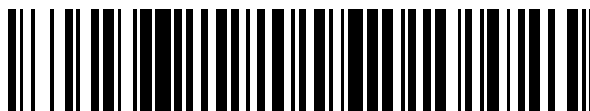


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 718 229**

51 Int. Cl.:

**H04B 7/06** (2006.01)

**H04L 1/06** (2006.01)

**H04L 25/03** (2006.01)

**H04L 5/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.07.2007** **E 16195062 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.02.2019** **EP 3139511**

54 Título: **Método de procesamiento de datos, método de transmisión de datos, método de recepción de datos, aparato, libro de códigos, producto de programa informático, medio de distribución de programa informático**

30 Prioridad:

**14.07.2006 US 486856**

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

**28.06.2019**

73 Titular/es:

**NOKIA TECHNOLOGIES OY (100.0%)  
Karaportti 3  
02610 Espoo, FI**

72 Inventor/es:

**HUGL, KLAUS;  
TIRKKONEN, OLAV y  
TENG, YONG**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

**ES 2 718 229 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 de procesamiento de datos, método de transmisión de datos, método de recepción de datos, aparato, libro de códigos, producto de programa informático, medio de distribución de programa informático

**Campo**

La invención se refiere a un método de procesamiento de datos, métodos de transmisión de datos, un método de recepción de datos, aparato, un libro de códigos, productos de programa informático y medios de distribución de programa informático.

**Antecedentes**

En sistemas de comunicación inalámbrica, pueden usarse múltiples antenas para mejorar fiabilidad de enlace y/o aumentar tasa de transmisión. Las técnicas de múltiples antenas pueden categorizarse basándose en la disponibilidad de información de estado de canal en un transmisor en dos grupos: un modo de bucle abierto y un bucle cerrado.

En caso de transmisión de modo de bucle cerrado, puede usarse precodificación para mejorar rendimiento de un sistema de múltiples antenas.

En la práctica, los errores de restricción de ancho de banda de realimentación, retardo de realimentación y estimación de canal pueden provocar información de estado de canal en un transmisor, que está basado en información de realimentación, que es imperfecta. Para tales casos, un transmisor y un receptor pueden tener un libro de códigos de precodificación común, es decir una colección finita de vectores (o palabras de código) de precodificación. El receptor normalmente decide qué vector o vectores del libro de códigos se seleccionan para su uso y realimenta su índice a un transmisor mediante un canal de realimentación. Otra posibilidad es que el transmisor decida qué vector o vectores del libro de códigos se seleccionan para su transmisión de datos y señalice sus índices a un receptor para permitir detección de datos en el terminal de receptor.

Se presentan varios libros de códigos de la técnica anterior. Algunos de ellos se muestran en D. J. Love y R. W. Heath, "Grassmannian beamforming for multiple-input multiple-output wireless systems", IEEE Transactions on Information Theory, vol. 49, N.º 10, págs. 2735-2747, octubre de 2003; B. M. Hochwald, T.L. Marzetta, T. J. Richardson, W. Sweldens y R. Urbanke, "Systematic Design of Unitary Space-Time Constellations", IEEE Transactions on Information Theory, vol. 46, N.º 6, págs. 1962-1973, septiembre de 2000 e Intel et al., "Compact Codebooks for Transmit Beamforming in Closed-Loop MIMO", IEEE C802.16e-05/050r6, que se toman en el presente documento como una referencia.

Sin embargo, un problema es que normalmente no proporcionan buen rendimiento en diferentes condiciones de canal, por ejemplo, algunos de ellos son buenos únicamente en canales débilmente correlacionados, mientras que otros son buenos únicamente en canales fuertemente correlacionados.

También una publicación de solicitud de Patente de Estados Unidos, documento US 2006/0039489 A1 que desvela un libro de códigos que incluye un conjunto de matrices de rotación unitarias.

**Breve descripción de la invención**

La invención se define por las reivindicaciones adjuntas. De acuerdo con un aspecto de la invención, se proporciona un método de procesamiento de datos que comprende: seleccionar desde al menos un libro de códigos un libro de códigos y al menos un peso en el libro de códigos que satisfacen un criterio de rendimiento predeterminado, en el que uno del al menos un libro de códigos es de la forma:

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} \\ 0 & 1 & \sqrt{0,5}e^{j0} & \sqrt{0,5}e^{j\frac{\pi}{3}} & \sqrt{0,5}e^{j\frac{2\pi}{3}} & \sqrt{0,5}e^{j\pi} & \sqrt{0,5}e^{j\frac{4\pi}{3}} & \sqrt{0,5}e^{j\frac{5\pi}{3}} \end{bmatrix};$$

e informar el al menos un libro de códigos y peso seleccionados a un transmisor para que se use en transmisión.

De acuerdo con otro aspecto de la invención, se proporciona un método de transmisión de datos que comprende: recibir información en al menos un libro de códigos y al menos un peso en el libro de códigos que satisfacen un criterio de rendimiento predeterminado, en el que uno del al menos un libro de códigos es de la forma:

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} \\ 0 & 1 & \sqrt{0,5}e^{j0} & \sqrt{0,5}e^{j\frac{\pi}{3}} & \sqrt{0,5}e^{j\frac{2\pi}{3}} & \sqrt{0,5}e^{j\pi} & \sqrt{0,5}e^{j\frac{4\pi}{3}} & \sqrt{0,5}e^{j\frac{5\pi}{3}} \end{bmatrix};$$

y aplicar el al menos un peso en precodificación de señal para transmisión o recepción.

- 5 De acuerdo con otro aspecto de la invención, se proporciona un método de transmisión de datos que comprende: seleccionar desde al menos un libro de códigos un libro de códigos y al menos un peso en el libro de códigos que satisfacen un criterio de rendimiento predeterminado, en el que uno del al menos un libro de códigos es de la forma:

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} \\ 0 & 1 & \sqrt{0,5}e^{j0} & \sqrt{0,5}e^{j\frac{\pi}{3}} & \sqrt{0,5}e^{j\frac{2\pi}{3}} & \sqrt{0,5}e^{j\pi} & \sqrt{0,5}e^{j\frac{4\pi}{3}} & \sqrt{0,5}e^{j\frac{5\pi}{3}} \end{bmatrix};$$

- 10 informar el al menos un libro de códigos y peso seleccionados a un receptor para que se use en recepción; y aplicar el al menos un peso en precodificación de señal para transmisión.

- 15 De acuerdo con otro aspecto de la invención, se proporciona un método de recepción de datos que comprende: recibir información en al menos un libro de códigos y al menos un peso en el libro de códigos usado en precodificación de señal en transmisión, en el que uno del al menos un libro de códigos es de la forma:

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} \\ 0 & 1 & \sqrt{0,5}e^{j0} & \sqrt{0,5}e^{j\frac{\pi}{3}} & \sqrt{0,5}e^{j\frac{2\pi}{3}} & \sqrt{0,5}e^{j\pi} & \sqrt{0,5}e^{j\frac{4\pi}{3}} & \sqrt{0,5}e^{j\frac{5\pi}{3}} \end{bmatrix};$$

- 20 y usar para recepción el al menos un peso usado en precodificación de señal en transmisión.

- 25 De acuerdo con otro aspecto de la invención, se proporciona un aparato configurado para: seleccionar desde al menos un libro de códigos un libro de códigos y al menos un peso en el libro de códigos que satisfacen un criterio de rendimiento predeterminado, en el que uno del al menos un libro de códigos es de la forma:

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} \\ 0 & 1 & \sqrt{0,5}e^{j0} & \sqrt{0,5}e^{j\frac{\pi}{3}} & \sqrt{0,5}e^{j\frac{2\pi}{3}} & \sqrt{0,5}e^{j\pi} & \sqrt{0,5}e^{j\frac{4\pi}{3}} & \sqrt{0,5}e^{j\frac{5\pi}{3}} \end{bmatrix};$$

e informar el al menos un libro de códigos y peso seleccionados a un transmisor para que se use en transmisión.

