

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 488 968**

51 Int. Cl.:

**H04L 1/06** (2006.01)

**H04L 27/34** (2006.01)

**H04B 7/155** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.11.2008 E 08855166 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.05.2014 EP 2222009**

54 Título: **Método y equipo para enviar datos**

30 Prioridad:

**27.11.2007 CN 200710171667**

**14.01.2008 CN 200810002138**

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

**01.09.2014**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**WU, TAO y  
ZHAO, YINWEI**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

**ES 2 488 968 T3**

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

## DESCRIPCIÓN

Método y equipo para enviar datos

**Campo de la invención**

5 La presente invención está relacionada con las tecnologías de comunicación por radio y, en particular, con un método y un equipo para enviar datos.

**Antecedentes de la invención**

10 En el sistema de comunicación móvil de 3ª generación (3G) y en el sistema de comunicación móvil de 4ª generación (4G) se encuentra disponible la transmisión de datos de alta velocidad. Además, en estos sistemas se han impuesto requisitos de mayor fiabilidad, especialmente bajo condiciones naturales adversas. Por lo tanto, la tecnología de retransmisión de datos se ha convertido en una de las tecnologías críticas para satisfacer el requisito de alta fiabilidad.

15 La tecnología de retransmisión de datos es en esencia una tecnología de diversidad de tiempo, y puede mejorar el rendimiento de los sistemas de comunicación por radio. Además de la tecnología de diversidad de tiempo, se encuentran disponibles múltiples tecnologías de diversidad. Los principios de estas tecnologías de diversidad son los mismos que el principio de la tecnología de diversidad de tiempo. Esto es, después de que se haya transmitido un grupo de datos en una diversidad, el grupo de datos se vuelve a transmitir una vez o múltiples veces en otra diversidad. Tecnologías de diversidad comunes incluyen la tecnología de diversidad de tiempo, la tecnología de diversidad de celda, la tecnología de diversidad de polarización, la tecnología de diversidad de frecuencia, la tecnología de diversidad de espacio, la tecnología de diversidad de código y la tecnología de diversidad de retransmisión. En las tecnologías de comunicaciones por radio se introduce una tecnología de modulación jerárquica con el fin de utilizar completamente el recurso en el dominio del tiempo, el recurso en el dominio de la frecuencia o el recurso en el dominio del código de un canal. La modulación jerárquica realiza una mejor cobertura con una tecnología mejorada al mismo tiempo que garantiza la calidad de recepción más básica, proporcionando de este modo un mejor resultado de recepción. En el modo de modulación jerárquica, un extremo de recepción con una mejor relación señal ruido (SNR) recibe de forma concurrente flujos de datos de dos capas, mientras que un extremo de recepción con una pobre SNR recibe datos únicamente de la capa básica.

20 A continuación se describe la tecnología de modulación jerárquica tomando como ejemplo un servicio de difusión y multidifusión multimedia (MBMS). Con el fin de satisfacer los requisitos de SNR de los distintos extremos de recepción sin utilizar recursos de espectro adicionales, un mismo flujo de datos se divide para su modulación en datos multicapa, y a continuación se transmiten los datos modulados. Para una mejor descripción, a continuación se toma como ejemplo un flujo de datos de dos capas. El servidor del MBMS transmite al extremo de recepción la información  $b_0b_1b_2b_3$  a través de una estación base (BS). En la presente solicitud,  $b_0b_1$  indica los datos de la capa básica en la modulación jerárquica y se mapea en un símbolo de la modulación por desplazamiento de fase cuaternaria (QPSK)  $x$ .  $b_2b_3$  indica los datos de la capa mejorada y se mapea en un símbolo QPSK  $y$ .  $x$  e  $y$  se multiplican por los factores de modulación correspondientes (se supone que son  $\alpha$  y  $\beta$ , donde  $\alpha = \frac{2\sqrt{2}}{\sqrt{10}}$  y  $\beta = \frac{2\sqrt{2}}{\sqrt{10}}$ ), y se superponen en un símbolo de modulación de amplitud en cuadratura (QAM) de 16 estados  $z$  ( $z = \alpha x + \beta y$ ), y a continuación se envía el símbolo QAM de 16 estados  $z$ . Cuando la BS vuelve a transmitir activamente el MBMS, la BS sigue modulando los datos de la capa básica y los datos de la capa mejorada en  $z = \alpha x + \beta y$  en modo jerárquico.

30 El extremo de recepción con una SNR mayor recibe tanto los datos de la capa básica como los datos de la capa mejorada. El extremo de recepción con una menor SNR recibe únicamente los datos de la capa básica. Si el extremo de recepción con una SNR menor también recibe los datos de la capa mejorada, el extremo de recepción también puede disfrutar de una mejor calidad de servicio (QoS). Después de recibir los datos transmitidos, el extremo de recepción demodula los datos de la capa básica y los datos de la capa mejorada y, a continuación, procesa los datos. La demodulación dos veces de los datos recibidos puede obtener una medida logarítmica de similitud (LLR) de clase bit que se transmite dos veces, que incluye los datos de la capa básica y los datos de la capa mejorada. Se puede restaurar la señal del extremo de transmisión mediante combinación y decodificando los valores LLR, donde la combinación puede adoptar algoritmos de combinación de tasa máxima (MRC) o de combinación selectiva (SC).

