo.

En otra forma de implementación, debido a que el cambio del canal en la dirección vertical es más lento que el cambio del canal en la dirección horizontal, una cantidad de libros de códigos candidatos del primer libro de códigos puede ser mayor o igual a una cantidad de libros de códigos candidatos del segundo libro de códigos. Específicamente, por ejemplo, una cantidad de matrices de bloques X_i en la $W1$ es N_B , y una cantidad de primeros libros de códigos A_i y una cantidad de segundos libros de códigos B_i también puede ser N_B . Sin embargo, en esta forma de implementación, debido a que el cambio del canal en la dirección vertical es más lento que el cambio del canal en la dirección horizontal, una cantidad de segundos libros de códigos B_i puede ser menor que N_B . Por ejemplo, la cantidad de segundos libros de códigos B_i es $N_B/2$, y cuando se usa, cada segundo libro de códigos B_i se usa dos veces, y las matrices de bloques constituidas son, respectivamente, las siguientes: $X_1 = A_1 \otimes B_1$, $X_2 = A_2 \otimes B_1$, $X_3 = A_3 \otimes B_2$, $X_4 = A_4 \otimes B_2, \dots$, y $X_{N_B} = A_{N_B} \otimes B_{N_B/2}$.

De esta forma, la cantidad de segundos libros de códigos B_i es más pequeña y, por lo tanto, es posible reducir la sobrecarga de retroalimentación de una red.

Incluso, además, en otra forma de implementación, una diferencia de fase entre cualesquiera dos columnas adyacentes de vectores DFT en el segundo libro de códigos B_i es mayor o igual a una diferencia de fase entre cualesquiera dos columnas adyacentes de vectores DFT en el primer libro de códigos A_i . Es decir, un intervalo de fase entre vectores DFT en el segundo libro de códigos B_i es mayor que un intervalo de fase entre vectores DFT en el primer libro de códigos A_i , es decir, los vectores DFT en el segundo libro de códigos B_i están más dispersos. Por lo tanto, también puede reflejarse una característica de que el cambio del canal en la dirección vertical es más lento que el cambio del canal en la dirección horizontal.

La Figura 8 es un diagrama de flujo de la Realización 3 de un método para determinar una matriz de precodificación según la presente invención. Un cuerpo de ejecución de esta realización es un extremo de transmisión, que puede ser una estación base o un UE. Cuando el cuerpo de ejecución, es decir, el extremo de transmisión es una estación base, de forma correspondiente, el extremo de recepción puede ser un UE; cuando el cuerpo de ejecución, es decir, el extremo de transmisión es un UE, de forma correspondiente, el extremo de recepción puede ser una estación base. El método para determinar una matriz de precodificación, en esta realización, corresponde a la Realización 3 del método para determinar un indicador de matriz de precodificación que se muestra en la Figura 5. Tal como se muestra en la Figura 8, el método, en esta realización, puede incluir las siguientes etapas:

Etapa 801: El extremo de transmisión envía una señal de referencia al extremo de recepción.

Cabe destacar que un tipo de la señal de referencia en la etapa 801 no se encuentra limitado en esta realización de la presente invención. Por ejemplo, la señal de referencia puede ser una señal de referencia de información de estado del canal (en inglés, Channel State Information Reference Signal - CSI RS), una señal de referencia de demodulación (en inglés, Demodulation RS - DM RS) o una señal de referencia celular específica (en inglés, Cell-specific RS - CRS), y la CSI puede incluir, además, un indicador de calidad del canal (en inglés, Channel Quality Indicator/Index, abreviado CQI). También cabe destacar que, al recibir una notificación (tal como señalización de control de recursos de radio (en inglés, Radio Resource Control - RRC) o información de control de enlace descendente (en inglés, Downlink Control Information - DCI)), de la estación base o en función de una identidad celular ID, el UE puede obtener una configuración de recurso de la señal de referencia y obtener la señal de referencia en un recurso correspondiente o en una subtrama correspondiente.

Etapa 802: El extremo de transmisión recibe un indicador de matriz de precodificación PMI enviado por el extremo de recepción.

Etapa 803: El extremo de transmisión determina, según el indicador de matriz de precodificación PMI, una matriz de

precodificación W seleccionada por el extremo de recepción de un libro de códigos en función de la señal de referencia,

donde $W = \begin{bmatrix} W_a \\ W_b \end{bmatrix}$, donde

$$W_a = \begin{bmatrix} W_0 \\ W_1 \\ \dots \\ W_{(n-1)} \end{bmatrix}$$

la W_a es una segunda matriz de precodificación que incluye una primera matriz de precodificación W_i , $0 \leq i \leq n-1$, n es una cantidad de primeras matrices de precodificación que constituyen la W_a , y $n > 1$; y

5 la W_b es una tercera matriz de precodificación, donde $W_b = \Phi \times W_a$, y Φ es una matriz de rotación de fase de la W_a .

Específicamente, después de recibir el PMI, el extremo de transmisión puede obtener la matriz de precodificación W según el PMI y según una correspondencia que se encuentra en el 3GPP TS 36.213 y se da entre un PMI y una matriz de precodificación W.

10 Para un arreglo de antena plano bidimensional de una antena polarizada doble (es decir, un arreglo de antena plano bidimensional incluye al menos dos direcciones de polarización, por ejemplo, las dos direcciones de polarización pueden ser 45 grados positivos y 45 grados negativos o 0 grados y 90 grados), la segunda matriz de precodificación W_a puede representar una matriz de precodificación en una primera dirección de polarización, donde n puede ser una cantidad de puertos de antena en una dirección vertical, es decir, una cantidad de filas de arreglos de antena planos bidimensionales, y la tercera matriz de precodificación W_b puede representar una matriz de precodificación en una
15 segunda dirección de polarización.

La selección de la segunda matriz de precodificación W_a puede ser de la siguiente manera: Por ejemplo, para los arreglos de antena planos bidimensionales 2×4 , es decir, hay dos filas de antenas y cuatro antenas en cada fila, la

20 W_a puede ser: $W_a = \begin{bmatrix} W_0 \\ W_1 \end{bmatrix}$, y la W_0 y la W_1 pueden seleccionarse por separado de un libro de códigos de cuatro antenas en un sistema LTE, donde la W_0 y la W_1 pueden seleccionarse como libros de códigos iguales, o pueden seleccionarse como libros de códigos diferentes, lo que no se encuentra limitado en esta realización de la presente invención.

25 Debido a que puede considerarse que la matriz de precodificación en la segunda dirección de polarización puede obtenerse al rotar la matriz de precodificación en la primera dirección de polarización mediante una fase específica, y las características de la rotación de la fase de polarización que corresponden a cada fila de antenas en una dirección vertical son mutuamente independiente, la tercera matriz de precodificación W_b puede obtenerse al multiplicar la segunda matriz de precodificación W_a por la matriz de rotación de fase Φ . Específicamente, la tercera matriz de precodificación W_b puede indicarse como:

$W_b = \Phi \times W_a = \Phi \times \begin{bmatrix} W_0 \\ W_1 \\ \dots \\ W_{(n-1)} \end{bmatrix}$, en este caso, la tercera matriz de precodificación W_b puede reflejar una característica de que la rotación de fase se realiza independientemente en cada fila del arreglo de antena plano bidimensional que corresponde a la segunda matriz de precodificación W_a .

30 En esta realización, un extremo de recepción selecciona una matriz de precodificación W de un libro de códigos en

función de una señal de referencia, donde $W = \begin{bmatrix} W_a \\ W_b \end{bmatrix}$; se usa una estructura en la cual W_a y W_b están conectadas en paralelo, donde W_a y W_b , respectivamente, representan características de una primera dirección de polarización y una segunda dirección de polarización, y la W_b se obtiene al realizar independientemente la rotación de fase en cada fila de la W_a , de modo que pueda reflejarse una característica de que las fases de polarización en una dirección horizontal y una dirección vertical de un arreglo de antena plano bidimensional son mutuamente independientes, y pueda reflejarse una característica de que la rotación de fase en cada fila en la dirección vertical es independiente. Por lo tanto, un extremo de transmisión realiza la precodificación en función de una matriz de precodificación que es retroalimentada por el extremo de recepción y se construye en una estructura de libro de códigos en la presente invención, que puede mejorar de forma eficaz la precisión de precodificación, reduciendo de ese modo una pérdida de rendimiento y mejorando una capacidad de procesamiento del sistema.

Además, en la etapa 803 en la siguiente realización, la matriz de rotación de fase Φ puede ser una matriz diagonal

$$\Phi = \begin{bmatrix} \varphi_0 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots \\ 0 & \dots & \varphi_{n-1} \end{bmatrix}, \text{ donde } n > 1, \text{ y } \varphi_i = e^{j\theta_i}, \theta_i \in [0, 2\pi].$$

Es posible preestablecer un valor específico de θ_i . Por ejemplo, el valor de θ_i puede seleccionarse de una fase que corresponde a cualquier punto de constelación en una forma de modulación existente en el sistema de evolución a largo plazo LTE, donde la forma de modulación puede ser modulación por cambio de fase de cuadratura (en inglés, Quadrature Phase Shift Keying, abreviado QPSK), modulación por cambio de fase 8 (en inglés, 8 Phase Shift Keying, abreviado 8PSK), modulación de amplitud en cuadratura de fase 16 (en inglés, 16 Quadrature Amplitude Modulation, abreviado 16QAM), o similares. Por ejemplo, para QPSK, las fases que corresponden a los cuatro puntos de constelación son, respectivamente, $\{0, \pi/2, \pi, 3\pi/2\}$.

Específicamente, cada columna de la primera matriz de precodificación W_i puede ser un vector de la transformada discreta de Fourier (en inglés, Discrete Fourier Transform, abreviado DFT), o puede ser un vector columna de una matriz de Hadamard.

Específicamente, la primera matriz de precodificación W_i puede seleccionarse de un libro de códigos de dos antenas, un libro de códigos de cuatro antenas o un libro de códigos de ocho antenas en el sistema de evolución a largo plazo LTE.

La Figura 9 es un diagrama estructural esquemático de la Realización 1 de un extremo de recepción 900 según la presente invención. Tal como se muestra en la Figura 9, el extremo de recepción 900, en esta realización, puede incluir: un módulo de selección 901 y un módulo de emisión 902. El módulo de selección 901 puede configurarse para seleccionar una matriz de precodificación W de un libro de códigos en función de una señal de referencia enviada por un extremo de transmisión, donde la matriz de precodificación W es un producto de dos matrices $W1$ y $W2$, donde la $W1$ incluye N_B matrices de bloque X_i , $N_B \geq 1$, y la $W1$ se indica como: $W1 = \text{diag} \{X_1, \dots, X_{N_B}\}$, donde $1 \leq i \leq N_B$, y una columna $x_{i,j}$ de cada matriz de bloques X_i es un producto de Kronecker de un primer vector A_{ij} y un segundo vector B_{ij} , es decir, $X_{ij} = A_{ij} \otimes B_{ij}$.

El módulo de emisión 902 puede configurarse para enviar un indicador de matriz de precodificación PMI que corresponde a la matriz de precodificación W al extremo de transmisión, de modo que el extremo de transmisión obtenga la matriz de precodificación W de un arreglo de antena en el extremo de recepción según el PMI.

Además, todas las columnas de la matriz de bloques X_i se obtienen al calcular productos de Kronecker por pares de forma sucesiva de $N1$ primeros vectores consecutivos y $N2$ segundos vectores consecutivos.

Además, $N1$ es mayor o igual a $N2$.