- 30 De acuerdo con otro aspecto de la invención, se proporciona un aparato configurado para: recibir información en al menos un libro de códigos y al menos un peso en el libro de códigos usado en precodificación de señal en transmisión, en el que uno del al menos un libro de códigos es de la forma:

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} \\ 0 & 1 & \sqrt{0,5}e^{j0} & \sqrt{0,5}e^{j\frac{\pi}{3}} & \sqrt{0,5}e^{j\frac{2\pi}{3}} & \sqrt{0,5}e^{j\pi} & \sqrt{0,5}e^{j\frac{4\pi}{3}} & \sqrt{0,5}e^{j\frac{5\pi}{3}} \end{bmatrix};$$

- 35 y usar para recepción el al menos un peso usado en precodificación de señal en transmisión.

- 40 De acuerdo con otro aspecto de la invención, se proporciona un aparato configurado para: recibir información en al menos un libro de códigos y al menos un peso en el libro de códigos que satisfacen un criterio de rendimiento predeterminado, en el que uno del al menos un libro de códigos es de la forma:

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} \\ 0 & 1 & \sqrt{0,5}e^{j0} & \sqrt{0,5}e^{j\frac{\pi}{3}} & \sqrt{0,5}e^{j\frac{2\pi}{3}} & \sqrt{0,5}e^{j\pi} & \sqrt{0,5}e^{j\frac{4\pi}{3}} & \sqrt{0,5}e^{j\frac{5\pi}{3}} \end{bmatrix};$$

y aplicar el al menos un peso en precodificación de señal para transmisión.

- 5 De acuerdo con otro aspecto de la invención, se proporciona un aparato configurado para: seleccionar desde al menos un libro de códigos un libro de códigos y al menos un peso en el libro de códigos que satisfacen un criterio de rendimiento predeterminado, en el que uno del al menos un libro de códigos es de la forma:

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} \\ 0 & 1 & \sqrt{0,5}e^{j0} & \sqrt{0,5}e^{j\frac{\pi}{3}} & \sqrt{0,5}e^{j\frac{2\pi}{3}} & \sqrt{0,5}e^{j\pi} & \sqrt{0,5}e^{j\frac{4\pi}{3}} & \sqrt{0,5}e^{j\frac{5\pi}{3}} \end{bmatrix};$$

- 10 informar el al menos un libro de códigos y peso seleccionados a un receptor para que se use en recepción; y aplicar el al menos un peso en precodificación de señal para transmisión.

- 15 De acuerdo con otro aspecto de la invención, se proporciona un aparato que comprende: medios para seleccionar desde al menos un libro de códigos un libro de códigos y al menos un peso en el libro de códigos que satisfacen un criterio de rendimiento predeterminado, en el que uno del al menos un libro de códigos es de la forma:

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} \\ 0 & 1 & \sqrt{0,5}e^{j0} & \sqrt{0,5}e^{j\frac{\pi}{3}} & \sqrt{0,5}e^{j\frac{2\pi}{3}} & \sqrt{0,5}e^{j\pi} & \sqrt{0,5}e^{j\frac{4\pi}{3}} & \sqrt{0,5}e^{j\frac{5\pi}{3}} \end{bmatrix};$$

- 20 y medios para informar el al menos un libro de códigos y peso seleccionados a un transmisor para que se use en transmisión.

- 25 De acuerdo con otro aspecto de la invención, se proporciona un aparato que comprende: medios para recibir información en al menos un libro de códigos y al menos un peso en el libro de códigos usado en precodificación de señal en transmisión, en el que uno del al menos un libro de códigos es de la forma:

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} \\ 0 & 1 & \sqrt{0,5}e^{j0} & \sqrt{0,5}e^{j\frac{\pi}{3}} & \sqrt{0,5}e^{j\frac{2\pi}{3}} & \sqrt{0,5}e^{j\pi} & \sqrt{0,5}e^{j\frac{4\pi}{3}} & \sqrt{0,5}e^{j\frac{5\pi}{3}} \end{bmatrix};$$

- 30 y medios para usar para recepción el al menos un peso usado en precodificación de señal en transmisión.

- De acuerdo con otro aspecto de la invención, se proporciona un aparato que comprende: medios para recibir información en al menos un libro de códigos y al menos un peso en el libro de códigos que satisfacen un criterio de rendimiento predeterminado, en el que uno del al menos un libro de códigos es de la forma:

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} \\ 0 & 1 & \sqrt{0,5}e^{j0} & \sqrt{0,5}e^{j\frac{\pi}{3}} & \sqrt{0,5}e^{j\frac{2\pi}{3}} & \sqrt{0,5}e^{j\pi} & \sqrt{0,5}e^{j\frac{4\pi}{3}} & \sqrt{0,5}e^{j\frac{5\pi}{3}} \end{bmatrix};$$

- 35 y medios para aplicar el al menos un peso en precodificación de señal para transmisión.

- 40 De acuerdo con otro aspecto de la invención, se proporciona un aparato que comprende: medios para seleccionar desde al menos un libro de códigos un libro de códigos y al menos un peso en el libro de códigos que satisfacen un criterio de rendimiento predeterminado, en el que uno del al menos un libro de códigos es de la forma:

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} \\ 0 & 1 & \sqrt{0,5}e^{j0} & \sqrt{0,5}e^{j\frac{\pi}{3}} & \sqrt{0,5}e^{j\frac{2\pi}{3}} & \sqrt{0,5}e^{j\pi} & \sqrt{0,5}e^{j\frac{4\pi}{3}} & \sqrt{0,5}e^{j\frac{5\pi}{3}} \end{bmatrix};$$

medios para informar el al menos un libro de códigos y peso seleccionados a un receptor para que se use en recepción; y medios para aplicar el al menos un peso en precodificación de señal para transmisión.

5

De acuerdo con otro aspecto de la invención, se proporciona un libro de códigos, siendo el libro de códigos:

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} \\ 0 & 1 & \sqrt{0,5}e^{j0} & \sqrt{0,5}e^{j\frac{\pi}{3}} & \sqrt{0,5}e^{j\frac{2\pi}{3}} & \sqrt{0,5}e^{j\pi} & \sqrt{0,5}e^{j\frac{4\pi}{3}} & \sqrt{0,5}e^{j\frac{5\pi}{3}} \end{bmatrix}.$$

10 De acuerdo con otro aspecto de la invención, se proporciona un producto de programa informático que codifica un programa informático de instrucciones para ejecutar un proceso informático para procesamiento de datos, comprendiendo el proceso: seleccionar desde al menos un libro de códigos un libro de códigos y al menos un peso en el libro de códigos que satisfacen un criterio de rendimiento predeterminado, en el que uno del al menos un libro de códigos es de la forma:

15

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} \\ 0 & 1 & \sqrt{0,5}e^{j0} & \sqrt{0,5}e^{j\frac{\pi}{3}} & \sqrt{0,5}e^{j\frac{2\pi}{3}} & \sqrt{0,5}e^{j\pi} & \sqrt{0,5}e^{j\frac{4\pi}{3}} & \sqrt{0,5}e^{j\frac{5\pi}{3}} \end{bmatrix}.$$

20 De acuerdo con otro aspecto de la invención, se proporciona un medio de distribución de programa informático legible por un ordenador y que codifica un programa informático de instrucciones para ejecutar un proceso informático para procesamiento de datos, comprendiendo el proceso: seleccionar desde al menos un libro de códigos un libro de códigos y al menos un peso en el libro de códigos que satisfacen un criterio de rendimiento predeterminado, en el que uno del al menos un libro de códigos es de la forma:

20

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} \\ 0 & 1 & \sqrt{0,5}e^{j0} & \sqrt{0,5}e^{j\frac{\pi}{3}} & \sqrt{0,5}e^{j\frac{2\pi}{3}} & \sqrt{0,5}e^{j\pi} & \sqrt{0,5}e^{j\frac{4\pi}{3}} & \sqrt{0,5}e^{j\frac{5\pi}{3}} \end{bmatrix}.$$

25

De acuerdo con otro aspecto de la invención, se proporciona un producto de programa informático que codifica un programa informático de instrucciones para ejecutar un proceso informático para transmisión de datos, comprendiendo el proceso: buscar al menos un peso para precodificación de señal para transmisión desde un libro de códigos, en el que el libro de códigos es de la forma:

30

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} \\ 0 & 1 & \sqrt{0,5}e^{j0} & \sqrt{0,5}e^{j\frac{\pi}{3}} & \sqrt{0,5}e^{j\frac{2\pi}{3}} & \sqrt{0,5}e^{j\pi} & \sqrt{0,5}e^{j\frac{4\pi}{3}} & \sqrt{0,5}e^{j\frac{5\pi}{3}} \end{bmatrix};$$

y llevar a cabo precodificación de señal para transmisión.