35 La publicación con el número WO2007089110A2 divulga un método de transmisión y recepción de datos que utiliza modulación por superposición en un sistema de comunicación inalámbrico con múltiples antenas. Más específicamente, el método comprende la codificación de al menos un flujo de datos de entrada mediante un esquema de codificación de canal, segmentar el al menos un flujo de datos de entrada codificado en al menos dos subflujos, modular en capa los al menos dos subflujos utilizando esquemas de modulación de capa, transmitir a través de las múltiples antenas los subflujos modulados en capa, en donde la potencia de transmisión de cada antena se ajusta en función de la condición del canal, y recibir el subflujo modulado en capa por parte de al menos un usuario, en donde cada usuario utiliza un esquema diferente de demodulación.

La publicación con número WO2006138203A1 divulga técnicas de Múltiple Entrada Múltiple Salida (MIMO) que se utilizan para aumentar la eficiencia espectral de una red móvil de una única frecuencia. En algunos modos de realización con una única antena de transmisión por celda, se transmiten múltiples flujos de datos desde múltiples celdas, un flujo de datos por cada conjunto de antena de transmisión. La asociación de los flujos con los conjuntos de antenas varía con el tiempo. De este modo, los dispositivos de equipos de usuario (UE) en las fronteras de las celdas se benefician del MIMO, y los UE próximos a los centros de las celdas se benefician de la alta relación portadora a interferencia (C/I) de la señal. En algunos modos de realización cada flujo se transmite desde un conjunto de forma concurrente sobre la capa básica de una señal modulada jerárquicamente, y desde otro conjunto sobre una capa mejorada de una señal modulada jerárquicamente. La asociación de los conjuntos a los flujos varía con el tiempo. Los UE en las fronteras de las celdas se benefician del MIMO, y los UE próximos a los centros de las celdas se benefician de la alta C/I para decodificar ambos flujos a partir de las capas básica y mejorada. (Resumen de D2).

La publicación con número WO2006076599A1 divulga un sistema y un método que se proporcionan para generar valores de tasa de similitud logarítmica (LLR) de bits para la decodificación turbo de la modulación por desplazamiento de fase cuaternaria (QPSK) de dos capas en un terminal de usuario (UT) de comunicaciones inalámbricas. El método incluye recibir una señal QPSK en dos capas con una tasa de energía que es desconocida, pero que se define típicamente bien como  $k_1 < 2$  o  $k_2 < 2$ .

### Resumen de la invención

Los modos de realización de la presente invención proporcionan un método para enviar datos de acuerdo con la reivindicación 1 y un equipo para enviar datos de acuerdo con la reivindicación 6.

En las reivindicaciones dependientes se definen los modos de realización preferidos. Algunos modos de realización que no se encuentran bajo el alcance de las reivindicaciones son útiles para entender la invención.

### Breve descripción de los dibujos

Con el fin de que sea más clara la solución técnica bajo la presente invención o de la técnica anterior, a continuación se resumen los dibujos adjuntos para ilustrar la técnica anterior o para ilustrar los ejemplos, los cuales no comprenden todas las características necesarias para implementar la presente invención. Evidentemente, los dibujos adjuntos son únicamente ejemplos, y aquellos experimentados en la técnica pueden derivar sin trabajo creativo otros dibujos a partir de dichos dibujos adjuntos.

La FIG. 1 es un diagrama de flujo de un primer ejemplo, que no comprende todas las características necesarias para implementar la presente invención;

la FIG. 2 es un diagrama de flujo de un segundo ejemplo, que no comprende todas las características necesarias para implementar la presente invención;

la FIG. 3 es un diagrama de flujo de tercer primer ejemplo, que no comprende todas las características necesarias para implementar la presente invención;

la FIG. 4 es un diagrama esquemático que ilustra la superposición de dos puntos de una constelación QPSK en un punto de una constelación 16QAM en un cuarto ejemplo que no comprende todas las características necesarias para implementar la presente invención;

la FIG. 5 es un diagrama esquemático que ilustra la superposición de tres puntos de una constelación QPSK en un punto de una constelación 64QAM en el cuarto ejemplo que no comprende todas las características necesarias para implementar la presente invención;

la FIG. 6 es un diagrama esquemático que ilustra la superposición de un punto de una constelación QPSK y un punto de una constelación 16QAM en un punto de una constelación 64QAM en el cuarto ejemplo que no comprende todas las características necesarias para implementar la presente invención;

la FIG. 7 es un diagrama esquemático que ilustra la transmisión y la recepción cuando una unidad de transmisión y una unidad de recepción disponen de dos antenas en el modo múltiples entradas múltiples salidas (MIMO) en el cuarto ejemplo que no comprende todas las características necesarias para implementar la presente invención;