Además, para cualesquiera dos matrices de bloques adyacentes, X_i y X_{i+1} , si los segundos vectores que constituyen X_i y X_{i+1} son $N2$ segundos vectores consecutivos iguales, donde $N2$ es mayor que 0, hay $s1$ primeros vectores iguales en dos grupos de primeros vectores que constituyen X_i y X_{i+1} , y $s1$ es mayor o igual a 0; y para cualesquiera dos matrices de bloques adyacentes, X_i y X_{i+1} , si los primeros vectores que constituyen X_i y X_{i+1} son $N1$ primeros vectores consecutivos iguales, donde $N1$ es mayor que 0, hay $s2$ segundos vectores iguales en dos grupos de segundos vectores que constituyen X_i y X_{i+1} , y $s2$ es mayor o igual a 0.

Además, $s1$ es mayor o igual a $s2$.

El extremo de recepción en esta realización puede configurarse para ejecutar la solución técnica en la realización del método que se muestra en la Figura 3. Los principios de implementación de este son similares, y los detalles no se describen nuevamente en la presente memoria descriptiva.

Según el extremo de recepción, en esta realización, para un libro de códigos que incluye una matriz de bloques X_i es una matriz $W1$, una columna $x_{i,j}$ de cada matriz de bloques X_i y que representa un haz se define en la forma de un vector de haz tridimensional. Específicamente, la columna de la matriz de bloques se obtiene mediante una manera de calcular un producto de Kronecker de un primer vector A_{ij} que corresponde a una fase en una dirección horizontal y un segundo vector B_{ij} que corresponde a una fase en una dirección vertical, que indica que la fase en la dirección horizontal y la fase en la dirección vertical se combinan de modo que una característica del vector de haz tridimensional pueda reflejarse en el libro de códigos. Por lo tanto, un extremo de transmisión realiza la precodificación en función de una matriz de precodificación que es retroalimentada por el extremo de recepción y se selecciona de una estructura de libro de códigos en la presente invención, que puede mejorar de forma eficaz la precisión de precodificación, reduciendo de ese modo una pérdida de rendimiento y mejorando una capacidad de procesamiento del sistema.

La Figura 10 es un diagrama estructural esquemático de la Realización 2 de un extremo de recepción 1000 según la presente invención. Tal como se muestra en la Figura 10, el extremo de recepción 1000, en esta realización, puede incluir: un módulo de selección 1001 y un módulo de emisión 1002. El módulo de selección 1001 puede configurarse para seleccionar una matriz de precodificación W de un libro de códigos en función de una señal de referencia enviada por un extremo de transmisión, donde la matriz de precodificación W es un producto de una matriz $W1$ y una matriz $W2$, donde

la $W1$ incluye N_B matrices de bloques X_i , $N_B \geq 1$, y la $W1$ se indica como: $W1 = \text{diag} \{X_1, \dots, X_{N_B}\}$, donde $1 \leq i \leq N_B$, cada matriz de bloques X_i es un producto de Kronecker de un primer libro de códigos A_i y un segundo libro de códigos B_i , es decir, $X_i = A_i \otimes B_i$, cada columna del primer libro de códigos A_i es un vector de la transformada discreta de Fourier DFT M -dimensional, $M > 1$, cada columna del segundo libro de códigos B_i es un vector DFT N -dimensional, y

$N > 1$.

El módulo de emisión 1002 puede configurarse para enviar un indicador de matriz de precodificación PMI que corresponde a la matriz de precodificación W al extremo de transmisión.

5 Además, todas las diferencias de fase entre cualesquiera dos columnas adyacentes de vectores DFT en el primer libro de códigos A_i son iguales.

Además, cada columna del primer libro de códigos se selecciona en un intervalo igual de N_a vectores DFT M -dimensionales que se distribuyen en un intervalo igual dentro de un intervalo de fase $[0, 2\pi]$, y $N_a > 1$.

Además, al menos dos diferencias de fase entre dos columnas de vectores DFT en el segundo libro de códigos B_i no son iguales.

10 Además, cada columna del segundo libro de códigos se selecciona de N_e vectores DFT N -dimensionales que se distribuyen en un intervalo desigual dentro de un intervalo de fase $[0, \pi]$, y $N_e > 1$.

Además, una cantidad de primeros libros de códigos es mayor o igual a una cantidad de segundos libros de códigos.

15 Además, una diferencia de fase entre cualesquiera dos columnas adyacentes de vectores DFT en el segundo libro de códigos B_i es mayor o igual a una diferencia de fase entre cualesquiera dos columnas adyacentes de vectores DFT en el primer libro de códigos A_i .

Además, la $W1$ es una matriz que indica una característica del canal de un ancho de banda, y la $W2$ es una matriz que indica una característica del canal de una subbanda; o la $W1$ es una matriz que indica una característica del canal a largo plazo, y la $W2$ es una matriz que indica una característica del canal a corto plazo.

20 Además, la matriz $W2$ se usa para seleccionar un vector columna de la matriz $W1$ para constituir la matriz W , o se usa para realizar una combinación ponderada en los vectores columna de la matriz $W1$ para constituir la matriz W .

El extremo de recepción en esta realización puede configurarse para ejecutar la solución técnica en la realización del método que se muestra en la Figura 4. Los principios de implementación de este son similares, y los detalles no se describen nuevamente en la presente memoria descriptiva.

25 Según el extremo de recepción, en esta realización, para un libro de códigos que incluye una matriz de bloques X_i en una matriz $W1$, un primer libro de códigos A_i representa un libro de códigos que corresponde a una dirección horizontal de un arreglo de antena plano bidimensional, un segundo libro de códigos B_i representa un libro de códigos que corresponde a una dirección vertical del arreglo de antena plano bidimensional, y la selección del primer libro de códigos A_i y la selección del segundo libro de códigos B_i son mutuamente independientes; por lo tanto, una matriz de precodificación W en esta realización puede reflejar una característica de que las características de la dirección horizontal y la dirección vertical del arreglo de antena plano bidimensional son mutuamente independientes. Por lo tanto, un extremo de transmisión realiza la precodificación en función de una matriz de precodificación que es retroalimentada por el extremo de recepción y se selecciona de una estructura de libro de códigos en la presente invención, que puede mejorar de forma eficaz la precisión de precodificación, reduciendo de ese modo una pérdida de rendimiento y mejorando una capacidad de procesamiento del sistema.

30

35

La Figura 11 es un diagrama estructural esquemático de la Realización 3 de un extremo de recepción 1100 según la presente invención. Tal como se muestra en la Figura 11, el extremo de recepción 1100, en esta realización, puede incluir: un módulo de selección 1101 y un módulo de emisión 1102.

El módulo de selección 1101 puede configurarse para seleccionar una matriz de precodificación W de un libro de

40 códigos en función de una señal de referencia enviada por un extremo de transmisión, donde $W = \begin{bmatrix} W_a \\ W_b \end{bmatrix}$, donde la W_a es una segunda matriz de precodificación que incluye una primera matriz de precodificación W_i ,

$W_a = \begin{bmatrix} W_0 \\ W_1 \\ \dots \\ W_{(n-1)} \end{bmatrix}$, $0 \leq i \leq n-1$, n es una cantidad de primeras matrices de precodificación que constituyen la W_a , y $n > 1$; y la W_b es una tercera matriz de precodificación, donde $W_b = \Phi \times W_a$, y Φ es una matriz de rotación de fase de la W_a .

45 El módulo de emisión 1102 puede configurarse para enviar un indicador de matriz de precodificación PMI que corresponde a la matriz de precodificación W al extremo de transmisión.

$$\Phi = \begin{bmatrix} \varphi_0 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots \\ 0 & \dots & \varphi_{n-1} \end{bmatrix}, \text{ y } \varphi_i = e^{j\theta_i}, \theta_i \in [0, 2\pi]$$

Además, la matriz de rotación de fase es una matriz diagonal

Además, cada columna de la primera matriz de precodificación es un vector de la transformada discreta de Fourier o un vector columna de una matriz de Hadamard.

Además, la primera matriz de precodificación se selecciona de un libro de códigos de dos antenas, un libro de códigos de cuatro antenas o un libro de códigos de ocho antenas en un sistema de evolución a largo plazo LTE.

El extremo de recepción en esta realización puede configurarse para ejecutar la solución técnica en la realización del método que se muestra en la Figura 5. Los principios de implementación de este son similares, y los detalles no se describen nuevamente en la presente memoria descriptiva.

El extremo de recepción, en esta realización, selecciona una matriz de precodificación W de un libro de códigos en

$$W = \begin{bmatrix} W_a \\ W_b \end{bmatrix}$$

función de una señal de referencia, donde W_a y W_b están conectadas en paralelo, donde W_a y W_b , respectivamente, representan características de una primera dirección de polarización y una segunda dirección de polarización, y la W_b se obtiene al realizar independientemente la rotación de fase en cada fila de la W_a , de modo que pueda reflejarse una característica de que las fases de polarización en una dirección horizontal y una dirección vertical de un arreglo de antena plano bidimensional son mutuamente independientes, y pueda reflejarse una característica de que la rotación de fase en cada fila en la dirección vertical es independiente. Por lo tanto, un extremo de transmisión realiza la precodificación en función de una matriz de precodificación que es retroalimentada por el extremo de recepción y se construye en una estructura de libro de códigos en la presente invención, que puede mejorar de forma eficaz la precisión de precodificación, reduciendo de ese modo una pérdida de rendimiento y mejorando una capacidad de procesamiento del sistema.

La Figura 12 es un diagrama estructural esquemático de la Realización 1 de un extremo de transmisión según la presente invención. El extremo de transmisión puede ser una estación base o una terminal. Tal como se muestra en la Figura 12, el extremo de transmisión 1200 en esta realización puede incluir: un módulo de emisión 1201, un módulo de recepción 1202, y un módulo de determinación 1203, donde:

el módulo de emisión 1201 puede configurarse para enviar una señal de referencia a un extremo de recepción 1200;

el módulo de recepción 1202 puede configurarse para recibir un indicador de matriz de precodificación PMI enviado por el extremo de recepción; y

el módulo de determinación 1203 puede configurarse para determinar, según el indicador de matriz de precodificación PMI, una matriz de precodificación W seleccionada por el extremo de recepción de un libro de códigos en función de la señal de referencia, donde la matriz de precodificación W es un producto de dos matrices W_1 y W_2 , donde

la W_1 incluye N_B matrices de bloque X_i , $N_B \geq 1$, y la W_1 se indica como: $W_1 = \text{diag} \{X_1, \dots, X_{N_B}\}$, donde $1 \leq i \leq N_B$, y una columna $x_{i,j}$ de cada matriz de bloques X_i es un producto de Kronecker de un primer vector A_{ij} y un segundo vector B_{ij} , es decir, $x_{i,j} = A_{ij} \otimes B_{ij}$.

Además, todas las columnas de la matriz de bloques X_i se obtienen al calcular productos de Kronecker por pares de forma sucesiva de N_1 primeros vectores consecutivos y N_2 segundos vectores consecutivos.

Además, N_1 es mayor o igual a N_2 .

Además, para cualesquiera dos matrices de bloques adyacentes, X_i y X_{i+1} , si los segundos vectores que constituyen X_i y X_{i+1} son N_2 segundos vectores consecutivos iguales, donde N_2 es mayor que 0, hay s_1 primeros vectores iguales en dos grupos de primeros vectores que constituyen X_i y X_{i+1} , y s_1 es mayor o igual a 0; y

para cualesquiera dos matrices de bloques adyacentes, X_i y X_{i+1} , si los primeros vectores que constituyen X_i y X_{i+1} son N_1 primeros vectores consecutivos iguales, donde N_1 es mayor que 0, hay s_2 segundos vectores iguales en dos grupos de segundos vectores que constituyen X_i y X_{i+1} , y s_2 es mayor o igual a 0.