35 De acuerdo con otro aspecto de la invención, se proporciona un medio de distribución de programa informático legible por un ordenador y que codifica un programa informático de instrucciones para ejecutar un proceso informático para transmisión de datos, comprendiendo el proceso: buscar al menos un peso para precodificación de señal para transmisión desde un libro de códigos, en el que el libro de códigos es de la forma:

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} \\ 0 & 1 & \sqrt{0,5}e^{j0} & \sqrt{0,5}e^{j\frac{\pi}{3}} & \sqrt{0,5}e^{j\frac{2\pi}{3}} & \sqrt{0,5}e^{j\pi} & \sqrt{0,5}e^{j\frac{4\pi}{3}} & \sqrt{0,5}e^{j\frac{5\pi}{3}} \end{bmatrix};$$

Y llevar a cabo precodificación de señal para transmisión.

5 De acuerdo con otro aspecto de la invención, se proporciona un producto de programa informático que codifica un programa informático de instrucciones para ejecutar un proceso informático para procesamiento de datos, comprendiendo el proceso: recibir información en al menos un libro de códigos y al menos un peso en el libro de códigos usado en precodificación de señal en transmisión, en el que uno del al menos un libro de códigos es de la forma:

10

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} \\ 0 & 1 & \sqrt{0,5}e^{j0} & \sqrt{0,5}e^{j\frac{\pi}{3}} & \sqrt{0,5}e^{j\frac{2\pi}{3}} & \sqrt{0,5}e^{j\pi} & \sqrt{0,5}e^{j\frac{4\pi}{3}} & \sqrt{0,5}e^{j\frac{5\pi}{3}} \end{bmatrix};$$

y usar para recepción el al menos un peso usado en precodificación de señal en transmisión.

15 De acuerdo con otro aspecto de la invención, se proporciona un medio de distribución de programa informático legible por un ordenador y que codifica un programa informático de instrucciones para ejecutar un proceso informático para transmisión de datos, comprendiendo el proceso: recibir información en al menos un libro de códigos y al menos un peso en el libro de códigos usado en precodificación de señal en transmisión, en el que uno del al menos un libro de códigos es de la forma:

20

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} \\ 0 & 1 & \sqrt{0,5}e^{j0} & \sqrt{0,5}e^{j\frac{\pi}{3}} & \sqrt{0,5}e^{j\frac{2\pi}{3}} & \sqrt{0,5}e^{j\pi} & \sqrt{0,5}e^{j\frac{4\pi}{3}} & \sqrt{0,5}e^{j\frac{5\pi}{3}} \end{bmatrix};$$

y usar para recepción el al menos un peso usado en precodificación de señal en transmisión.

25 La invención proporciona varias ventajas.

Una realización de la invención proporciona un libro de códigos que proporciona mejor rendimiento en comparación con libros de códigos de la técnica anterior especialmente al cambiar condiciones de canal.

30 **Lista de dibujos**

A continuación, la invención se describirá en mayor detalle con referencia a las realizaciones y los dibujos adjuntos, en los que

- 35 La Figura 1 muestra un ejemplo de un sistema de comunicación;
- La Figura 2 es un diagrama de flujo;
- La Figura 3 es otro diagrama de flujo;
- La Figura 4 es otro diagrama de flujo más;
- La Figura 5 ilustra un ejemplo de un transceptor; y
- 40 La Figura 6 es otro diagrama de flujo más.

**Descripción de las realizaciones**

45 Con referencia a la Figura 1, examinamos un ejemplo de un sistema de comunicaciones al que pueden aplicarse las realizaciones de la invención. Un ejemplo de un sistema de comunicaciones de este tipo es una red de acceso de radio (UTRAN) del Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles (UMTS). Es una red de acceso de radio que incluye tecnología de acceso múltiple por división de código de banda ancha (WCDMA) y que puede ofrecer también servicios de conmutación de circuitos y paquetes en tiempo real. Sin embargo, las realizaciones no están restringidas a los sistemas dados como ejemplos, sino que un experto en la materia puede aplicar la solución a otros sistemas de comunicaciones proporcionados con las propiedades necesarias. El sistema de comunicaciones puede ser, por ejemplo, un sistema de múltiple entrada múltiple salida (MIMO).

50

La Figura 1 es una ilustración simplificada de un sistema de transmisión de datos (un sistema de comunicaciones) al que son aplicables las realizaciones de acuerdo con la invención. Este es una parte de un sistema de radio celular que comprende una estación base (o Nodo B) 100, que tiene enlaces de radio bidireccionales 102 y 104 a los dispositivos de usuario 106 y 108. Los dispositivos de usuario pueden ser fijos, montados en vehículo o portátiles. Los dispositivos de usuario se proporcionan con unidades de antena que pueden incluir una pluralidad de antenas. La estación base incluye transceptores, por ejemplo. A partir de los transceptores de la estación base, se proporciona una conexión a una unidad de antena que establece enlaces de radio bidireccionales a los dispositivos de usuario. La unidad de antena puede incluir una pluralidad de antenas. La estación base está conectada adicionalmente a un controlador 110, un controlador de red de radio (RNC), que transmite las conexiones de los dispositivos a otras partes de la red. El controlador de red de radio controla de una manera centralizada varias estaciones base conectadas al mismo. El controlador de red de radio está conectado adicionalmente a una red principal 112 (CN). Dependiendo del sistema, la parte opuesta en el lado de CN puede ser un centro de conmutación de servicios móviles (MSC), una pasarela de medios (MGW) o un nodo de soporte (SGSN) de GRPS (servicio general de paquetes de radio) de servicio, etc.

Debería observarse que en futuras redes de radio, la funcionalidad de un RNC puede distribuirse entre (posiblemente un subconjunto de) estaciones base.

El sistema de comunicaciones también puede comunicar con otras redes, tales como una red telefónica pública conmutada o la Internet.

Normalmente se usa precodificación o formación de haces para mejorar rendimiento de múltiples sistemas de antena. La precodificación se usa normalmente en transmisores para compensar la distorsión introducida por respuesta de canal y/o filtros de blanqueamiento de ruido usados en receptores.

Para precodificación, normalmente se proporciona información de estado de canal (CSI) a un transmisor usando una señal de realimentación desde un receptor en un modo de dúplex por división de frecuencia (FDD) o en modo de dúplex por división en el tiempo (TDD) usando el principio de reciprocidad. Como alternativa, en modo de FDD, el receptor puede decidir sobre ponderación de antena, y realimentar esta información mediante un canal de realimentación.

La formación de haces es una técnica de procesamiento de señal usada con conjuntos de transmisores o receptores que controlan un patrón de radiación creando haces y nulos en áreas seleccionadas. La formación de haces puede también pensarse como filtración espacial.