la FIG. 8 es un diagrama esquemático que ilustra el mapeo, por parte de dos extremos de recepción, de los datos transmitidos con los puntos de la constelación QPSK en un quinto ejemplo que no comprende todas las características necesarias para implementar la presente invención;

la FIG. 9 es un diagrama esquemático que ilustra la superposición, por parte de dos extremos de recepción, de símbolos QPSK transmitidos en un punto de una constelación 16QAM en un canal en el quinto ejemplo que no comprende todas las características necesarias para implementar la presente invención;

la FIG. 10 es un diagrama de flujo de un método para reenviar datos en un séptimo ejemplo que no comprende todas las características necesarias para implementar la presente invención;

la FIG. 11 es un diagrama esquemático que ilustra el reenvío de datos cuando se encuentra disponible un RS en un octavo ejemplo que no comprende todas las características necesarias para implementar la presente invención;

5 la FIG. 12 es un diagrama esquemático que ilustra el reenvío de datos cuando se encuentran disponibles dos RS en el octavo ejemplo que no comprende todas las características necesarias para implementar la presente invención;

la FIG. 13 muestra una estructura de un equipo para enviar datos en un noveno ejemplo que no comprende todas las características necesarias para implementar la presente invención;

10 la FIG. 14 muestra una estructura de un equipo para reenviar datos en un décimo ejemplo que no comprende todas las características necesarias para implementar la presente invención; y

la FIG. 15 muestra una estructura de un equipo para procesar datos en un undécimo ejemplo que no comprende todas las características necesarias para implementar la presente invención.

### Descripción detallada de los modos de realización

15 En la implementación de la presente invención, el inventor encuentra al menos los siguientes problemas en la técnica anterior: aunque la solución de retransmisión de datos en la técnica anterior puede mejorar el rendimiento del sistema, únicamente considera la combinación de valores LLR de tipo bit; sin reducir de este modo los errores de símbolos ni mejorar en gran medida el rendimiento.

20 La solución técnica de la presente invención se describe en detalle de aquí en adelante haciendo referencia a los dibujos adjuntos. Es evidente que los modos de realización son únicamente ejemplos de modos de realización de la presente invención y la presente invención no se limita a dichos modos de realización. También se encuentran dentro del alcance de protección de la presente invención otros modos de realización que puedan obtener aquellos experimentados en la técnica basándose en los modos de realización de la presente invención.

25 La FIG. 1 es un diagrama de flujo de un método para enviar datos en el primer ejemplo que no comprende todas las características necesarias para implementar la presente invención. El método para enviar datos se aplica en un sistema de comunicación con N (un número entero positivo mayor que 1) ramas de diversidad de transmisión e incluye los siguientes pasos:

Paso 101: se obtienen los paquetes de datos a enviar;

30 Los paquetes de datos en este modo de realización se pueden someter a un proceso de codificación, por ejemplo, codificación de Corrección de Error de Reenvío (FEC). Después de someterse al proceso de codificación, los paquetes de datos se pueden intercalar.

Paso 102: la rama de diversidad en transmisión modula los paquetes de datos mediante la utilización de un modo de modulación que se corresponde con la rama de diversidad en transmisión, y envía los paquetes de datos modulados;

35 Los modos de modulación forman una combinación de modos de modulación optimizada y establecida previamente; y cada uno de los modos de modulación se corresponde con un grupo de factores de modulación diferente y/o un grupo de símbolos de modulación en constelación diferente. Los distintos grupos de factores de modulación cumplen con una relación de mapeo de factores de modulación establecida previamente, y los distintos grupos de símbolos de modulación en constelación cumplen con una relación de mapeo de símbolos de modulación en constelación establecida previamente.

40 El proceso de modulación de los paquetes de datos mediante la utilización de modos de modulación se corresponde con las ramas de diversidad en transmisión y el envío de los paquetes de datos modulados por las ramas de diversidad en transmisión incluye: obtener un grupo de factores de modulación correspondiente a los paquetes de datos; mapear los paquetes de datos sobre puntos de constelación en función de un modo de modulación en constelación establecido previamente, y obtener símbolos de modulación en constelación correspondientes a los paquetes de datos; combinar el grupo de factores de modulación con los símbolos de modulación en constelación en una combinación de modulación; y enviar la combinación de modulación. La combinación del primer grupo de factores de modulación, los símbolos de modulación en constelación y la matriz de codificación pueden mejorar la flexibilidad.

50 La combinación optimizada en este modo de realización es una combinación con un mejor efecto de transmisión seleccionada a partir de todas las posibles combinaciones. La combinación optimizada permite una mejor transmisión de datos, reduciendo de este modo la tasa de error de trama y la tasa de error de bit, y mejorando el rendimiento del sistema.

La relación de mapeo de factores de modulación establecida previamente puede ser como sigue: los diferentes grupos de factores de modulación tienen al menos un factor de modulación distinto. Específicamente, distintos factores de modulación cumplen una de las siguientes condiciones: igual valor absoluto, conjugación mutua e igual módulo.