Además, s_1 es mayor o igual a s_2 .

El extremo de transmisión en esta realización puede configurarse para ejecutar la solución técnica en la realización del método que se muestra en la Figura 6. Los principios de implementación de este son similares, y los detalles no se describen nuevamente en la presente memoria descriptiva.

Según el extremo de transmisión, en esta realización, para un libro de códigos que incluye una matriz de bloques X_i es una matriz W_1 , una columna $x_{i,j}$ de cada matriz de bloques X_i y que representa un haz se define en la forma de un

- vector de haz tridimensional. Específicamente, la columna de la matriz de bloques se obtiene mediante una manera de calcular un producto de Kronecker de un primer vector A_{ij} que corresponde a una fase en una dirección horizontal y un segundo vector B_{ij} que corresponde a una fase en una dirección vertical, que indica que la fase en la dirección horizontal y la fase en la dirección vertical se combinan de modo que una característica del vector de haz tridimensional pueda reflejarse en el libro de códigos. Por lo tanto, el extremo de transmisión realiza la precodificación en función de una matriz de precodificación que es retroalimentada por un extremo de recepción y se selecciona de una estructura de libro de códigos en la presente invención, que puede mejorar de forma eficaz la precisión de precodificación, reduciendo de ese modo una pérdida de rendimiento y mejorando una capacidad de procesamiento del sistema.
- La Figura 13 es un diagrama estructural esquemático de la Realización 2 de un extremo de transmisión 1300 según la presente invención. Tal como se muestra en la Figura 13, el extremo de transmisión 1300 en esta realización puede incluir: un módulo de emisión 1301, un módulo de recepción 1302, y un módulo de determinación 1303, donde el módulo de emisión 1301 puede configurarse para enviar una señal de referencia a un extremo de recepción;
- el módulo de recepción 1302 puede configurarse para recibir un indicador de matriz de precodificación PMI enviado por el extremo de recepción; y
- el módulo de determinación 1303 puede configurarse para determinar, según el indicador de matriz de precodificación PMI, una matriz de precodificación W seleccionada por el extremo de recepción de un libro de códigos en función de la señal de referencia, donde la matriz de precodificación W es un producto de una matriz $W1$ y una matriz $W2$, donde la $W1$ incluye N_B matrices de bloques X_i , $N_B \geq 1$, y la $W1$ se indica como: $W1 = \text{diag} \{X_1, \dots, X_{N_B}\}$, donde $1 \leq i \leq N_B$, cada matriz de bloques X_i es un producto de Kronecker de un primer libro de códigos A_i y un segundo libro de códigos B_i , es decir, $X_i = A_i \otimes B_i$, cada columna del primer libro de códigos A_i es un vector de la transformada discreta de Fourier DFT M -dimensional, $M > 1$, cada columna del segundo libro de códigos B_i es un vector DFT N -dimensional, y $N > 1$.
- Además, todas las diferencias de fase entre cualesquiera dos columnas adyacentes de vectores DFT en el primer libro de códigos A_i son iguales.
- Además, cada columna del primer libro de códigos se selecciona en un intervalo igual de N_a vectores DFT M -dimensionales que se distribuyen en un intervalo igual dentro de un intervalo de fase $[0, 2\pi]$, y $N_a > 1$.
- Además, al menos dos diferencias de fase entre dos columnas de vectores DFT en el segundo libro de códigos B_i no son iguales.
- Además, cada columna del segundo libro de códigos se selecciona de N_e vectores DFT N -dimensionales que se distribuyen en un intervalo desigual dentro de un intervalo de fase $[0, \pi]$, y $N_e > 1$.
- Además, una cantidad de primeros libros de códigos es mayor o igual a una cantidad de segundos libros de códigos.
- Además, una diferencia de fase entre cualesquiera dos columnas adyacentes de vectores DFT en el segundo libro de códigos B_i es mayor o igual a una diferencia de fase entre cualesquiera dos columnas adyacentes de vectores DFT en el primer libro de códigos A_i .
- Además, la $W1$ es una matriz que indica una característica del canal de un ancho de banda, y la $W2$ es una matriz que indica una característica del canal de una subbanda; o
- la $W1$ es una matriz que indica una característica del canal a largo plazo, y la $W2$ es una matriz que indica una característica del canal a corto plazo.
- Además, la matriz $W2$ se usa para seleccionar un vector columna de la matriz $W1$ para constituir la matriz W , o se usa para realizar una combinación ponderada en los vectores columna de la matriz $W1$ para constituir la matriz W .
- El extremo de transmisión en esta realización puede configurarse para ejecutar la solución técnica en la realización del método que se muestra en la Figura 7. Los principios de implementación de este son similares, y los detalles no se describen nuevamente en la presente memoria descriptiva.
- Según el extremo de transmisión, en esta realización, para un libro de códigos que incluye una matriz de bloques X_i en una matriz $W1$, un primer libro de códigos A_i representa un libro de códigos que corresponde a una dirección horizontal de un arreglo de antena plano bidimensional, un segundo libro de códigos B_i representa un libro de códigos que corresponde a una dirección vertical del arreglo de antena plano bidimensional, y la selección del primer libro de códigos A_i y la selección del segundo libro de códigos B_i son mutuamente independientes; por lo tanto, una matriz de precodificación W en esta realización puede reflejar una característica de que las características de la dirección horizontal y la dirección vertical del arreglo de antena plano bidimensional son mutuamente independientes. Por lo tanto, el extremo de transmisión realiza la precodificación en función de una matriz de precodificación que es retroalimentada por un extremo de recepción y se selecciona de una estructura de libro de códigos en la presente invención, que puede mejorar de forma eficaz la precisión de precodificación, reduciendo de ese modo una pérdida

de rendimiento y mejorando una capacidad de procesamiento del sistema.

La Figura 14 es un diagrama estructural esquemático de la Realización 3 de un extremo de transmisión 1400 según la presente invención. Tal como se muestra en la Figura 14, el extremo de transmisión 1400, en esta realización, puede incluir:

5 un módulo de emisión 1401, que puede configurarse para enviar una señal de referencia a un extremo de recepción; un módulo de recepción 1402, que puede configurarse para recibir un indicador de matriz de precodificación PMI enviado por el extremo de recepción; y

un módulo de determinación 1403, que puede configurarse para determinar, según el indicador de matriz de precodificación PMI, una matriz de precodificación W seleccionada por el extremo de recepción de un libro de códigos

10 en función de la señal de referencia, donde $W = \begin{bmatrix} W_a \\ W_b \end{bmatrix}$, donde

$$W_a = \begin{bmatrix} W_0 \\ W_1 \\ \dots \\ W_{(n-1)} \end{bmatrix}$$

la W_a es una segunda matriz de precodificación que incluye una primera matriz de precodificación W_i , $0 \leq i \leq n-1$, n es una cantidad de primeras matrices de precodificación que constituyen la W_a , y $n > 1$; y la W_b es una tercera matriz de precodificación, donde $W_b = \Phi \times W_a$, y Φ es una matriz de rotación de fase de la W_a .

$$\Phi = \begin{bmatrix} \varphi_0 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots \\ 0 & \dots & \varphi_{n-1} \end{bmatrix}, \text{ y } \varphi_i = e^{j\theta_i}, \theta_i \in [0, 2\pi].$$

Además, la matriz de rotación de fase es una matriz diagonal

15 Además, cada columna de la primera matriz de precodificación es un vector de la transformada discreta de Fourier o un vector columna de una matriz de Hadamard.

Además, la primera matriz de precodificación se selecciona de un libro de códigos de dos antenas, un libro de códigos de cuatro antenas o un libro de códigos de ocho antenas en un sistema de evolución a largo plazo LTE.

20 El extremo de transmisión en esta realización puede configurarse para ejecutar la solución técnica en la realización del método que se muestra en la Figura 8. Los principios de implementación de este son similares, y los detalles no se describen nuevamente en la presente memoria descriptiva.

25 Según el extremo de transmisión en esta realización, una matriz de precodificación $W = \begin{bmatrix} W_a \\ W_b \end{bmatrix}$ usa una estructura en la cual W_a y W_b están conectadas en paralelo, donde W_a y W_b , respectivamente, representan características de una primera dirección de polarización y una segunda dirección de polarización, y la W_b se obtiene al realizar independientemente la rotación de fase en cada fila de la W_a , de modo que pueda reflejarse una característica de que las fases de polarización en una dirección horizontal y una dirección vertical de un arreglo de antena plano bidimensional son mutuamente independientes, y pueda reflejarse una característica de que la rotación de fase en cada fila en la dirección vertical es independiente. Por lo tanto, el extremo de transmisión realiza la precodificación en función de una matriz de precodificación que es retroalimentada por un extremo de recepción y se construye en una estructura de libro de códigos en la presente invención, que puede mejorar de forma eficaz la precisión de precodificación, reduciendo de ese modo una pérdida de rendimiento y mejorando una capacidad de procesamiento del sistema.

35 La Figura 15 es un diagrama esquemático de una estructura de hardware de la Realización 1 de un dispositivo de recepción 1500 según la presente invención. El dispositivo de recepción puede ser una estación base o una terminal. Tal como se muestra en la Figura 15, el dispositivo de recepción 1500, en esta realización, puede incluir: un procesador 1501 y un transmisor 1502. Opcionalmente, el dispositivo de recepción 1500 puede incluir, además, una memoria 1503. El procesador 1501, el transmisor 1502, y la memoria 1503 pueden conectarse mediante el uso de un bus de sistema o de otra forma, y un ejemplo de conexión mediante el uso de un bus de sistema se usa en la Figura 15. El bus de sistema puede ser un bus ISA, un bus PCI, un bus EISA, o similares. El bus de sistema puede clasificarse en un bus de dirección, un bus de datos, un bus de control, y similares. Para facilitar la ilustración, solo se usa una línea en la Figura 15 para representar el bus, pero no indica que hay un solo bus o un solo tipo de bus.

40 El procesador 1501 puede configurarse para seleccionar una matriz de precodificación W de un libro de códigos en función de una señal de referencia enviada por un dispositivo de emisión, donde la matriz de precodificación W es un producto de dos matrices W_1 y W_2 , donde

la W_1 incluye N_B matrices de bloque X_i , $N_B \geq 1$, y la W_1 se indica como: $W_1 = \text{diag} \{X_1, \dots, X_{N_B}\}$, donde $1 \leq i \leq N_B$, y una columna $x_{i,j}$ de cada matriz de bloques X_i es un producto de Kronecker de un primer vector A_{ij} y un segundo vector B_{ij} , es decir, $x_{ij} = A_{ij} \otimes B_{ij}$.

5 El transmisor 1502 puede configurarse para enviar un indicador de matriz de precodificación PMI que corresponde a la matriz de precodificación W al dispositivo de emisión, de modo que el dispositivo de emisión obtiene la matriz de precodificación W de un arreglo de antena del dispositivo de recepción 1500 según el PMI.

Además, todas las columnas de la matriz de bloques X_i se obtienen al calcular productos de Kronecker por pares de forma sucesiva de N_1 primeros vectores consecutivos y N_2 segundos vectores consecutivos.

Además, N_1 es mayor o igual a N_2 .