Un transmisor y un receptor pueden tener un libro de códigos de precodificación común, es decir una colección finita de vectores (palabras de código) de precodificación. El receptor normalmente decide qué vector o vectores del libro de códigos se seleccionan para su uso y realimenta su índice a un transmisor mediante un canal de realimentación. Después de recibir el índice de palabra de código, el transmisor usa el correspondiente vector o vectores de precodificación para transmisión de datos. Otra posibilidad es que el transmisor seleccione los pesos de precodificación basándose en la información de estado de canal (CSI) disponible y señalice el peso de precodificación seleccionado y aplicado al receptor. La selección de pesos de precodificación desde un libro de códigos en sí misma normalmente sigue criterios seleccionados, por ejemplo maximizar la relación de señal a interferencia/ruido (SINR) de post-procesamiento o maximizar la potencia de señal total recibida.

A continuación, como un ejemplo, se describe una única precodificación de flujo. Se supone un sistema de múltiple entrada única salida (MISO) con 2 antenas de transmisión y 1 antena de recepción sobre un canal de Rayleigh de desvanecimiento plano. El modelo de señal se proporciona por:

$$y = \mathbf{h}\mathbf{w}s + z, \tag{1}$$

en el que

$y$  indica una señal recibida,

$\mathbf{h}$  indica una matriz de canal de forma  $[h_1 \ h_2]$ , en el que dos elementos indican coeficientes de canal desde la antena de transmisión 1 y la antena de transmisión 2 a una antena de recepción,

$\mathbf{w}$  indica un peso de precodificación para las dos antenas de transmisión y es de forma  $\begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \end{bmatrix}$  que está

normalizado para obtener  $\|\mathbf{w}\|^2 = 1$ ,

$w_1$  indica el factor de ponderación complejo para la antena de transmisión 1,

$w_2$  indica el factor de ponderación complejo para la antena de transmisión 2,

$s$  indica un símbolo de datos transmitido, y

$z$  indica ruido en un receptor.

Normalmente, tanto transmisor como receptor mantienen un libro de códigos común que comprende  $L = 2^m$  vectores de precodificación:  $\Omega = \{\mathbf{w}_1, \dots, \mathbf{w}_L\}$ , en el que

- 5  $L$  indica el número de vectores de precodificación dentro del libro de códigos - o tamaño de libro de códigos,
- $m$  indica el número de bits de realimentación (?)
- $\Omega$  indica un libro de códigos de precodificación que consiste en  $L$  vectores de precodificación,
- $\mathbf{w}_1$  indica un primer vector de precodificación del libro de códigos  $\Omega$ ), y
- $\mathbf{w}_L$  indica el vector de precodificación de orden  $L$  del libro de códigos  $\Omega$ .

10 Veamos ahora, como un ejemplo, maximizar la potencia de señal recibida total como un criterio de selección para el vector de precodificación  $\mathbf{w}_i$  a partir del libro de códigos  $\Omega$  por:

$$\max_i \left\{ \|\mathbf{h} \cdot \mathbf{w}_i\|^2 \right\} \quad (2)$$

- 15 en la que  $i \in \{1 \dots L\}$  o  $\mathbf{w}_i \in \Omega = \{\mathbf{w}_1, \dots, \mathbf{w}_L\}$ , respectivamente,
- $\mathbf{h}$  indica una matriz de canal de forma  $[h_1 \ h_2]$ , en el que dos elementos indican coeficientes de canal desde la antena de transmisión 1 y la antena de transmisión 2 a una antena de recepción,

$\mathbf{w}_i$  indica un peso de precodificación para las dos antenas de transmisión y es de forma  $\begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \end{bmatrix}$ , y

$\| \cdot \|$  indica una norma.

- 20 Un receptor normalmente realimenta  $m$  bits que indican un índice de un mejor peso  $i$  mediante un canal de realimentación. Un transmisor realiza precodificación basándose en el índice  $i$ . Como alternativa, el transmisor puede seleccionar el peso y señalar los  $m$  bits al receptor. La información de índice se usa para minimizar información transportada mediante un canal de radio. De manera natural, también puede transportarse un libro de
- 25 códigos o pesos, pero normalmente es un desperdicio de recursos.

Existen varios libros de códigos de la técnica anterior. Sin embargo, un problema es que normalmente no proporcionan buen rendimiento en diferentes condiciones de canal, por ejemplo, algunos de ellos son buenos en canales débilmente correlacionados, mientras que otros son buenos en canales fuertemente correlacionados.

- 30 El libro de códigos de 3 bits usado en una realización de la invención escrito en una forma de matriz:

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} \\ 0 & 1 & \sqrt{0,5}e^{j0} & \sqrt{0,5}e^{j\frac{\pi}{3}} & \sqrt{0,5}e^{j\frac{2\pi}{3}} & \sqrt{0,5}e^{j\pi} & \sqrt{0,5}e^{j\frac{4\pi}{3}} & \sqrt{0,5}e^{j\frac{5\pi}{3}} \end{bmatrix}$$

- 35 se propone para 2 antenas de transmisión.

En el libro de códigos dado en una forma de matriz anterior, cada columna contiene un posible peso de precodificación para un único flujo. En caso de transmisión de múltiples flujos, se usa un peso de precodificación representado por un vector en la matriz de libro de códigos anterior para precodificar un flujo de transmisión.

- 40 En caso de precodificación lineal, la relación entre amplitud y fase de antenas de transmisión define cómo se excitará espacialmente un canal.

- 45 La formación de haces con peso de transmisión  $\mathbf{w}_i$  y  $A \cdot e^{j\phi} \cdot \mathbf{w}_i$ , en el que

$\mathbf{w}_i$  es el vector de precodificación de orden  $i$  del libro de códigos;

$A$  es un factor de amplitud multiplicativo con valor real;

$\phi$  es un factor de fase,

- 50 da como resultado el mismo haz de transmisión. La fase absoluta de los pesos de transmisión afectados por el factor de fase  $\phi$ , no afecta únicamente la fase de la señal recibida. La amplitud absoluta influenciada por  $A$  define directamente la intensidad de la señal recibida y puede entenderse como una parte de control de potencia de transmisión. Como consecuencia, el libro de códigos anteriormente presentado normaliza cada uno de los vectores de precodificación para que tengan potencia uno:  $\|\mathbf{w}_i\|^2 = 1 \ \forall i \in [1, \dots, L]$  y la referencia de fase se establece a la primera antena de transmisión, que significa que el factor de ponderación para la antena 1 del vector de
- 55 precodificación de orden  $i$   $w_{1,i}$  tiene valor real ( $\text{fase}\{w_{1,i}\} = 0 \ \forall i \in [1, \dots, L]$ ).

El libro de códigos combina adaptación de amplitud mediante selección de antena de transmisión básica con una



adaptación de fase de 6 estados. Por una parte, la adaptación de amplitud es especialmente importante para canales descorrelacionados o débilmente correlacionados. Por otra parte, la adaptación de fase es especialmente útil al mejorar el rendimiento de precodificación en canales intensamente correlacionados. El libro de códigos incluye dos pesos de selección de antena ( $\mathbf{w}_1, \mathbf{w}_2$ ) y seis pesos de igual potencia que tienen diferentes fases de transmisión ( $\mathbf{w}_3, \dots, \mathbf{w}_8$ ). Para los seis pesos de igual potencia, la diferencia en las fases de transmisión se proporciona en múltiplos de  $\pi/3$ :

$$\frac{w_{2,i}}{w_{1,i}} = \exp(j \cdot [(i-3) \cdot \pi / 3 + \varphi]), \quad i \in [3, \dots, 8], \quad (3)$$

10 en el que

$w_{1,i}$  indica el factor de ponderación complejo para la antena de TX 1 del vector de ponderación de orden  $i$ ,  
 $w_{2,i}$  indica el factor de ponderación complejo para la antena de TX 2 del vector de ponderación de orden  $i$ , y  
 $\varphi$  indica una referencia de fase.