5 La relación de mapeo de símbolos de modulación en constelación establecida previamente puede ser como sigue: los diferentes grupos de símbolos de modulación en constelación tienen al menos un símbolo de modulación en constelación distinto. Diferentes símbolos de modulación en constelación cumplen una de las siguientes condiciones: igual valor absoluto, conjugación mutua e igual módulo.

10 En este modo de realización, cada uno de los grupos de factores de modulación correspondiente a cada factor de modulación cumple la relación de mapeo de factores de modulación establecida previamente, y/o los símbolos de modulación en constelación cumplen con la relación de mapeo de símbolos de modulación en constelación establecida previamente. Los diferentes grupos de factores de modulación tienen al menos un factor de modulación distinto, y distintos símbolos de modulación en constelación tienen al menos un símbolo de modulación en constelación distinto. De este modo, los datos correspondientes a los paquetes de datos pueden tener símbolos diferentes, implementando de este modo la combinación de símbolos, reduciendo la tasa de error de trama y la tasa de error de bit, y mejorando el rendimiento del sistema.

15 Después de enviar los paquetes de datos modulados, las ramas de diversidad de transmisión tienen que enviar los ID de los modos de modulación para modular los paquetes de datos, con el fin de que el extremo de recepción puede detectar apropiadamente la información recibida. Por supuesto, se pueden combinar los paquetes de datos para su transmisión. De este modo, las ramas de diversidad en transmisión no tienen que enviar los ID de los modos de modulación para modular los paquetes de datos.

20 La FIG. 2 es un diagrama de flujo de un método para enviar datos en el segundo ejemplo que no comprende todas las características necesarias para implementar la presente invención. Este modo de realización se basa en dos ramas de diversidad en transmisión. El proceso incluye el paso 201, el paso 202 y el paso 203.

25 Paso 201: se obtienen los paquetes de datos a enviar;

Paso 202: una primera rama de diversidad en transmisión modula los paquetes de datos utilizando un primer modo de modulación, y envía los paquetes de datos modulados;

30 El primer modo de modulación puede estar preestablecido, de modo que el primer modo de modulación se puede aplicar después de obtener los paquetes de datos. El proceso de modulación de los paquetes de datos utilizando el primer modo de modulación y el envío de los paquetes de datos modulados por la primera rama de diversidad en transmisión incluye los siguientes pasos:

35 La primera rama de diversidad en transmisión obtiene un primer grupo de factores de modulación correspondiente a los paquetes de datos, mapea los paquetes de datos sobre los puntos de constelación de acuerdo con el modo de modulación en constelación establecido previamente, obtiene los símbolos de modulación en constelación correspondientes a los paquetes de datos, combina el primer grupo de factores de modulación y los símbolos de modulación en constelación en una primera combinación de modulación y, a continuación, envía la primera combinación de modulación.

40 En este modo de realización, los modos de modulación disponibles incluyen QPSK, modulación por desplazamiento de fase 8 (8PSK), modulación por desplazamiento de amplitud y fase de 8 estados (8APSK), 64QAM, y 128QAM. Alternativamente, se pueden superponer modos de modulación en constelación de orden inferior en un modo de modulación de orden superior. Por ejemplo, se superponen dos puntos de constelación QPSK en un punto de constelación 16QAM. Cuando se necesita superponer modos de modulación en constelación de orden inferior en un modo de modulación de orden superior, los datos obtenidos se pueden dividir en paquetes, y se obtiene el primer grupo de factores de modulación. Cada paquete se corresponde con un factor de modulación en el primer grupo de factores de modulación. Por ejemplo, dos puntos de constelación QPSK se superponen en un punto de constelación 16QAM. Supóngase que un paquete de datos  $b_0b_1b_2b_3$  se divide en dos grupos:  $b_0b_1$  y  $b_2b_3$ .  $b_0b_1$  se mapea sobre el símbolo de modulación  $x$  del punto de constelación QPSK;  $b_2b_3$  se mapea sobre el símbolo de modulación  $y$  del punto de constelación QPSK; el primer grupo de factores de modulación es  $[\alpha, \beta]$ , donde  $\alpha$  se corresponde con  $b_0b_1$  y  $\beta$  se corresponde con  $b_2b_3$ . A continuación se puede superponer para su transmisión el paquete de datos  $b_0b_1b_2b_3$  en un símbolo  $\alpha x + \beta y$  de modulación de puntos de constelación 16QAM.

45 Paso 203: una segunda rama de diversidad en transmisión modula los paquetes de datos utilizando un segundo modo correspondiente al primer modo de modulación, y envía los paquetes de datos modulados.

50 El primer modo de modulación y el segundo modo de modulación forman una combinación optimizada establecida previamente. El primer modo de modulación y el segundo modo de modulación adoptan diferentes factores de modulación para modular los paquetes de datos. El primer grupo de factores de modulación utilizado por el primer

modo de modulación y un segundo grupo de factores de modulación utilizado por el segundo modo de modulación cumplen con la relación de mapeo de factores de modulación establecida previamente, y/o el primer grupo de símbolos de modulación en constelación utilizado por el primer modo de modulación y un segundo grupo de símbolos de modulación en constelación utilizado por el segundo modo de modulación cumplen con la relación de mapeo de símbolos de modulación en constelación establecida previamente.