10 Además, para cualesquiera dos matrices de bloques adyacentes, X_i y X_{i+1} , si los segundos vectores que constituyen X_i y X_{i+1} son N_2 segundos vectores consecutivos iguales, donde N_2 es mayor que 0, hay s_1 primeros vectores iguales en dos grupos de primeros vectores que constituyen X_i y X_{i+1} , y s_1 es mayor o igual a 0; y

15 para cualesquiera dos matrices de bloques adyacentes, X_i y X_{i+1} , si los primeros vectores que constituyen X_i y X_{i+1} son N_1 primeros vectores consecutivos iguales, donde N_1 es mayor que 0, hay s_2 segundos vectores iguales en dos grupos de segundos vectores que constituyen X_i y X_{i+1} , y s_2 es mayor o igual a 0.

Además, s_1 es mayor o igual a s_2 .

El dispositivo de recepción, en esta realización, puede configurarse para ejecutar la solución técnica en la realización del método que se muestra en la Figura 3. Los principios de implementación de este son similares, y los detalles no se describen nuevamente en la presente memoria descriptiva.

20 Según el dispositivo de recepción, en esta realización, para un libro de códigos que incluye una matriz de bloques X_i es una matriz W_1 , una columna $x_{i,j}$ de cada matriz de bloques X_i y que representa un haz se define en la forma de un vector de haz tridimensional. Específicamente, la columna de la matriz de bloques se obtiene mediante una manera de calcular un producto de Kronecker de un primer vector A_{ij} que corresponde a una fase en una dirección horizontal y un segundo vector B_{ij} que corresponde a una fase en una dirección vertical, que indica que la fase en la dirección horizontal y la fase en la dirección vertical se combinan de modo que una característica del vector de haz tridimensional pueda reflejarse en el libro de códigos. Por lo tanto, un dispositivo de emisión realiza la precodificación en función de una matriz de precodificación que es retroalimentada por el dispositivo de recepción y se selecciona de una estructura de libro de códigos en la presente invención, que puede mejorar de forma eficaz la precisión de precodificación, reduciendo de ese modo una pérdida de rendimiento y mejorando una capacidad de procesamiento del sistema.

30 La Figura 16 es un diagrama esquemático de una estructura de hardware de la Realización 2 de un dispositivo de recepción 1600 según la presente invención. El dispositivo de recepción puede ser una estación base o una terminal. Tal como se muestra en la Figura 16, el dispositivo de recepción 1600, en esta realización, puede incluir: un procesador 1601 y un transmisor 1602. Opcionalmente, el dispositivo de recepción 1600 puede incluir, además, una memoria 1603. El procesador 1601, el transmisor 1602, y la memoria 1603 pueden conectarse mediante el uso de un bus de sistema o de otra forma, y un ejemplo de conexión mediante el uso de un bus de sistema se usa en la Figura 16. El bus de sistema puede ser un bus ISA, un bus PCI, un bus EISA, o similares. El bus de sistema puede clasificarse en un bus de dirección, un bus de datos, un bus de control, y similares. Para facilitar la ilustración, solo se usa una línea en la Figura 16 para representar el bus, pero no indica que hay un solo bus o un solo tipo de bus.

35 El procesador 1601 puede configurarse para seleccionar una matriz de precodificación W de un libro de códigos en función de una señal de referencia enviada por un dispositivo de emisión, donde la matriz de precodificación W es un producto de una matriz W_1 y una matriz W_2 , donde

40 la W_1 incluye N_B matrices de bloque X_i , $N_B \geq 1$, y la W_1 se indica como: $W_1 = \text{diag} \{X_1, \dots, X_{N_B}\}$, donde $1 \leq i \leq N_B$, cada matriz de bloques X_i es un producto de Kronecker de un primer vector A_{ij} y un segundo vector B_{ij} , es decir, $X_i = A_i \otimes B_i$, cada columna del primer libro de códigos A_i es un vector de la transformada discreta de Fourier DFT M -dimensional, $M > 1$, cada columna del segundo libro de códigos B_i es un vector DFT N -dimensional, y $N > 1$.

45 El transmisor 1602 puede configurarse para enviar un indicador de matriz de precodificación PMI que corresponde a la matriz de precodificación W al dispositivo de emisión.

Además, todas las diferencias de fase entre cualesquiera dos columnas adyacentes de vectores DFT en el primer libro de códigos A_i son iguales.

50 Además, cada columna del primer libro de códigos se selecciona en un intervalo igual de N_a vectores DFT M -dimensionales que se distribuyen en un intervalo igual dentro de un intervalo de fase $[0, 2\pi]$, y $N_a > 1$.

Además, al menos dos diferencias de fase entre dos columnas de vectores DFT en el segundo libro de códigos B_i no son iguales.

Además, cada columna del segundo libro de códigos se selecciona de N_e vectores DFT N-dimensionales que se distribuyen en un intervalo desigual dentro de un intervalo de fase $[0, \pi]$, y $N_e > 1$.

Además, una cantidad de primeros libros de códigos es mayor o igual a una cantidad de segundos libros de códigos.

5 Además, una diferencia de fase entre cualesquiera dos columnas adyacentes de vectores DFT en el segundo libro de códigos B_i es mayor o igual a una diferencia de fase entre cualesquiera dos columnas adyacentes de vectores DFT en el primer libro de códigos A_i .

Además, la $W1$ es una matriz que indica una característica del canal de un ancho de banda, y la $W2$ es una matriz que indica una característica del canal de una subbanda; o

10 la $W1$ es una matriz que indica una característica del canal a largo plazo, y la $W2$ es una matriz que indica una característica del canal a corto plazo.

Además, la matriz $W2$ se usa para seleccionar un vector columna de la matriz $W1$ para constituir la matriz W , o se usa para realizar una combinación ponderada en los vectores columna de la matriz $W1$ para constituir la matriz W .

15 El dispositivo de recepción, en esta realización, puede configurarse para ejecutar la solución técnica en la realización del método que se muestra en la Figura 4. Los principios de implementación de este son similares, y los detalles no se describen nuevamente en la presente memoria descriptiva.

20 Según el dispositivo de recepción, en esta realización, para un libro de códigos que incluye una matriz de bloques X_i en una matriz $W1$, un primer libro de códigos A_i representa un libro de códigos que corresponde a una dirección horizontal de un arreglo de antena plano bidimensional, un segundo libro de códigos B_i representa un libro de códigos que corresponde a una dirección vertical del arreglo de antena plano bidimensional, y la selección del primer libro de códigos A_i y la selección del segundo libro de códigos B_i son mutuamente independientes; por lo tanto, una matriz de precodificación W en esta realización puede reflejar una característica de que las características de la dirección horizontal y la dirección vertical del arreglo de antena plano bidimensional son mutuamente independientes. Por lo tanto, un dispositivo de emisión realiza la precodificación en función de una matriz de precodificación que es retroalimentada por el dispositivo de recepción y se selecciona de una estructura de libro de códigos en la presente invención, que puede mejorar de forma eficaz la precisión de precodificación, reduciendo de ese modo una pérdida de rendimiento y mejorando una capacidad de procesamiento del sistema.

30 La Figura 17 es un diagrama esquemático de una estructura de hardware de la Realización 3 de un dispositivo de recepción 1700 según la presente invención. El dispositivo de recepción puede ser una estación base o una terminal. Tal como se muestra en la Figura 17, el dispositivo de recepción 1700, en esta realización, puede incluir: un procesador 1701 y un transmisor 1702. Opcionalmente, el dispositivo de recepción 1700 puede incluir, además, una memoria 1703. El procesador 1701, el transmisor 1702, y la memoria 1703 pueden conectarse mediante el uso de un bus de sistema o de otra forma, y un ejemplo de conexión mediante el uso de un bus de sistema se usa en la Figura 17. El bus de sistema puede ser un bus ISA, un bus PCI, un bus EISA, o similares. El bus de sistema puede clasificarse en un bus de dirección, un bus de datos, un bus de control, y similares. Para facilitar la ilustración, solo se usa una línea en la Figura 17 para representar el bus, pero no indica que hay un solo bus o un solo tipo de bus.

35 El procesador 1701 puede configurarse para seleccionar una matriz de precodificación W de un libro de códigos en

función de una señal de referencia enviada por un dispositivo de emisión, donde $W = \begin{bmatrix} Wa \\ Wb \end{bmatrix}$, donde la Wa es una

segunda matriz de precodificación que incluye una primera matriz de precodificación W_i , es una cantidad de primeras matrices de precodificación que constituyen la Wa , y $n > 1$; y $Wa = \begin{bmatrix} W0 \\ W1 \\ \dots \\ W(n-1) \end{bmatrix}$, $0 \leq i \leq n-1$, n

40 la Wb es una tercera matriz de precodificación, donde $Wb = \Phi \times Wa$, y Φ es una matriz de rotación de fase de la Wa .

El transmisor 1702 puede configurarse para enviar un indicador de matriz de precodificación PMI que corresponde a la matriz de precodificación W al dispositivo de emisión.

$$\Phi = \begin{bmatrix} \varphi_0 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots \\ 0 & \dots & \varphi_{n-1} \end{bmatrix}$$

Además, la matriz de rotación de fase es una matriz diagonal, y $\varphi_i = e^{j\theta_i}$, $\theta_i \in [0, 2\pi]$.

45 Además, cada columna de la primera matriz de precodificación es un vector de la transformada discreta de Fourier o un vector columna de una matriz de Hadamard.

Además, la primera matriz de precodificación se selecciona de un libro de códigos de dos antenas, un libro de códigos de cuatro antenas o un libro de códigos de ocho antenas en un sistema de evolución a largo plazo LTE.

El dispositivo de recepción, en esta realización, puede configurarse para ejecutar la solución técnica en la realización del método que se muestra en la Figura 5. Los principios de implementación de este son similares, y los detalles no se describen nuevamente en la presente memoria descriptiva.

El dispositivo de recepción, en esta realización, selecciona una matriz de precodificación W de un libro de códigos en

$$W = \begin{bmatrix} W_a \\ W_b \end{bmatrix}$$

función de una señal de referencia, donde W_a y W_b están conectadas en paralelo, donde W_a y W_b , respectivamente, representan características de una primera dirección de polarización y una segunda dirección de polarización, y la W_b se obtiene al realizar independientemente la rotación de fase en cada fila de la W_a , de modo que pueda reflejarse una característica de que las fases de polarización en una dirección horizontal y una dirección vertical de un arreglo de antena plano bidimensional son mutuamente independientes, y pueda reflejarse una característica de que la rotación de fase en cada fila en la dirección vertical es independiente. Por lo tanto, un dispositivo de emisión realiza la precodificación en función de una matriz de precodificación que es retroalimentada por el dispositivo de recepción y se construye en una estructura de libro de códigos en la presente invención, que puede mejorar de forma eficaz la precisión de precodificación, reduciendo de ese modo una pérdida de rendimiento y mejorando una capacidad de procesamiento del sistema.

La Figura 18 es un diagrama esquemático de una estructura de hardware de la Realización 1 de un dispositivo de emisión 1800 según la presente invención. El dispositivo de emisión puede ser una estación base o una terminal. Tal como se muestra en la Figura 18, el dispositivo de emisión 1800, en esta realización, puede incluir: un transmisor 1801, un receptor 1802, y un procesador 1803. Opcionalmente, el dispositivo de recepción 1800 puede incluir, además, una memoria 1804. El transmisor 1801, el receptor 1802, el procesador 1803 y la memoria 1804 pueden conectarse mediante el uso de un bus de sistema o de otra forma, y un ejemplo de conexión mediante el uso de un bus de sistema se usa en la Figura 18. El bus de sistema puede ser un bus ISA, un bus PCI, un bus EISA, o similares. El bus de sistema puede clasificarse en un bus de dirección, un bus de datos, un bus de control, y similares. Para facilitar la ilustración, se usa solo una línea en la Figura 18 para representar el bus, pero no indica que hay un solo bus o un solo tipo de bus.