15 El rendimiento del libro de códigos presentado es independiente de la elección de la referencia de fase  $\varphi$ . La propiedad importante es únicamente, que las diferencias de fase entre los vectores de adaptación de fase  $\mathbf{w}_3, \dots, \mathbf{w}_8$  se definen por múltiplos de  $\pi/3$ .

20 El libro de códigos también incluye 4 pares de pesos ortogonales ( $\{\mathbf{w}_1, \mathbf{w}_2\}$ ,  $\{\mathbf{w}_3, \mathbf{w}_6\}$ ,  $\{\mathbf{w}_4, \mathbf{w}_7\}$  y  $\{\mathbf{w}_5, \mathbf{w}_8\}$ ), que son particularmente útiles cuando se realiza precodificación de múltiples flujos o precodificación de múltiples usuarios. En el caso de transmisión de precodificación de múltiples flujos o información de múltiple entrada múltiple salida (MIMO) precodificada, un peso de haz para un primer flujo puede seleccionarse desde el libro de códigos de acuerdo con un cierto criterio de selección (por ejemplo para maximizar una relación de señal a ruido de post-procesamiento); un receptor normalmente transporta el índice del peso. Para un segundo flujo de transmisión, se selecciona un peso que es ortogonal al primer peso. En el caso de transmisión de múltiples flujos o transmisión de múltiples usuarios, puede seleccionarse también un par de pesos ortogonales basándose en un criterio de selección considerando ambos flujos (por ejemplo maximizar el caudal de suma de ambos flujos).

30 Por lo tanto, el libro de códigos proporciona pesos de precodificación apropiados para transmisión de único flujo (incluyendo selección de antena), transmisión de múltiples flujos, tal como modulación de vector o Control de Tasa Por Antena (PARC) así como transmisión de múltiples usuarios/terminales, tal como Acceso Múltiple por División del Espacio (SDMA).

35 En una realización de un método de procesamiento de datos llevado a cabo en un receptor, se selecciona al menos un libro de códigos y al menos un peso en el libro de códigos que satisfacen un criterio de rendimiento predeterminado. Uno de los libros de códigos es:

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} \\ 0 & 1 & \sqrt{0,5}e^{j0} & \sqrt{0,5}e^{j\frac{\pi}{3}} & \sqrt{0,5}e^{j\frac{2\pi}{3}} & \sqrt{0,5}e^{j\pi} & \sqrt{0,5}e^{j\frac{4\pi}{3}} & \sqrt{0,5}e^{j\frac{5\pi}{3}} \end{bmatrix}$$

40 (bloque 202 en la Figura 2). De manera natural, si únicamente se proporciona un libro de códigos en un receptor y/o un transmisor, en concreto el libro de códigos anteriormente representado, no es necesaria selección de libro de códigos real.

45 El criterio de rendimiento puede establecerse en una especificación de sistema o puede definirse por un terminal de usuario, por ejemplo.

50 Hay varias opciones a usarse como un criterio: maximizar la relación de señal a interferencia/ruido (SINR) de post-procesamiento o maximizar la potencia de señal total recibida, etc. El criterio usado puede también variar de caso a caso. De manera natural, también son posibles combinaciones de varios criterios.

55 En el bloque 204, el al menos un libro de códigos y peso seleccionados se informan a un transmisor para que se usen en transmisión. De manera natural, si únicamente se proporciona un libro de códigos en un receptor y/o en un transmisor, en concreto el libro de códigos anteriormente representado, no puede transportarse información de libro de códigos a un transmisor. En ese caso, únicamente la información a transportarse puede ser información de peso, por ejemplo índices que apuntan a pesos seleccionados.

La realización comienza en el bloque 200 y finaliza en el bloque 206. La realización también es repetible.

En una realización de un método de transmisión de datos llevada a cabo en un transmisor, se recibe la información en al menos un libro de códigos y al menos un peso en el libro de códigos que satisfacen un criterio de rendimiento predeterminado. Uno de los libros de códigos es:

$$5 \quad \begin{bmatrix} 1 & 0 & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} \\ 0 & 1 & \sqrt{0,5}e^{j0} & \sqrt{0,5}e^{j\frac{\pi}{3}} & \sqrt{0,5}e^{j\frac{2\pi}{3}} & \sqrt{0,5}e^{j\pi} & \sqrt{0,5}e^{j\frac{4\pi}{3}} & \sqrt{0,5}e^{j\frac{5\pi}{3}} \end{bmatrix}$$

(bloque 302 En la Figura 3). El criterio de rendimiento puede establecerse en una especificación de sistema o puede definirse por un terminal de usuario, por ejemplo.

10 Hay varias opciones a usarse como un criterio de rendimiento: maximizar la relación de señal a interferencia/ruido (SINR) de post-procesamiento o maximizar la potencia de señal total recibida, etc. El criterio usado puede variar también de caso a caso. De manera natural, también son posibles combinaciones de varios criterios.

15 De manera natural, si únicamente se proporciona un libro de códigos en un receptor y/o en un transmisor, en concreto el libro de códigos anteriormente representado, no se requiere información de libro de códigos en un transmisor. En ese caso, la información a recibirse puede ser únicamente información de peso, por ejemplo índices que apuntan a pesos seleccionados.

20 En el bloque 304, el al menos un libro de códigos se aplica en precodificación de señal para transmisión. La aplicación incluye buscar los pesos basándose en el índice. La precodificación puede pensarse también que es ponderación de haz de antena o ponderación de haz de señal, como también se llama.

La realización comienza en el bloque 300 y finaliza en el bloque 306. La realización es repetible.

25 En otra realización de un método de transmisión de datos llevado a cabo en un transmisor, el transmisor decide por sí mismo sobre sus pesos de precodificación puesto que tiene información de estado de canal disponible (por ejemplo en sistemas de Dúplex por División de Frecuencia (FDD) a través de sistemas de realimentación y Dúplex por División en el Tiempo (TDD) de las señales recibidas).

30 En el bloque 402 (Figura 4), se selecciona un libro de códigos de al menos un libro de códigos y al menos un peso en el libro de códigos que satisfacen un criterio de rendimiento predeterminado, en el que uno del al menos un libro de códigos es de la forma:

$$35 \quad \begin{bmatrix} 1 & 0 & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} \\ 0 & 1 & \sqrt{0,5}e^{j0} & \sqrt{0,5}e^{j\frac{\pi}{3}} & \sqrt{0,5}e^{j\frac{2\pi}{3}} & \sqrt{0,5}e^{j\pi} & \sqrt{0,5}e^{j\frac{4\pi}{3}} & \sqrt{0,5}e^{j\frac{5\pi}{3}} \end{bmatrix}.$$

De manera natural, si únicamente se proporciona un libro de códigos en un transmisor, en concreto el libro de códigos anteriormente representado, no es necesaria selección de libro de códigos real.

40 El criterio de rendimiento puede establecerse en una especificación de sistema o puede definirse por un terminal de usuario, por ejemplo.

Hay varias opciones para usarse como un criterio de rendimiento: maximizar la relación de señal a interferencia/ruido (SINR) de procesamiento o maximizar la potencia de señal total recibida, etc. El criterio usado puede variar también de caso a caso. De manera natural, también son posibles combinaciones de varios criterios.

45 En el bloque 404, el al menos un libro de códigos y peso seleccionados se informan a un receptor para que se usen en recepción, normalmente en detección de datos. De manera natural, si únicamente se proporciona un libro de códigos en un receptor y en un transmisor, en concreto el libro de códigos anteriormente representado, no puede transportarse información de libro de códigos a un receptor. En ese caso, únicamente la información a transportarse puede ser información de peso, por ejemplo índices que apuntan a pesos seleccionados.