La primera rama de diversidad en transmisión y la segunda rama de diversidad en transmisión pueden ser diversidades de tiempo en instantes distintos, diferentes antenas de transmisión en la misma BS, antenas en diferentes BS, o diferentes extremos de recepción, lo cual no se encuentra limitado en este modo de realización de la presente invención.

El proceso de envío de paquetes de datos utilizando el segundo modo de modulación por parte de la segunda rama de diversidad en transmisión es el mismo que el proceso de envío de los paquetes de datos utilizando el primer modo de modulación por parte de la primera rama de diversidad en transmisión excepto por la diferencia en los factores de modulación para modular los paquetes de datos. El primer grupo de factores de modulación utilizado por el primer modo de modulación y el segundo grupo de factores de modulación utilizado por el segundo modo de modulación cumplen con la relación de mapeo de factores de modulación establecida previamente. La relación de mapeo de factores de modulación puede ser como sigue: el primer grupo de factores de modulación y el segundo grupo de factores de modulación tienen el mismo valor absoluto (cuando el número de los factores de modulación es un número real); o el primer grupo de factores de modulación es la conjugación del segundo grupo de factores de modulación (cuando el número de los factores de modulación es un número complejo y los factores de modulación se combinan); o el primer grupo de factores de modulación y el segundo grupo de factores de modulación tienen igual módulo (cuando el número de los factores de modulación es un número complejo y los factores de modulación se conjugan). El primer modo de modulación y el segundo modo de modulación pueden adoptar diferentes símbolos de modulación en constelación para modular los paquetes de datos. El primer grupo de símbolos de modulación en constelación adoptado por el primer modo de modulación y el segundo grupo de símbolos de modulación en constelación adoptado por el segundo modo de modulación cumplen con la relación de mapeo de símbolos de modulación en constelación establecida previamente. La relación de mapeo de símbolos de modulación en constelación es parecida a la relación de mapeo de factores de modulación, y no se describe de nuevo. Los modos anteriores son modos preferidos en los modos de realización de la presente invención.

Por ejemplo, dos puntos de constelación QPSK se superponen en un punto de constelación 16QAM. Supóngase que un paquete de datos  $b_0b_1b_2b_3$  se divide en dos grupos:  $b_0b_1$  y  $b_2b_3$ , donde  $b_0b_1$  se mapea sobre el símbolo de modulación  $x$  del punto de constelación QPSK y se le asigna previamente un factor de modulación  $\alpha$ ;  $b_2b_3$  se mapea sobre el símbolo de modulación  $y$  del punto de constelación QPSK y se le asigna previamente un factor de modulación  $\beta$ . A continuación, la primera diversidad en transmisión envía el paquete de datos bajo la forma  $\alpha x + \beta y$ . Cuando  $\alpha$  es un número real, la segunda rama de diversidad puede combinar el paquete de datos en la forma  $\alpha x - \beta y$  o  $-\alpha x + \beta y$  para su transmisión. Cuando  $\alpha$  y  $\beta$  son números complejos,  $\alpha = |\alpha|e^{j\theta_1}$ ,  $\beta = |\beta|e^{j\theta_2}$ ,  $A = |\alpha|e^{j\theta_2}$ ,  $B = |\beta|e^{j\theta_1}$ , donde  $|\cdot|$  indica el módulo de “\*”. Por ejemplo,  $\alpha = \frac{2\sqrt{2}}{\sqrt{10}}e^{j\theta_1}$ ,  $\beta = \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{10}}e^{j\theta_2}$ ,  $A = \frac{2\sqrt{2}}{\sqrt{10}}e^{j\theta_2}$  y  $B = \frac{2\sqrt{2}}{\sqrt{10}}e^{j\theta_1}$ . La segunda rama de diversidad puede combinar para su transmisión los paquetes de datos en la forma  $A^*x - B^*y$ ,  $-A^*x + B^*y$ ,  $Ax^* - By^*$ , y  $-Ax^* + By^*$ . En este caso, cuando  $\alpha$  es un número real, la combinación optimizada del primer modo de modulación y el segundo modo de modulación se puede establecer previamente como  $\alpha x + \beta y$  y  $\alpha x - \beta y$ , o  $\alpha x + \beta y$  y  $-\alpha x + \beta y$ . Cuando  $\alpha$  y  $\beta$  son números complejos, la combinación optimizada del primer modo de modulación y el segundo modo de modulación se puede establecer previamente como  $\alpha x + \beta y$  y  $A^*x - B^*y$ ,  $\alpha x + \beta y$  y  $-A^*x + B^*y$ ,  $\alpha x + \beta y$  y  $-Ax^* + By^*$ , o  $\alpha x + \beta y$  y  $Ax^* - By^*$ . En la combinación optimizada se puede cambiar la secuencia de modos de modulación.