El transmisor 1801 puede configurarse para enviar una señal de referencia a un dispositivo de recepción; el receptor 1802 puede configurarse para recibir un indicador de matriz de precodificación PMI enviado por el dispositivo de recepción; el procesador 1803 puede configurarse para determinar, según el indicador de matriz de precodificación PMI, una matriz de precodificación W seleccionada por el dispositivo de recepción de un libro de códigos en función de una señal de referencia, donde la matriz de precodificación W es un producto de dos matrices W_1 y W_2 , donde la W_1 incluye N_B matriz de precodificación X_i , $N_B \geq 1$, y la W_1 se indica como: $W_1 = \text{diag} \{X_1, \dots, X_{N_B}\}$, donde $1 \leq i \leq N_B$, y una columna $x_{i,j}$ de cada matriz de bloques X_i es un producto de Kronecker de un primer vector A_{ij} y un segundo vector B_{ij} , es decir, $x_{i,j} = A_{ij} \otimes B_{ij}$.

Además, todas las columnas de la matriz de bloques X_i se obtienen al calcular productos de Kronecker por pares de forma sucesiva de N_1 primeros vectores consecutivos y N_2 segundos vectores consecutivos.

Además, N_1 es mayor o igual a N_2 .

Además, para cualesquiera dos matrices de bloques adyacentes, X_i y X_{i+1} , si los segundos vectores que constituyen X_i y X_{i+1} son N_2 segundos vectores consecutivos iguales, donde N_2 es mayor que 0, hay s_1 primeros vectores iguales en dos grupos de primeros vectores que constituyen X_i y X_{i+1} , y s_1 es mayor o igual a 0; y

para cualesquiera dos matrices de bloques adyacentes, X_i y X_{i+1} , si los primeros vectores que constituyen X_i y X_{i+1} son N_1 primeros vectores consecutivos iguales, donde N_1 es mayor que 0, hay s_2 segundos vectores iguales en dos grupos de segundos vectores que constituyen X_i y X_{i+1} , y s_2 es mayor o igual a 0.

Además, s_1 es mayor o igual a s_2 .

El dispositivo de emisión, en esta realización, puede configurarse para ejecutar la solución técnica en la realización del método que se muestra en la Figura 6. Los principios de implementación de este son similares, y los detalles no se describen nuevamente en la presente memoria descriptiva.

Según el dispositivo de emisión, en esta realización, para un libro de códigos que incluye una matriz de bloques X_i es una matriz W_1 , una columna $x_{i,j}$ de cada matriz de bloques X_i y que representa un haz se define en la forma de un vector de haz tridimensional. Específicamente, la columna de la matriz de bloques se obtiene mediante una manera de calcular un producto de Kronecker de un primer vector A_{ij} que corresponde a una fase en una dirección horizontal y un segundo vector B_{ij} que corresponde a una fase en una dirección vertical, que indica que la fase en la dirección horizontal y la fase en la dirección vertical se combinan de modo que una característica del vector de haz tridimensional pueda reflejarse en el libro de códigos. Por lo tanto, el dispositivo de emisión realiza la precodificación en función de una matriz de precodificación que es retroalimentada por un dispositivo de recepción y se selecciona de una estructura

de libro de códigos en la presente invención, que puede mejorar de forma eficaz la precisión de precodificación, reduciendo de ese modo una pérdida de rendimiento y mejorando una capacidad de procesamiento del sistema.

La Figura 19 es un diagrama esquemático de una estructura de hardware de la Realización 2 de un dispositivo de emisión 1900 según la presente invención. El dispositivo de emisión 1900, en esta realización, puede incluir: un transmisor 1901, un receptor 1902, y un procesador 1903. Opcionalmente, el dispositivo de emisión 1900 puede incluir, además, una memoria 1904. El transmisor 1901, el receptor 1902, el procesador 1903 y la memoria 1904 pueden conectarse mediante el uso de un bus de sistema o de otra forma, y un ejemplo de conexión mediante el uso de un bus de sistema se usa en la Figura 19. El bus de sistema puede ser un bus ISA, un bus PCI, un bus EISA, o similares. El bus de sistema puede clasificarse en un bus de dirección, un bus de datos, un bus de control, y similares. Para facilitar la ilustración, se usa solo una línea en la Figura 19 para representar el bus, pero no indica que hay un solo bus o un solo tipo de bus.

El transmisor 1901 puede configurarse para enviar una señal de referencia a un dispositivo de recepción; el receptor 1902 puede configurarse para recibir un indicador de matriz de precodificación PMI enviado por el dispositivo de recepción; el procesador 1903 puede configurarse para determinar, según el indicador de matriz de precodificación PMI, una matriz de precodificación W seleccionada por el dispositivo de recepción de un libro de códigos en función de una señal de referencia, donde la matriz de precodificación W es un producto de una matriz W_1 y una matriz W_2 , donde

la W_1 incluye N_B matrices de bloque X_i , $N_B \geq 1$, y la W_1 se indica como: $W_1 = \text{diag} \{X_1, \dots, X_{N_B}\}$, donde $1 \leq i \leq N_B$, cada matriz de bloques X_i es un producto de Kronecker de un primer libro de códigos A_i y un segundo libro de códigos B_i , es decir, $X_i = A_i \otimes B_i$, cada columna del primer libro de códigos A_i es un vector de la transformada discreta de Fourier DFT M -dimensional. $M > 1$, cada columna del segundo libro de códigos B_i es un vector DFT N -dimensional, y $N > 1$.

Además, todas las diferencias de fase entre cualesquiera dos columnas adyacentes de vectores DFT en el primer libro de códigos A_i son iguales.

Además, cada columna del primer libro de códigos se selecciona en un intervalo igual de N_a vectores DFT M -dimensionales que se distribuyen en un intervalo igual dentro de un intervalo de fase $[0, 2\pi]$, y $N_a > 1$.

Además, al menos dos diferencias de fase entre dos columnas de vectores DFT en el segundo libro de códigos B_i no son iguales.

Además, cada columna del segundo libro de códigos se selecciona de N_e vectores DFT N -dimensionales que se distribuyen en un intervalo desigual dentro de un intervalo de fase $[0, \pi]$, y $N_e > 1$.

Además, una cantidad de primeros libros de códigos es mayor o igual a una cantidad de segundos libros de códigos.

Además, una diferencia de fase entre cualesquiera dos columnas adyacentes de vectores DFT en el segundo libro de códigos B_i es mayor o igual a una diferencia de fase entre cualesquiera dos columnas adyacentes de vectores DFT en el primer libro de códigos A_i .

Además, la W_1 es una matriz que indica una característica del canal de un ancho de banda, y la W_2 es una matriz que indica una característica del canal de una subbanda; o

la W_1 es una matriz que indica una característica del canal a largo plazo, y la W_2 es una matriz que indica una característica del canal a corto plazo.

Además, la matriz W_2 se usa para seleccionar un vector columna de la matriz W_1 para constituir la matriz W , o se usa para realizar una combinación ponderada en los vectores columna de la matriz W_1 para constituir la matriz W .

El dispositivo de emisión, en esta realización, puede configurarse para ejecutar la solución técnica en la realización del método que se muestra en la Figura 7. Los principios de implementación de este son similares, y los detalles no se describen nuevamente en la presente memoria descriptiva.

Según el dispositivo de emisión, en esta realización, para un libro de códigos que incluye una matriz de bloques X_i en una matriz W_1 , un primer libro de códigos A_i representa un libro de códigos que corresponde a una dirección horizontal de un arreglo de antena plano bidimensional, un segundo libro de códigos B_i representa un libro de códigos que corresponde a una dirección vertical del arreglo de antena plano bidimensional, y la selección del primer libro de códigos A_i y la selección del segundo libro de códigos B_i son mutuamente independientes; por lo tanto, una matriz de precodificación W en esta realización puede reflejar una característica de que las características de la dirección horizontal y la dirección vertical del arreglo de antena plano bidimensional son mutuamente independientes. Por lo tanto, el dispositivo de emisión realiza la precodificación en función de una matriz de precodificación que es retroalimentada por un dispositivo de recepción y se selecciona de una estructura de libro de códigos en la presente invención, que puede mejorar de forma eficaz la precisión de precodificación, reduciendo de ese modo una pérdida de rendimiento y mejorando una capacidad de procesamiento del sistema.

La Figura 20 es un diagrama esquemático de una estructura de hardware de la Realización 3 de un dispositivo de emisión 2000 según la presente invención. El dispositivo de emisión puede ser una estación base o una terminal. Tal como se muestra en la Figura 20, el dispositivo de emisión 2000, en esta realización, puede incluir: un transmisor 2001, un receptor 2002, y un procesador 2003. Opcionalmente, el dispositivo de emisión 2000 puede incluir, además, una memoria 2004. El transmisor 2001, el receptor 2002, el procesador 2003 y la memoria 2004 pueden conectarse mediante el uso de un bus de sistema o de otra forma, y un ejemplo de conexión mediante el uso de un bus de sistema se usa en la Figura 20. El bus de sistema puede ser un bus ISA, un bus PCI, un bus EISA, o similares. El bus de sistema puede clasificarse en un bus de dirección, un bus de datos, un bus de control, y similares. Para facilitar la ilustración, se usa solo una línea en la Figura 20 para representar el bus, pero no indica que hay un solo bus o un solo tipo de bus.

El transmisor 2001 puede configurarse para enviar una señal de referencia a un dispositivo de recepción; el receptor 2002 puede configurarse para recibir un indicador de matriz de precodificación PMI enviado por el dispositivo de recepción; el procesador 2003 puede configurarse para determinar, según el indicador de matriz de precodificación PMI, una matriz de precodificación W seleccionada por el dispositivo de recepción de un libro de códigos en función

de la señal de referencia, donde $W = \begin{bmatrix} W_a \\ W_b \end{bmatrix}$, donde la W_a es una segunda matriz de precodificación que incluye una

$$W_a = \begin{bmatrix} W_0 \\ W_1 \\ \dots \\ W_{(n-1)} \end{bmatrix},$$

primera matriz de precodificación W_i , $0 \leq i \leq n-1$, n es una cantidad de primeras matrices de precodificación que constituyen la W_a , y $n > 1$; y la W_b es una tercera matriz de precodificación, donde $W_b = \Phi \times W_a$, y Φ es una matriz de rotación de fase de la W_a .

$$\Phi = \begin{bmatrix} \varphi_0 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots \\ 0 & \dots & \varphi_{n-1} \end{bmatrix},$$

Además, la matriz de rotación de fase es una matriz diagonal, y $\varphi_i = e^{j\theta_i}$, $\theta_i \in [0, 2\pi]$.

Además, cada columna de la primera matriz de precodificación es un vector de la transformada discreta de Fourier o un vector columna de una matriz de Hadamard.

Además, la primera matriz de precodificación se selecciona de un libro de códigos de dos antenas, un libro de códigos de cuatro antenas o un libro de códigos de ocho antenas en un sistema de evolución a largo plazo LTE.

El dispositivo de emisión, en esta realización, puede configurarse para ejecutar la solución técnica en la realización del método que se muestra en la Figura 8. Los principios de implementación de este son similares, y los detalles no se describen nuevamente en la presente memoria descriptiva.