En el bloque 406, el al menos un peso se aplica en precodificación de señal para transmisión. La precodificación puede llamarse también ponderación de haz de antena o ponderación de haz de señal.

55 La realización comienza en el bloque 400 y finaliza en el bloque 408. La realización es repetible

En una realización de un método de recepción de datos en un sistema de comunicación (en el bloque 602), un

receptor recibe información sobre al menos un libro de códigos y al menos un peso en el libro de códigos usado en precodificación de señal en transmisión, en el que uno del al menos un libro de códigos es de la forma:

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} & \sqrt{0,5} \\ 0 & 1 & \sqrt{0,5}e^{j0} & \sqrt{0,5}e^{j\frac{\pi}{3}} & \sqrt{0,5}e^{j\frac{2\pi}{3}} & \sqrt{0,5}e^{j\pi} & \sqrt{0,5}e^{j\frac{4\pi}{3}} & \sqrt{0,5}e^{j\frac{5\pi}{3}} \end{bmatrix}.$$

5 De manera natural, si únicamente se proporciona un libro de códigos, en concreto el libro de códigos anteriormente representado, no se requiere información de libro de códigos. En ese caso, la información a recibirse puede ser únicamente información de peso, por ejemplo índices que apuntan a pesos seleccionados.

10 En el bloque 604, el al menos un peso usado en precodificación de señal en transmisión se usa para recepción, normalmente en detección de datos.

La realización comienza en el bloque 600 y finaliza en el bloque 606. La realización es repetible.

15 Debería observarse que existen otras opciones para usar pesos distintos de únicamente un único peso para un único flujo. En caso de por ejemplo unos sistemas de multiplexación por división ortogonal de frecuencia (OFDM) o acceso múltiple por división ortogonal de frecuencia (OFDMA) (enlace WiMax o 3.9G/3GPP LTE), existe una posibilidad para usar diferentes pesos de transmisión de diferentes subportadoras. Si se usan diferentes pesos para diferentes subportadoras, puede seleccionarse un peso como una función de frecuencia  $w(f)$ , el índice de un peso puede informarse/realimentarse como una función de frecuencia  $i(f)$  y el peso puede aplicarse en transmisión y/o recepción como una función de frecuencia. La selección de un libro de códigos y pesos/índice de peso en el bloque 202 (la selección se lleva a cabo en un receptor) o en el bloque 402 (la selección se lleva a cabo en el transmisor) puede implementarse usando un programa informático. Además, buscar pesos puede implementarse por un programa informático. También puede implementarse ponderación de antena o precodificación de señal para transmisión en el transmisor por un programa informático. Otra opción para implementación son componentes de ASIC (Circuito Integrado Específico de la Aplicación). También es factible un híbrido de estas diferentes implementaciones.

25 En un receptor, la selección de un libro de códigos puede implementarse usando un programa informático. En un transmisor, buscar pesos puede implementarse por un programa informático. También la precodificación de señal para transmisión puede implementarse por un programa informático. Otra opción son componentes de ASIC (Circuito Integrado Específico de la Aplicación). También es factible un híbrido de estas diferentes implementaciones.

35 El programa informático puede almacenarse en un medio de distribución de programa informático legible por un ordenador o un procesador. El medio de programa informático puede ser, por ejemplo, pero sin limitación, un sistema, dispositivo o medio de transmisión eléctrico, magnético, óptico, de infrarrojos o de semiconductores. El medio de programa informático puede incluir al menos uno de los siguientes medios: un medio legible por ordenador, un medio de almacenamiento de programa, un medio de grabación, una memoria legible por ordenador, una memoria de acceso aleatorio, una memoria de sólo lectura programable borrrable, un paquete de distribución de software legible por ordenador, una señal legible por ordenador, una señal de telecomunicaciones legible por ordenador, material impreso legible por ordenador, y un paquete de software comprimido legible por ordenador.

45 La Figura 5 ilustra un ejemplo de un transceptor simplificado que incluye un receptor y un transmisor. Es evidente para un experto en la materia que un receptor y/o un transmisor pueden tener una estructura diferente de la que se representa en la Figura 5 y el receptor y el transmisor pueden ponerse en dispositivos separados o módulos parcialmente o como una totalidad.

50 Tanto una parte de recepción como una parte de transmisor incluyen múltiples antenas 500A, 500B para un receptor y 500C, 500D para un transmisor. Los mismos elementos de antena pueden usarse también para tanto transmisión como recepción. El transceptor también proporciona medios de formación de haces.

55 Los elementos de antena están dispuestos, por ejemplo, de manera lineal o planar. En el caso lineal, los elementos pueden estar dispuestos para formar una ULA (Serie Lineal Uniforme), donde los elementos están en una línea recta a distancias iguales. En el caso planar, puede formarse una CA (Serie Circular), por ejemplo, donde los elementos están en el mismo plano que forma una circunferencia circular en la dirección horizontal. En este caso se cubre un cierto sector del círculo, por ejemplo 120 grados o incluso el círculo completo, es decir 360 grados. En principio, las estructuras de antena uniplanares anteriormente mencionadas pueden implementarse también como estructuras bi- o incluso tridimensionales. Una estructura bidimensional se consigue, por ejemplo, poniendo estructuras ULA cerca unas de las otras, formando de esta manera los elementos una matriz. Los elementos de antena de la serie de antenas pueden comprender también varias unidades de antena. Por ejemplo, en caso de una antena con forma de matriz, el elemento de antena puede hacer referencia a una columna de matriz de la antena de forma de matriz.

Unos extremos frontales de receptor 502A, 502B comprenden filtros que evitan frecuencias fuera de las bandas de frecuencia deseadas. A continuación la señal se convierte en una frecuencia intermedia o directamente en una frecuencia de banda base, forma en la que la señal se muestrea y cuantifica en un convertidor analógico/digital 504A, 504B. Después de la conversión A/D la señal se suministra a unos bloques de procesamiento de banda base 506A, 506B, donde puede llevarse a cabo el desensanchamiento, transformada rápida de Fourier inversa (IFFT), etc. Las señales recibidas desde múltiples antenas se multiplican por una unidad elemental del elemento de antena en los medios de ponderación 508. Después de esto, las señales pueden combinarse en los medios de combinación 510. En caso de un receptor apto para múltiples flujos/MIMO, los bloques 508 y 510 pueden generar desde la antena M señales específicas ponderando y combinando K señales específicas de flujo procesadas adicionalmente. En caso de un único receptor de antena ( $M=K=1$ ), los medios de ponderación y el medio de combinación no estarán presentes en el receptor.

Un demodulador 512 extrae la onda portadora efectiva de una señal recibida. Un bloque de DSP 516 realiza procesamiento de señal digital, tal como decodificación y codificación. El bloque de DSP 516 puede determinar también factores de ponderación de elementos de antena. Una unidad de control 514 realiza funciones de control internas controlando diferentes unidades.

Las realizaciones de la invención o parte de ellas relacionadas con un receptor, tal como seleccionar desde al menos un libro de códigos un libro de códigos y al menos un peso en el libro de códigos que satisfacen un criterio de rendimiento predeterminado, pueden llevarse a cabo por la unidad de control 514. La transmisión de información puede llevarse a cabo por la parte de transmisor del transceptor.

En la transmisión, un modulador 530 modula señales digitales a una onda portadora de frecuencia de radio. En los medios de ponderación 528, la señal se multiplica por unidades elementales que corresponden a los elementos de antena. Esto permite que un haz de antena se dirija hacia un vector complejo formado por unidades elementales en sincronización digital. La ponderación se lleva a cabo de manera individual para cada uno de los K flujos en caso de transmisión de múltiples flujos/MIMO (representada en la Figura con otro bloque de ponderación de línea discontinua). Las señales de diferentes flujos de transmisión se combinan a una única señal por antena en medios de combinación 526A y 526B.