De este modo, el proceso de envío de paquetes de datos utilizando el segundo modo de modulación correspondiente al primer modo de modulación por parte de la segunda rama de diversidad en transmisión puede incluir los siguientes pasos: la segunda rama de diversidad en transmisión obtiene un segundo grupo de factores de modulación correspondiente a los paquetes de datos, donde el segundo grupo de factores de modulación y el primer grupo de factores de modulación cumplen con la relación de mapeo de factores de modulación establecida previamente, combina el segundo grupo de factores de modulación y los símbolos de modulación en constelación en una segunda combinación de modulación y, a continuación, envía la segunda combinación de modulación.

O el proceso anterior puede incluir los siguientes pasos: la segunda rama de diversidad en transmisión obtiene un segundo grupo de factores de modulación correspondiente a los paquetes de datos, combina el segundo grupo de factores de modulación y el segundo grupo de símbolos de modulación en constelación en una segunda combinación de modulación, donde el segundo grupo de símbolos de modulación en constelación y el primer grupo de símbolos de modulación en constelación utilizado por el primer modo de modulación cumplen con la relación de mapeo de símbolos de modulación en constelación establecida previamente, y a continuación envía la segunda combinación de modulación. Se pueden combinar las matrices de precodificación para obtener la segunda combinación de modulación con el fin de mejorar la flexibilidad.

Si están disponibles múltiples primeros modos de modulación (por ejemplo, cuando  $\alpha$  es un número real, el primer

modo de modulación puede ser  $\alpha x + \beta y$ ,  $\alpha x - \beta y$ , o  $-\alpha x + \beta y$ , cada uno de los cuales está asociado con un ID establecido previamente), después de haber seleccionado un primer modo de modulación, es necesario enviar el ID del primer modo de modulación, de modo que el extremo de recepción puede obtener el primer modo de modulación para la modulación. Análogamente, si están disponibles múltiples segundos modos de modulación, después de haber  
5 seleccionado un segundo modo de modulación, es necesario enviar el ID del primer modo de modulación.

Por supuesto, entre el extremo de transmisión y el extremo de recepción se puede acordar previamente un modo de combinación específico. De este modo, durante la comunicación se puede utilizar directamente el modo de combinación acordado para la transmisión sin enviar cada vez el ID del modo de modulación para el paquete de datos.

10 En este modo de realización, se prefiere el segundo grupo de factores de modulación y el primer grupo de factores de modulación con una cierta relación inherente y/o el segundo grupo de símbolos de modulación en constelación y el primer grupo de símbolos de modulación en constelación con una cierta relación inherente, donde la relación puede ser una de las siguientes: iguales, idéntico valor absoluto, conjugación mutua, e idéntico módulo. La presente invención se puede implementar siempre que el extremo de recepción que recibe la primera combinación de  
15 modulación y la segunda combinación de modulación pueda obtener para la modulación el primer grupo de factores de modulación y el segundo grupo de factores de modulación. Por ejemplo, se le notifica al extremo de recepción utilizando un mensaje de señalización de control.

En el caso en el que un paquete de datos se envíe muchas veces, los datos se pueden transmitir sobre una cualquiera de dos ramas de diversidad en transmisión vecinas utilizando el método proporcionado en este modo de  
20 realización. Las dos ramas de diversidad en transmisión vecinas son dos diversidades de transmisión vecinas que transmiten los datos. Las ramas de diversidad en transmisión vecinas pueden ser la misma antena de transmisión, diferentes antenas de transmisión de la misma BS, o antenas de transmisión de BS diferentes.

En este modo de realización, el primer grupo de factores de modulación utilizado por el primer modo de modulación y el segundo grupo de factores de modulación utilizado por el segundo modo de modulación cumplen con la relación de mapeo de factores de modulación establecida previamente, y/o el primer grupo de símbolos de modulación en  
25 constelación utilizado por el primer modo de modulación y el segundo grupo de símbolos de modulación en constelación utilizado por el segundo modo de modulación cumplen con la relación de mapeo de símbolos de modulación en constelación establecida previamente. Los diferentes grupos de factores de modulación tienen al menos un factor de modulación diferente, y los diferentes grupos de símbolos de modulación en constelación tienen  
30 al menos un símbolo de modulación en constelación. De este modo, la primera combinación y la segunda combinación pueden tener símbolos diferentes, de modo que los errores como, por ejemplo, ruidos (por ejemplo, el error en la segunda transmisión y el error en la primera transmisión) pueden no desviarse en la misma dirección debido a la diferencia en los símbolos. Por lo tanto, se reducen los errores de símbolo de los paquetes de datos obtenidos por parte de los extremos de recepción; se reducen la tasa de error de trama y la tasa de error de bit; y se  
35 mejora el rendimiento del sistema y la precisión de la comunicación.

La FIG. 3 es un diagrama de flujo de un método para procesar datos en el tercer ejemplo que no comprende todas las características necesarias para implementar la presente invención. El proceso incluye el paso 301, el paso 302 y el paso 303.