Según el dispositivo de emisión, en esta realización, una matriz de precodificación $W = \begin{bmatrix} W_a \\ W_b \end{bmatrix}$ usa una estructura en la cual W_a y W_b están conectadas en paralelo, donde W_a y W_b , respectivamente, representan características de una primera dirección de polarización y una segunda dirección de polarización, y la W_b se obtiene al realizar independientemente la rotación de fase en cada fila de la W_a , de modo que pueda reflejarse una característica de que las fases de polarización en una dirección horizontal y una dirección vertical de un arreglo de antena plano bidimensional son mutuamente independientes, y pueda reflejarse una característica de que la rotación de fase en cada fila en la dirección vertical es independiente. Por lo tanto, el dispositivo de emisión realiza la precodificación en función de una matriz de precodificación que es retroalimentada por un dispositivo de recepción y se construye en una estructura de libro de códigos en la presente invención, que puede mejorar de forma eficaz la precisión de precodificación, reduciendo de ese modo una pérdida de rendimiento y mejorando una capacidad de procesamiento del sistema.

La Figura 21 es un diagrama estructural esquemático de una realización de un sistema de comunicaciones 2100 según la presente invención. Tal como se muestra en la Figura 21, el sistema 2100, en esta realización, incluye: un dispositivo de recepción y un dispositivo de emisión, donde el dispositivo de recepción puede usar una estructura de cualquier realización de dispositivo en la Figura 15 a la Figura 17, y por consiguiente, puede ejecutar una solución técnica de cualquier realización de método en la Figura 3 a la Figura 5, y el dispositivo de emisión puede usar una estructura de cualquier realización de dispositivo en la Figura 18 a la Figura 20, y por consiguiente, puede ejecutar una solución técnica de cualquier realización de método en la Figura 6 a la Figura 8. Los principios de implementación y los efectos técnicos de esta realización son similares a aquellos de las realizaciones de métodos y las realizaciones de dispositivos, y los detalles no se describen nuevamente en la presente memoria descriptiva.

Los expertos en la técnica pueden comprender que la totalidad o algunas partes de las etapas de las realizaciones del método pueden implementarse mediante un programa para instrucción del hardware relacionado. El programa puede

almacenarse en un medio de almacenamiento legible por ordenador. Cuando se ejecuta el programa, se realizan las etapas de las realizaciones del método. El medio de almacenamiento anterior incluye: cualquier medio que pueda almacenar código de programa, tal como una ROM, una RAM, un disco magnético o un disco óptico.

- 5 Finalmente, cabe destacar que se prevén las realizaciones que anteceden simplemente para describir las soluciones técnicas de la presente invención en lugar de limitar la presente invención. Aunque la presente invención se describe en detalle con referencia a las realizaciones anteriores, los expertos en la técnica comprenderán que aún pueden realizarse modificaciones a las soluciones técnicas descritas en las realizaciones anteriores o realizarse reemplazos equivalentes a algunas o todas las características técnicas de estas.

REIVINDICACIONES

1. Un método para determinar un indicador de matriz de precodificación, que comprende:

seleccionar (301), mediante un extremo de recepción, una matriz de precodificación W de un libro de códigos en función de una señal de referencia enviada por un extremo de transmisión, en donde la matriz de precodificación W es un producto de una matriz W1 y una matriz W2, en donde

la W1 comprende N_B matrices de bloques X_i , $N_B \geq 1$, y la W1 se indica como: $W1 = \text{diag} \{X_1, \dots, X_{N_B}\}$, en donde $1 \leq i \leq N_B$, y una columna $x_{i,j}$ de cada matriz de bloques X_i de las N_B matrices de bloques es un producto de Kronecker de un primer vector A_{ij} y un segundo vector B_{ij} , es decir, $x_{ij} = A_{ij} \otimes B_{ij}$, en donde A_{ij} corresponde a una fase en una dirección horizontal y B_{ij} corresponde a una fase en una dirección vertical; y

enviar (302), mediante el extremo de recepción, un indicador de matriz de precodificación PMI que corresponde a la matriz de precodificación W al extremo de transmisión, de modo que el extremo de transmisión obtenga la matriz de precodificación W según el PMI.

2. El método según la reivindicación 1, en donde

todas las columnas de la matriz de bloques X_i se obtienen al calcular productos de Kronecker por pares de forma sucesiva de N1 primeros vectores consecutivos y N2 segundos vectores consecutivos.

3. El método según la reivindicación 2, en donde N1 es mayor o igual a N2.

4. El método según una cualquiera de las reivindicaciones de 1 a 3, en donde

para cualesquiera dos matrices de bloques adyacentes, X_i y X_{i+1} , si los segundos vectores que constituyen X_i y X_{i+1} son N2 segundos vectores consecutivos iguales, en donde N2 es mayor que 0, hay s1 primeros vectores iguales en dos grupos de primeros vectores que constituyen X_i y X_{i+1} , y s1 es mayor o igual a 0; y

para cualesquiera dos matrices de bloques adyacentes, X_i y X_{i+1} , si los primeros vectores que constituyen X_i y X_{i+1} son N1 primeros vectores consecutivos iguales, en donde N1 es mayor que 0, hay s2 segundos vectores iguales en dos grupos de segundos vectores que constituyen X_i y X_{i+1} , y s2 es mayor o igual a 0.

5. El método según la reivindicación 4, en donde s1 es mayor o igual a s2.

6. Un dispositivo de recepción, que comprende:

un procesador, configurado para seleccionar (301) una matriz de precodificación W de un libro de códigos en función de una señal de referencia enviada por un dispositivo de emisión, en donde la matriz de precodificación W es un producto de una matriz W1 y una matriz W2, en donde

la W1 comprende N_B matrices de bloques X_i , $N_B \geq 1$, y la W1 se indica como: $W1 = \text{diag} \{X_1, \dots, X_{N_B}\}$, en donde $1 \leq i \leq N_B$, y una columna $x_{i,j}$ de cada matriz de bloques X_i de las N_B matrices de bloques es un producto de Kronecker de un primer vector A_{ij} y un segundo vector B_{ij} , es decir, $x_{ij} = A_{ij} \otimes B_{ij}$, en donde A_{ij} corresponde a una fase en una dirección horizontal y B_{ij} corresponde a una fase en una dirección vertical; y

un transmisor configurado para enviar (302) un indicador de matriz de precodificación PMI que corresponde a la matriz de precodificación W al dispositivo de emisión, de modo que el dispositivo de emisión obtenga la matriz de precodificación W según el PMI.

7. El dispositivo de recepción según la reivindicación 6, en donde

todas las columnas de la matriz de bloques X_i se obtienen al calcular productos de Kronecker por pares de forma sucesiva de N1 primeros vectores consecutivos y N2 segundos vectores consecutivos.

8. El dispositivo de recepción según la reivindicación 7, en donde N1 es mayor o igual a N2.

9. El dispositivo de recepción según una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 8, en donde

para cualesquiera dos matrices de bloques adyacentes, X_i y X_{i+1} , si los segundos vectores que constituyen X_i y X_{i+1} son N2 segundos vectores consecutivos iguales, en donde N2 es mayor que 0, hay s1 primeros vectores iguales en dos grupos de primeros vectores que constituyen X_i y X_{i+1} , y s1 es mayor o igual a 0; y

para cualesquiera dos matrices de bloques adyacentes, X_i y X_{i+1} , si los primeros vectores que constituyen X_i y X_{i+1} son N1 primeros vectores consecutivos iguales, en donde N1 es mayor que 0, hay s2 segundos vectores iguales en dos grupos de segundos vectores que constituyen X_i y X_{i+1} , y s2 es mayor o igual a 0.

10. El dispositivo de recepción según la reivindicación 9, en donde s1 es mayor o igual a s2.

11. Un sistema que comprende: un dispositivo de recepción según cualquiera de las reivindicaciones 6 a 10; y un dispositivo de emisión, que comprende:

un transmisor, configurado para enviar una señal de referencia al dispositivo de recepción;

un receptor configurado para recibir un indicador de matriz de precodificación PMI enviado por el dispositivo de recepción; y

un procesador, configurado para determinar, según el indicador de matriz de precodificación PMI, una matriz de precodificación W.

12. Un medio de almacenamiento legible por ordenador que comprende instrucciones que, cuando son ejecutadas por un ordenador, provocan que el ordenador realice las etapas de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5.