La señal a transmitirse se procesa en bloques de procesamiento de banda base 524A y 524B. En los bloques de procesamiento de banda base 524A y 524B, la señal se ensancha, por ejemplo, multiplicando por un código de ensanchamiento en caso de un sistema CDMA o puede realizarse IFFT en caso de multiplexación por división ortogonal de frecuencia (OFDM) o acceso múltiple por división ortogonal de frecuencia (OFDMA), etc. Únicamente puede proporcionarse también un bloque de banda base.

La señal se convierte de la forma digital en la forma analógica por un convertidor digital/analógico 522A, 522B. Cada componente de señal se transmite a un extremo frontal de transmisor 520A, 520B que corresponde al elemento de antena en cuestión. El extremo frontal de transmisor comprende un filtro para limitar el ancho de banda. El transmisor también controla la potencia de salida de transmisión.

Un sintetizador 518 proporciona las frecuencias de onda portadora necesarias para las diferentes unidades.

Las realizaciones de la invención o parte de ellas relacionadas con un transmisor, tal como seleccionar desde al menos un libro de códigos un libro de códigos y al menos un peso en el libro de códigos que satisfacen un criterio de rendimiento y/o que aplican al menos un peso en precodificación de señal para transmisión por un flujo de transmisión, pueden llevarse a cabo por los medios (unidad) de control 514 y por los medios de ponderación 528. Recibir información en al menos un libro de códigos y al menos un peso en el libro de códigos que satisfacen un criterio de rendimiento predeterminado puede llevarse a cabo por la parte de receptor del transceptor. Debería observarse que normalmente un receptor en un extremo de un canal de radio selecciona desde al menos un libro de códigos un libro de códigos y al menos un peso en el libro de códigos, e informa el al menos un libro de códigos y peso seleccionados a un transmisor para que se usen en transmisión, mientras que un transmisor en otro extremo recibe información sobre al menos un libro de códigos y al menos un peso en el libro de códigos y aplica el al menos un peso en precodificación de señal de antena de ponderación para transmisión.

También es posible que el transmisor en un extremo de un canal de radio seleccione desde al menos un libro de códigos un libro de códigos y al menos un peso en el libro de códigos, informe el al menos un libro de códigos y peso seleccionados a un receptor para que se usen en recepción y aplique el al menos un peso en precodificación de señal para transmisión. El receptor en el otro extremo recibe información sobre al menos un libro de códigos y al menos un peso en el libro de códigos y usa esta información en recepción de datos transmitidos por el transmisor.

Incluso aunque la invención se ha descrito anteriormente con referencia a un ejemplo de acuerdo con los dibujos adjuntos, es evidente que la invención no está restringida a la misma sino que puede modificarse en varias maneras dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un método que comprende:

5 seleccionar (202), por un receptor, desde al menos un libro de códigos al menos un peso de precodificación, e informar (204) el al menos un peso de precodificación seleccionado a un transmisor para que se use en transmisión;

**caracterizado por que** el al menos un libro de códigos comprende pesos de selección de antena, pesos de igual potencia que tienen diferentes fases de transmisión y pares de pesos ortogonales.

10 2. El método de la reivindicación 1, en el que el al menos un peso de precodificación es un vector de forma  $[w_1, w_2]$ , en el que  $w_1$  indica un factor de ponderación complejo para una primera antena de transmisión y  $w_2$  indica un factor de ponderación complejo para una segunda antena de transmisión.

15 3. El método de la reivindicación 1, en el que el al menos un peso de precodificación es un vector de forma  $[w_1, w_2]$ , en el que  $w_1$  indica un factor de ponderación complejo para una primera antena de transmisión y  $w_2$  indica un factor de ponderación complejo para una segunda antena de transmisión, y en donde al menos uno de los factores de ponderación complejos tiene valor real.

20 4. Un método que comprende:

recibir (302), por un transmisor, información sobre al menos un peso de precodificación en al menos un libro de códigos, y aplicar (304) el al menos un peso de precodificación en precodificación de señal para transmisión;

25 **caracterizado por que** el al menos un libro de códigos comprende pesos de selección de antena, pesos de igual potencia que tienen diferentes fases y pares de pesos ortogonales.

30 5. El método de la reivindicación 4, en el que el al menos un peso de precodificación es un vector de forma  $[w_1, w_2]$ , en el que  $w_1$  indica un factor de ponderación complejo para una primera antena de transmisión y  $w_2$  indica un factor de ponderación complejo para una segunda antena de transmisión.

35 6. El método de la reivindicación 4, en el que el al menos un peso de precodificación es un vector de forma  $[w_1, w_2]$ , en el que  $w_1$  indica un factor de ponderación complejo para una primera antena de transmisión y  $w_2$  indica un factor de ponderación complejo para una segunda antena de transmisión, y en donde al menos uno de los factores de ponderación complejos tiene valor real.

7. Un aparato que comprende:

40 medios para seleccionar (202) desde al menos un libro de códigos al menos un peso de precodificación, y medios para informar (204) el al menos un peso de precodificación seleccionado a un transmisor para que se use en transmisión;

**caracterizado por que** el al menos un libro de códigos comprende pesos de selección de antena, pesos de igual potencia que tienen diferentes fases y pares de pesos ortogonales.

45 8. El aparato de la reivindicación 7, en donde el aparato comprende un receptor.

9. El aparato de la reivindicación 7, en el que el al menos un peso de precodificación es un vector de forma  $[w_1, w_2]$ , en el que  $w_1$  indica un factor de ponderación complejo para una primera antena de transmisión y  $w_2$  indica un factor de ponderación complejo para una segunda antena de transmisión.

50 10. El aparato de la reivindicación 7, en el que el al menos un peso de precodificación es un vector de forma  $[w_1, w_2]$ , en el que  $w_1$  indica un factor de ponderación complejo para una primera antena de transmisión y  $w_2$  indica un factor de ponderación complejo para una segunda antena de transmisión, y en donde al menos uno de los factores de ponderación complejos tiene valor real.