Paso 301: se obtienen al menos dos combinaciones de modulación moduladas;

40 Las combinaciones de modulación se obtienen utilizando modos de modulación. Los modos de modulación forman una combinación optimizada de modos de modulación establecida previamente; y un modo de modulación diferente se corresponde con un grupo de factores de modulación diferente y/o un grupo de símbolos de modulación en constelación diferente. Los diferentes grupos de factores de modulación cumplen con una relación de mapeo de factores de modulación establecida previamente, y los diferentes grupos de símbolos de modulación en constelación  
45 cumplen con una relación de mapeo de símbolos de modulación en constelación establecida previamente.

Paso 302: lleva a cabo la detección de la señal en al menos dos combinaciones de modulación moduladas mediante la utilización de una tecnología de recepción de señales establecida previamente, y obtiene los paquetes de datos modulados.

50 La tecnología de recepción de señales incluye forzado a cero (ZF), mínimo error cuadrático medio lineal (L-MMSE), máxima similitud (ML), cancelación sucesiva de interferencia (SIC), y cancelación paralela de interferencia (PIC).

Pueden estar disponibles múltiples modos de modulación. Por lo tanto, antes de llevar a cabo la detección de la señal en al menos dos combinaciones de modulación moduladas utilizando la tecnología de recepción de señales establecida previamente, es necesario recibir los ID de los modos de modulación de al menos dos combinaciones de modulación. Si se acuerdan los modos de modulación entre el extremo de recepción y el extremo de transmisión, no  
55 es necesario recibir los ID de los modos de modulación.

Si se reciben los ID de los modos de modulación correspondientes, es necesario llevar a cabo la detección de la señal sobre al menos dos combinaciones de modulación moduladas utilizando la tecnología de recepción de señales establecida previamente de acuerdo con los ID de los modos de modulación.

5 Junto con las características del canal de radio, los paquetes de datos modulados recibidos incluyen ruidos y señales de interferencia.

Paso 303: demodular los paquetes de datos modulados para obtener los datos.

La demodulación adopta un modo que se corresponde con la modulación.

10 Debido a que los paquetes de datos detectados mediante la utilización de la tecnología de recepción de señales incluyen errores, los paquetes de datos demodulados no son idénticos a los paquetes de datos enviados por el extremo de transmisión, pero en función de los modos de modulación y demodulación están muy próximos a los paquetes de datos enviados por el extremo de transmisión.

15 De acuerdo con la descripción anterior, debido a que al menos dos combinaciones de modulación moduladas recibidas se han modulado utilizando diferentes modos de modulación, los factores de modulación utilizados por diferentes modos de modulación cumplen con la relación de mapeo de factores de modulación establecida previamente y/o los símbolos de modulación en constelación cumplen con la relación de mapeo de símbolos de modulación en constelación establecida previamente. En este modo de realización, debido a que al menos dos combinaciones de modulación recibidas pueden tener diferentes símbolos, se pueden reducir los errores de símbolo, se reducen la tasa de error de trama y la tasa de error de bit, y se mejora en gran medida el rendimiento del sistema. Además, se puede utilizar la tecnología de detección de señales para reducir la tasa de error de trama y la tasa de error de bit, mejorar el rendimiento del sistema y aumentar la precisión de la comunicación.

20 A continuación se describe un modo de realización del método para enviar datos y un modo de realización del método para procesar datos en escenarios específicos. El cuarto modo de realización de la presente invención describe un proceso de transmisión de datos en un sistema de comunicación de extremos de recepción múltiple con al menos una antena de transmisión y múltiples antenas de recepción. A continuación se toma como ejemplo el sistema MBMS.

25 En el sistema MBMS, los datos jerárquicos se multiplexan al recurso de frecuencia del mismo tiempo utilizando la tecnología de modulación jerárquica, de modo que se mejora la utilización del recurso de espectro del sistema. El modo de modulación jerárquico específico se notifica al extremo de recepción a través de un mensaje de señalización de control. El extremo de recepción con mejores condiciones de canal recibe los datos de la capa básica y los datos de la capa mejorada, obteniendo de este modo una tasa de datos más alta. El extremo de recepción con una pobre calidad de canal recibe únicamente los datos de la capa básica, obteniendo de este modo una tasa de datos básica. Cuando es necesario llevar a cabo la modulación en constelación para la segunda transmisión de datos, los datos se transmiten utilizando un modo de modulación jerárquico diferente del anterior, y se le notifica al extremo de recepción el método de modulación jerárquico específico a través de un mensaje de control de señalización. Específicamente, para la modulación se utilizan factores de modulación diferentes de los anteriores.