5

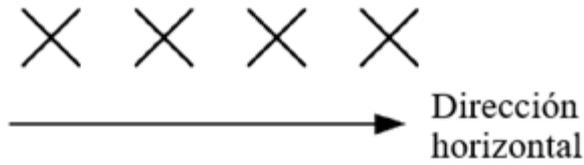


FIGURA 1

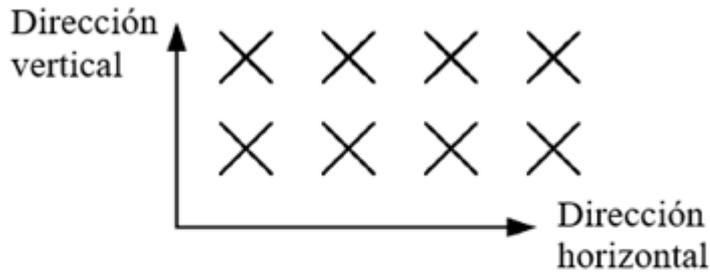


FIGURA 2

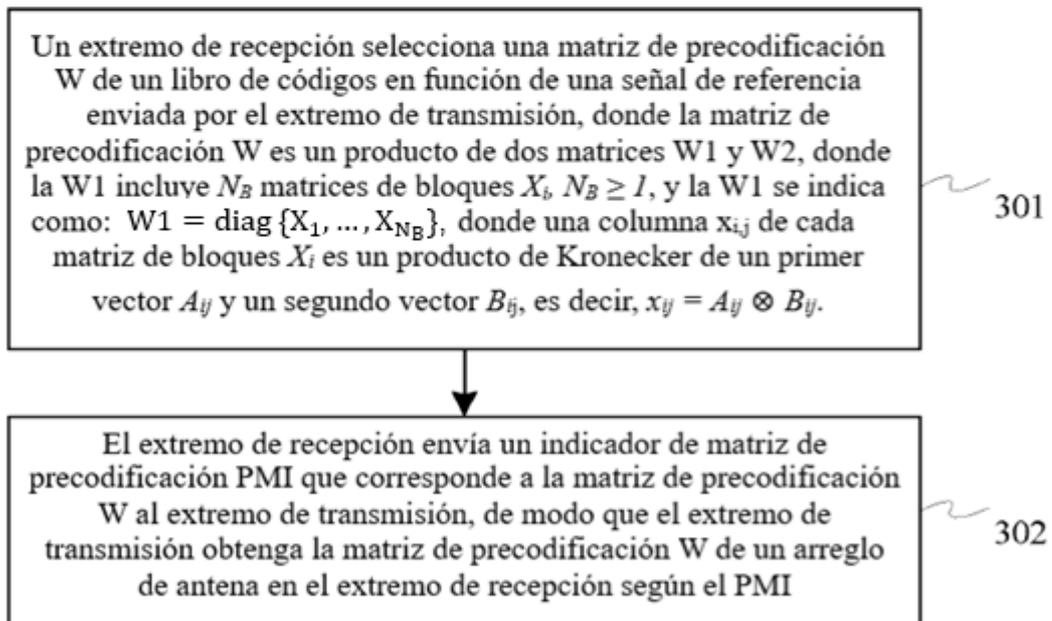


FIGURA 3

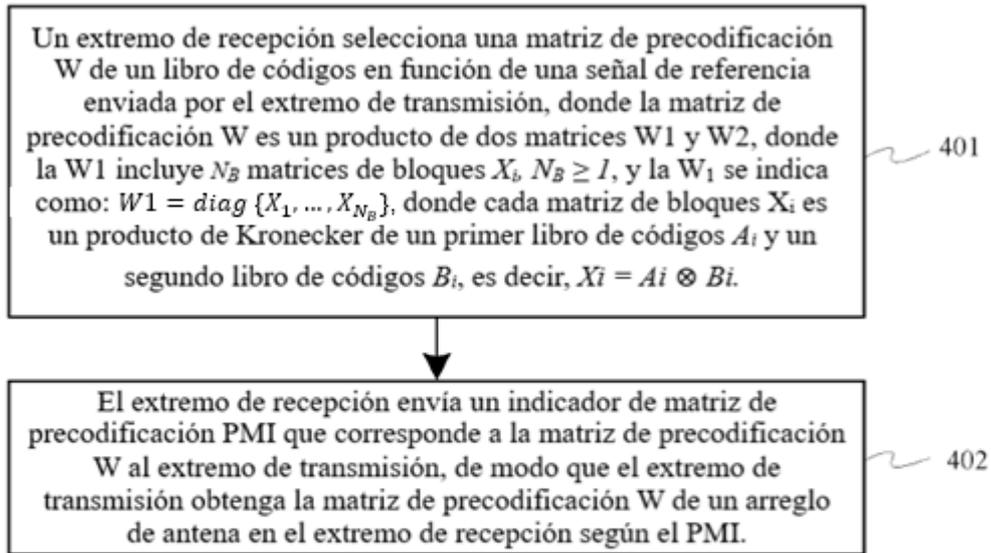


FIGURA 4

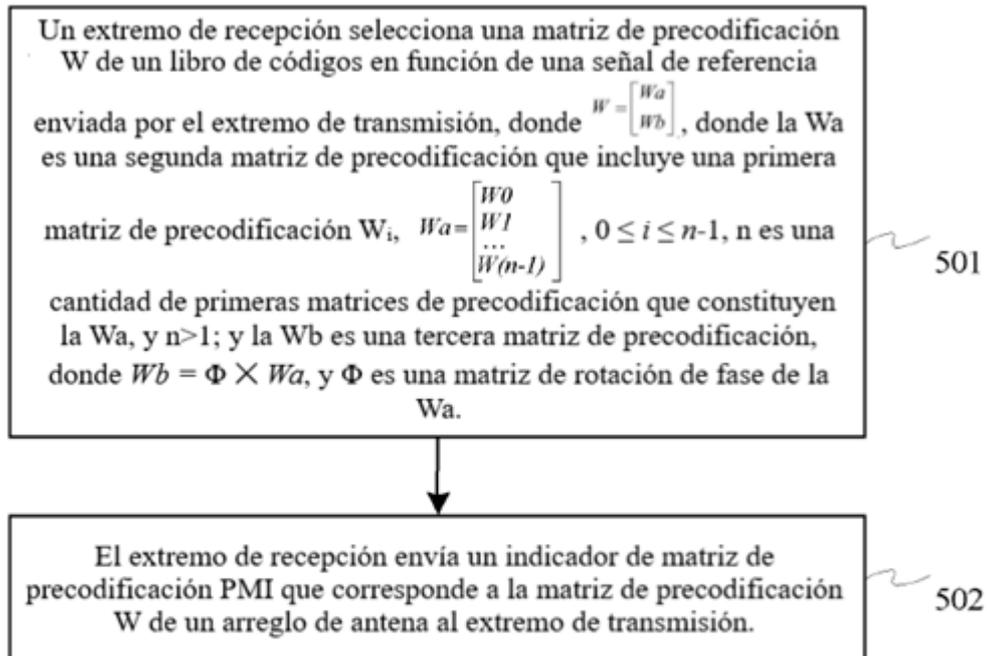


FIGURA 5

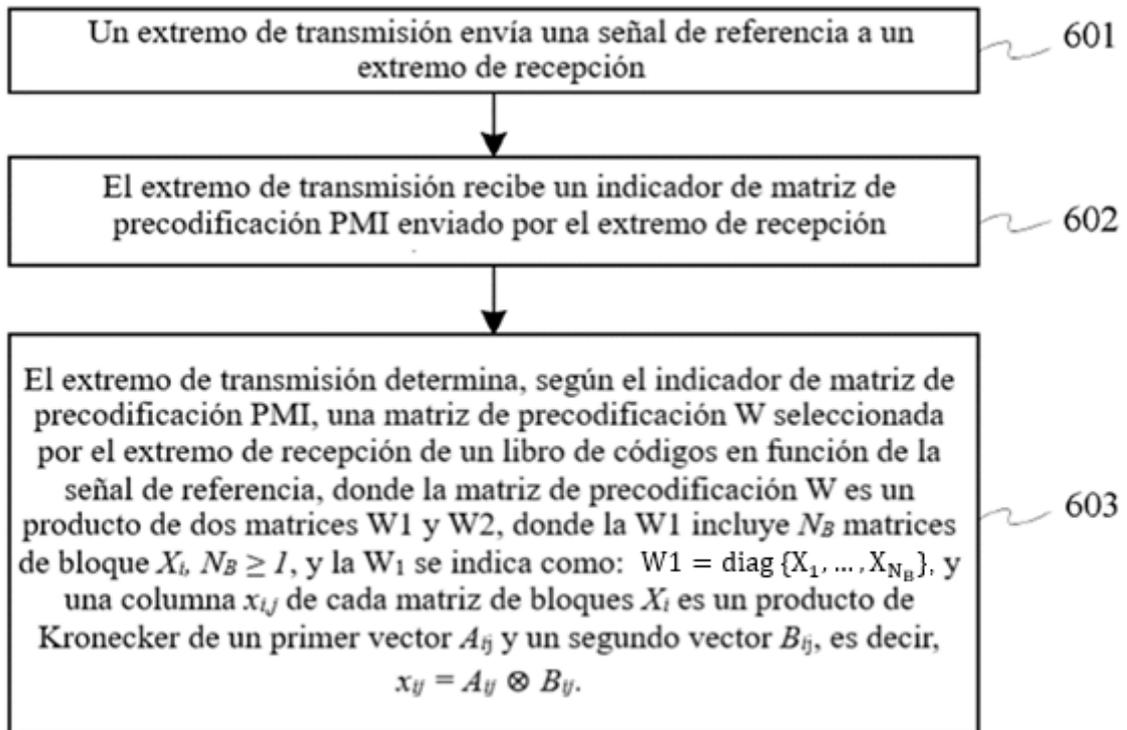


FIGURA 6

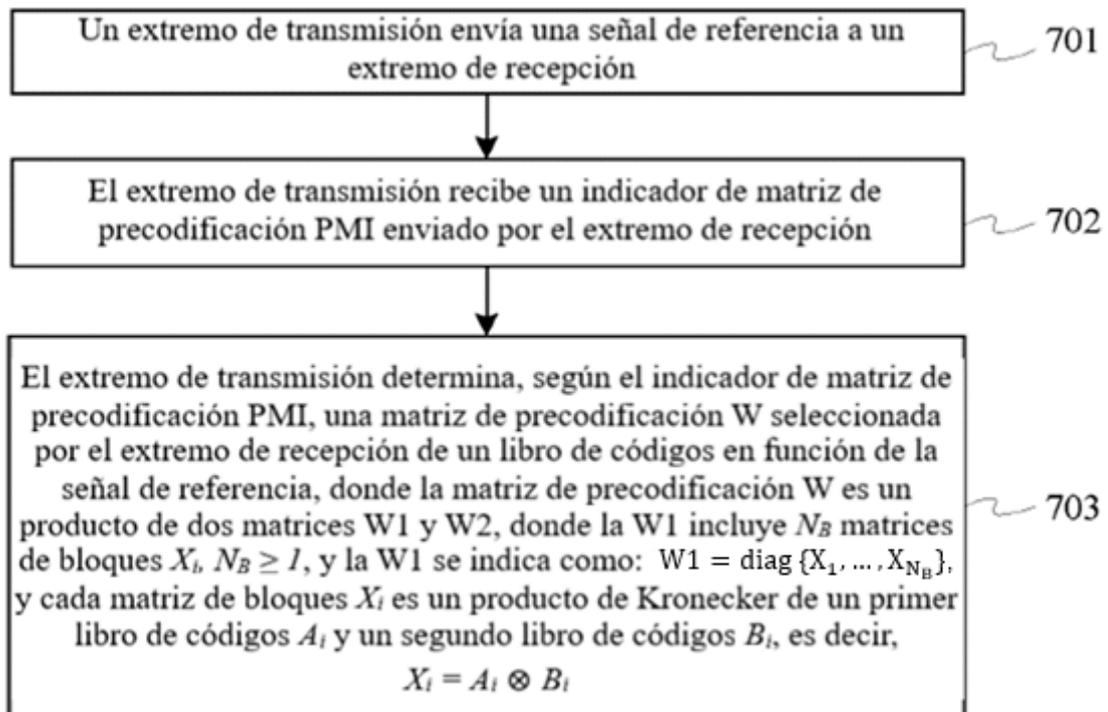


FIGURA 7

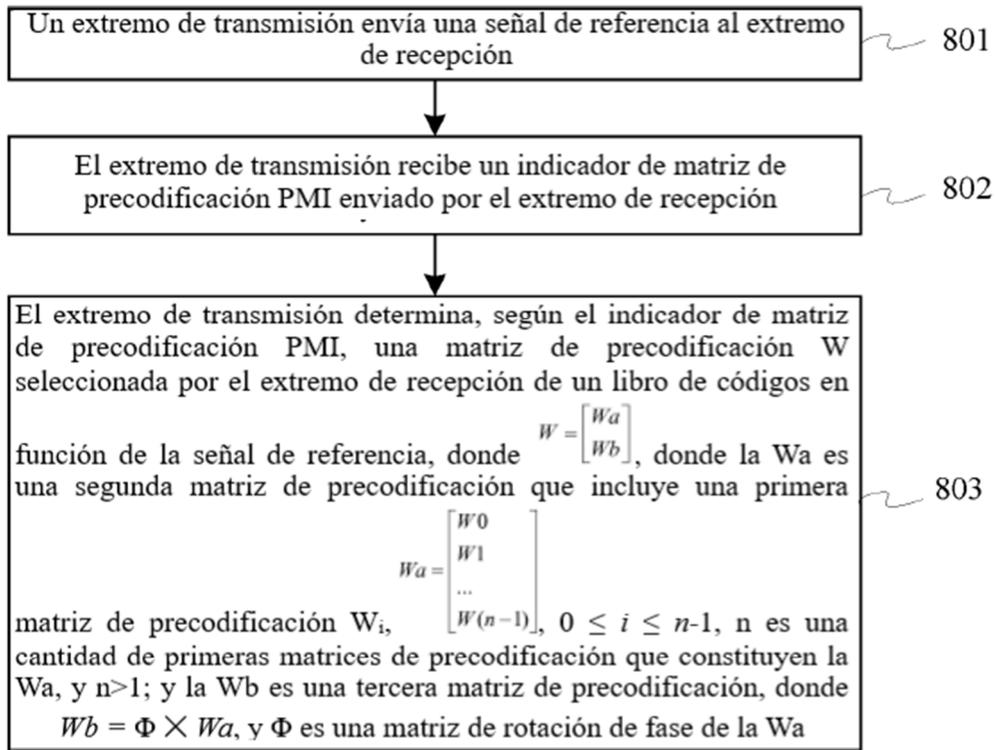


FIGURA 8

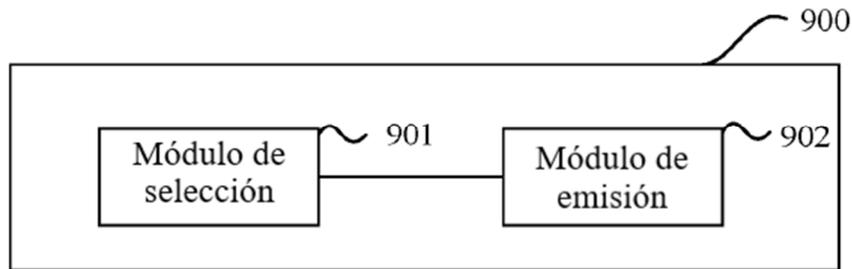


FIGURA 9

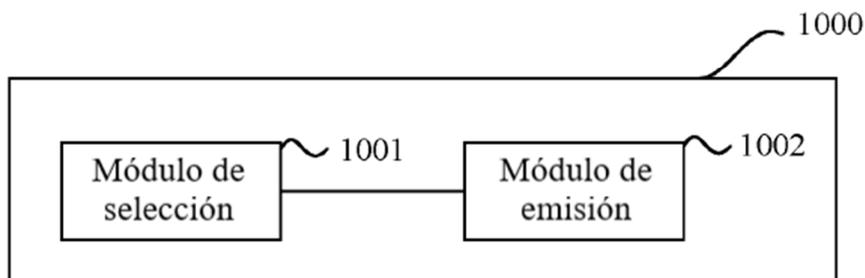


FIGURA 10

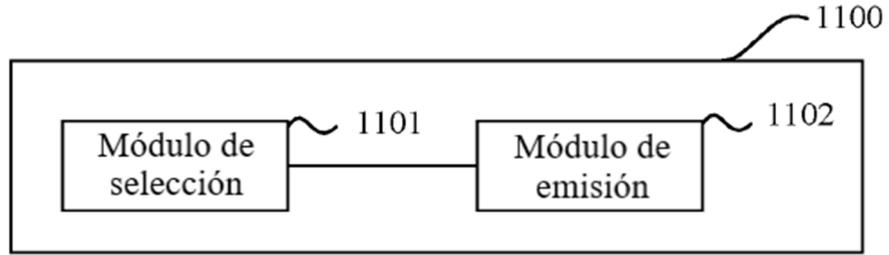