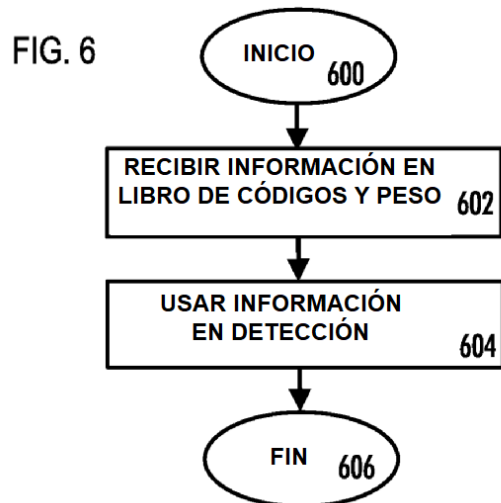
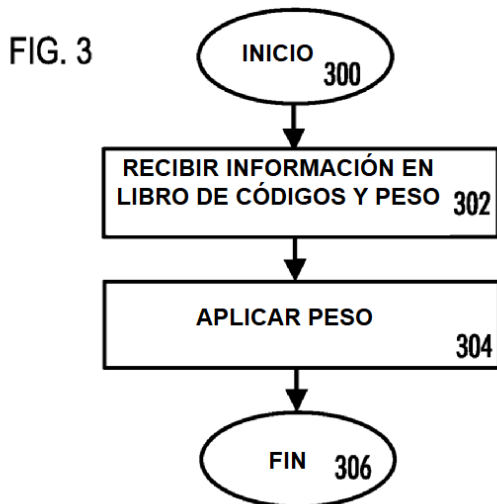
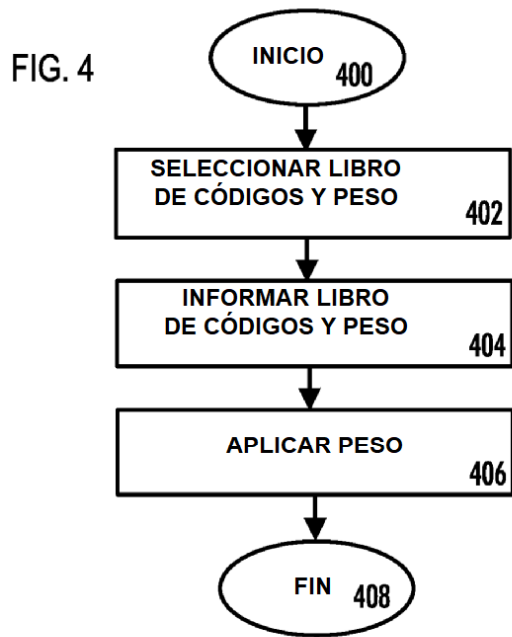
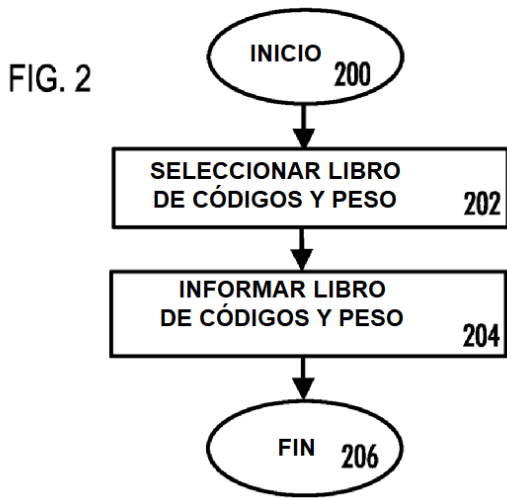
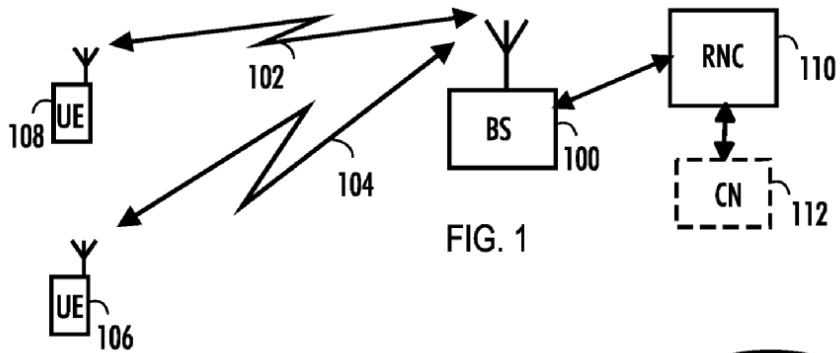
55 11. Un aparato que comprende:

60 medios para recibir (302) información sobre al menos un peso de precodificación en al menos un libro de códigos,

y medios para aplicar (304) el al menos un peso de precodificación en precodificación de señal para transmisión; **caracterizado por que** el al menos un libro de códigos comprende pesos de selección de antena, pesos de igual potencia que tienen diferentes fases y pares de pesos ortogonales.

65 12. El aparato de la reivindicación 11, en donde el aparato comprende un transmisor.

13. El aparato de la reivindicación 11, en el que el al menos un peso de precodificación es un vector de forma  $[w_1, w_2]$ , en el que  $w_1$  indica un factor de ponderación complejo para una primera antena de transmisión y  $w_2$  indica un factor de ponderación complejo para una segunda antena de transmisión.
- 5 14. El aparato de la reivindicación 11, en el que el al menos un peso de precodificación es un vector de forma  $[w_1, w_2]$ , en el que  $w_1$  indica un factor de ponderación complejo para una primera antena de transmisión y  $w_2$  indica un factor de ponderación complejo para una segunda antena de transmisión, y en donde al menos uno de los factores de ponderación complejos tiene valor real.
- 10 15. Una memoria que almacena un programa de instrucciones legibles por ordenador que cuando los ejecuta el al menos un procesador da como resultado acciones que realizan un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6.



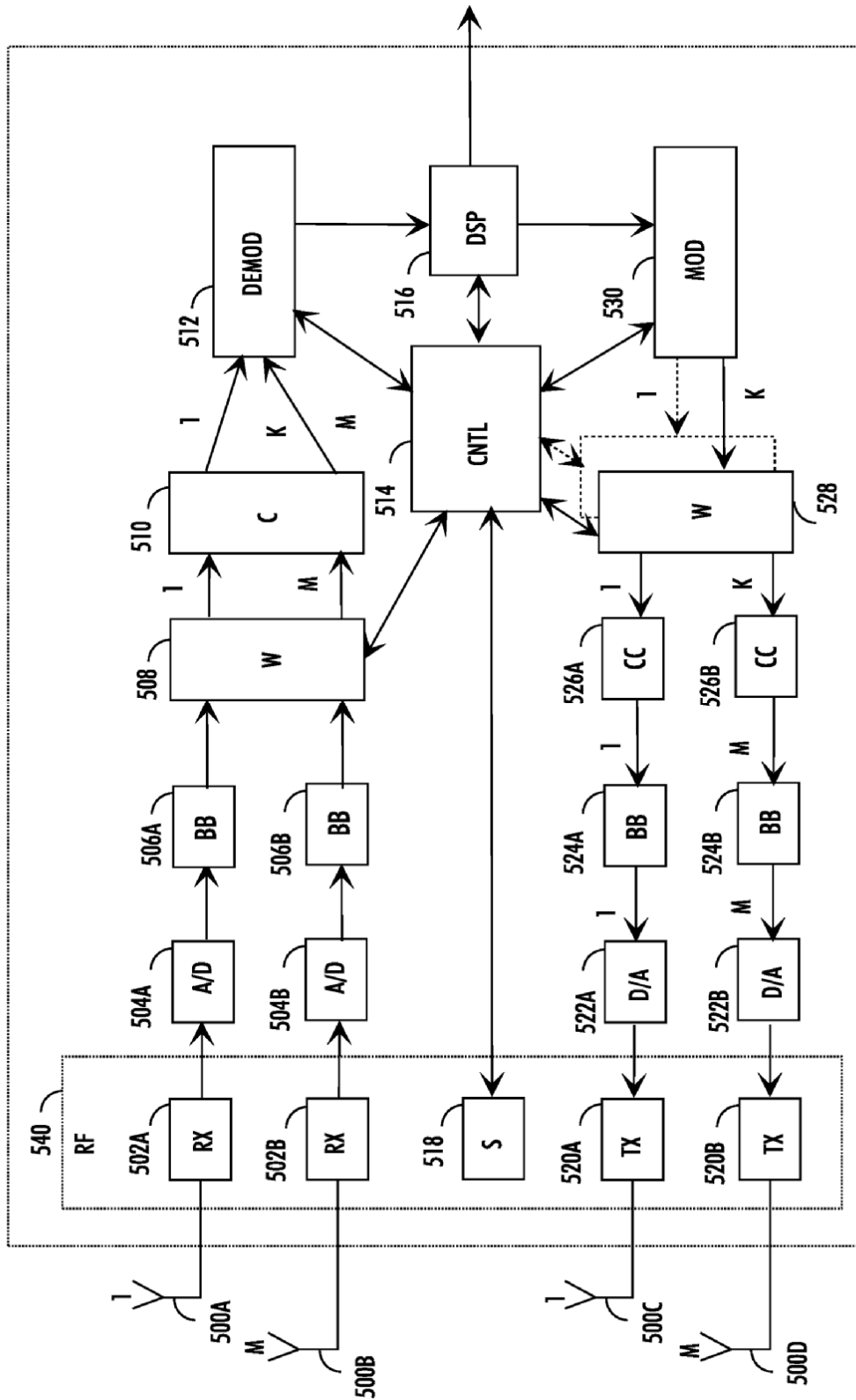


FIG. 5