FIGURA 11

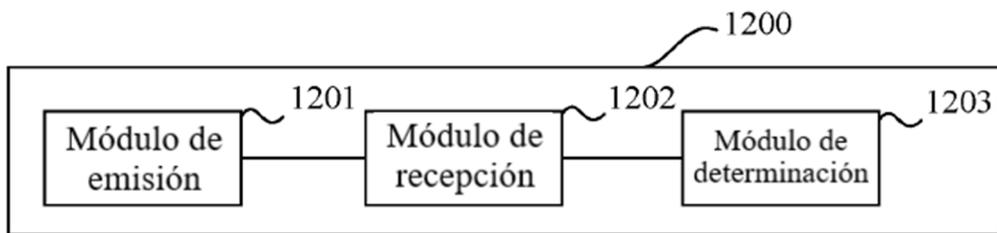


FIGURA 12

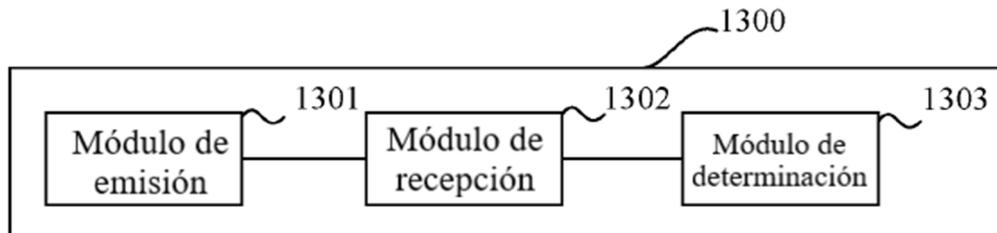


FIGURA 13

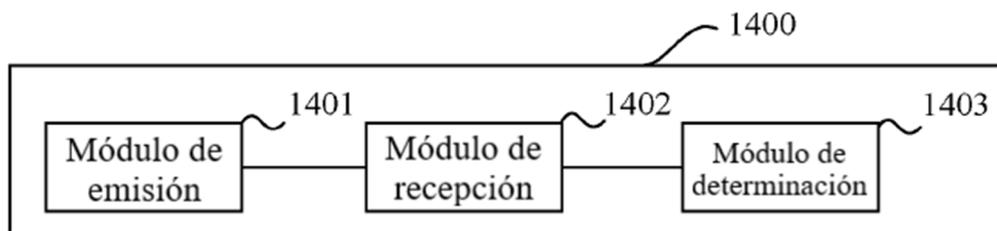


FIGURA 14

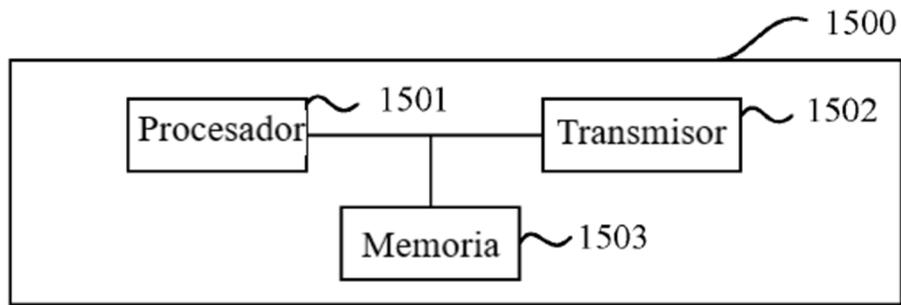


FIGURA 15

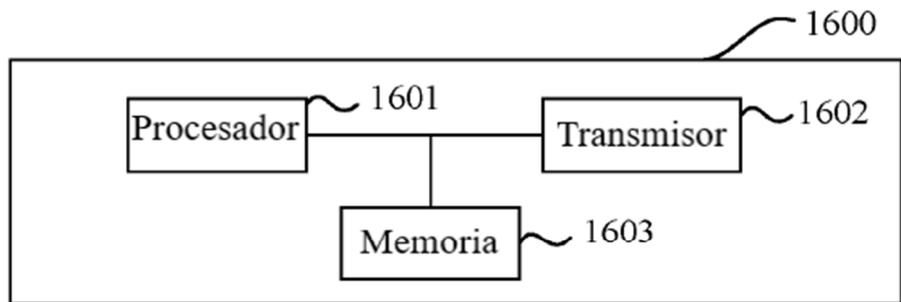


FIGURA 16

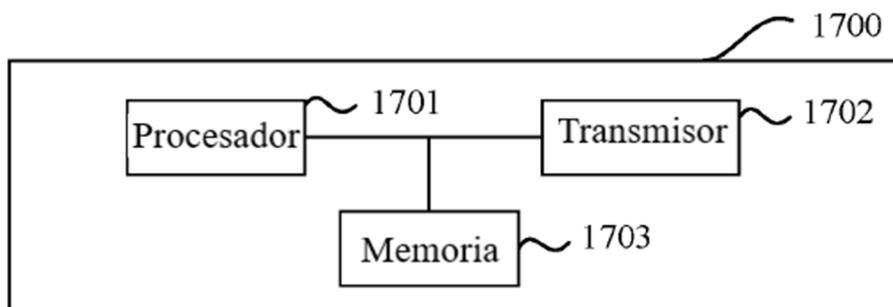


FIGURA 17

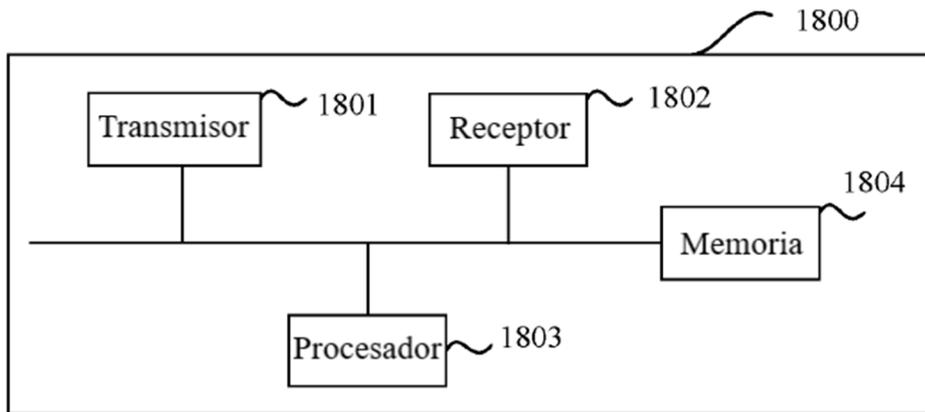


FIGURA 18

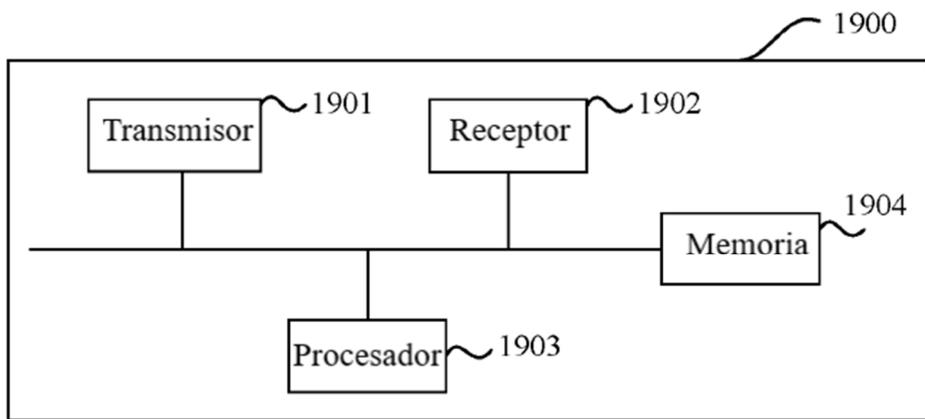


FIGURA 19

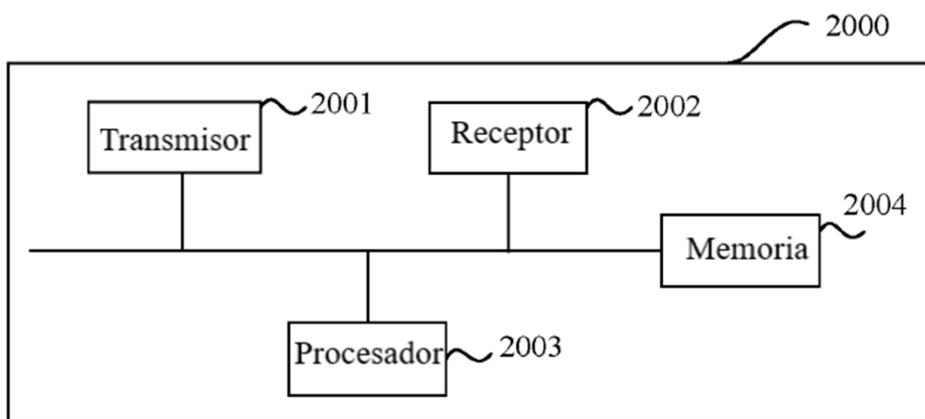


FIGURA 20

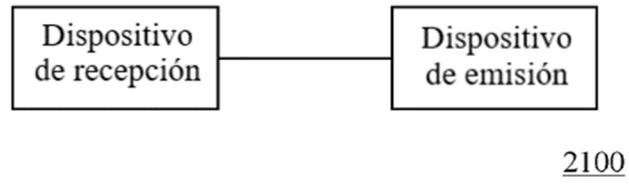


FIGURA 21