(1) Modo entrada simple salida simple (SISO) 16QAM

30 En el modo SISO, el servidor MBMS envía información al extremo de recepción a través de una BS. Supóngase que los datos añadidos al CRC en la capa MAC de la BS se transforman a  $b_0b_1b_2b_3$  después de ser sometidos a la FEC.  $b_0b_1$  indica los datos de la capa básica y se mapean sobre el símbolo  $x$  de modulación del punto de constelación QPSK;  $b_2b_3$  indica los datos de la capa mejorada y se mapean sobre el símbolo  $y$  de modulación del punto de constelación QPSK. Realmente, los datos también se pueden mapear utilizando otras formas de agrupación, por ejemplo,  $b_0b_2$  se mapea sobre el símbolo  $x$  de la constelación, y  $b_1b_3$  se mapea sobre el símbolo  $y$  de la constelación.  $x$  e  $y$  se multiplican por los correspondientes factores de modulación  $\alpha$  y  $\beta$ , y a continuación se superponen en un símbolo de modulación del punto de constelación 16QAM para su transmisión. La FIG. 4 ilustra la superposición de dos puntos de constelación QPSK en un punto de constelación 16QAM. Los detalles se encuentran a continuación: los datos de la capa básica se mapean para los paquetes de datos  $00(\frac{1+j}{\sqrt{2}})$ ,  $01(\frac{-1+j}{\sqrt{2}})$ ,  $11(\frac{-1-j}{\sqrt{2}})$ , y  $10(\frac{1-j}{\sqrt{2}})$  sobre el punto de constelación QPSK, y por lo tanto  $C_x$  es  $[\frac{1+j}{\sqrt{2}}, \frac{-1+j}{\sqrt{2}}, \frac{-1-j}{\sqrt{2}}, \frac{1-j}{\sqrt{2}}]$ . Análogamente, los datos de la capa mejorada se mapean para los paquetes de datos  $00(\frac{1+j}{\sqrt{2}})$ ,  $01(\frac{-1+j}{\sqrt{2}})$ ,  $11(\frac{-1-j}{\sqrt{2}})$ , y  $10(\frac{1-j}{\sqrt{2}})$  sobre el punto de constelación QPSK, y por lo tanto  $C_y$  es  $[\frac{1+j}{\sqrt{2}}, \frac{-1+j}{\sqrt{2}}, \frac{-1-j}{\sqrt{2}}, \frac{1-j}{\sqrt{2}}]$ . Después de que los paquetes de datos se hayan superpuesto en un punto de constelación 16QAM, los datos de los puntos de constelación 16QAM son 0011, 0010, 0001, 0000, 0111, 0110, 0101, 0100, 1111, 1110, 1101, 1100, 1011, 1010, 1001, 1000 respectivamente. El factor de modulación  $\alpha$  correspondiente a los paquetes de datos combinados de la capa básica se transforma en  $\alpha x$ , mientras que el factor de modulación  $\beta$  correspondiente a los paquetes de datos combinados de la capa mejorada se transforma en  $\beta y$ .



Por lo tanto,  $z$  es igual a  $\alpha x + \beta y$  después de que los paquetes de datos se hayan superpuesto en el punto de constelación 16QAM.

Debido a que existen dos factores de modulación, el número de órdenes de modulación es igual a 2. Se superponen dos símbolos de modulación de punto de constelación QPSK en un símbolo de modulación de punto de constelación 16QAM. Se encuentra disponible un total de seis modos de mapeo en constelación diferentes, esto es,  $z = \alpha x + \beta y$ ,  $z = \alpha x - \beta y$ ,  $z = -\alpha x + \beta y$ ,  $z = \beta x + \alpha y$ ,  $z = \beta x - \alpha y$  y  $z = -\beta x + \alpha y$ . Cuando  $\alpha$  y  $\beta$  son números reales, si el modo de mapeo en constelación adoptado por la primera transmisión es  $z = \alpha x + \beta y$ , el modo de mapeo en constelación adoptado por la segunda transmisión puede ser cualquiera de las siguientes:  $z = \alpha x - \beta y$  y  $z = -\alpha x + \beta y$ . Esto asegura que a los datos con diferentes prioridades en el mismo grupo de datos se les asignan diferentes factores de modulación en las dos transmisiones. De este modo, se puede obtener el primer grupo de combinaciones optimizadas. Las dos transmisiones adoptan cualquiera de las combinaciones que se muestran en la fórmula [1]. Se puede cambiar la secuencia de los dos modos de modulación en constelación en cada combinación adoptada por las dos transmisiones.

$$\text{Combinación 1: } \begin{cases} z_1 = \alpha x + \beta y \\ z_2 = \alpha x - \beta y \end{cases} \quad \text{combinación 2: } \begin{cases} z_1 = \alpha x + \beta y \\ z_2 = -\alpha x + \beta y \end{cases} \quad [1]$$

La primera solución de modulación jerárquica optimizada se propone basándose en el hecho de que  $\alpha$  y  $\beta$  son números reales. Los modos de mapeo en constelación tradicionales requieren que  $\alpha$  y  $\beta$  sean números reales. Sin embargo, en el estándar del Proyecto de Colaboración de 3ª Generación 2 (3GPP2), los modos tradicionales de mapeo en constelación se ajustan en el caso de modulación jerárquica. En este caso, los factores de modulación  $\alpha$  y  $\beta$  pueden ser números complejos en el símbolo de datos transmitido  $z = \alpha x + \beta y$ . Supóngase que  $\alpha = |\alpha|e^{j\theta_1}$ ,  $\beta = |\beta|e^{j\theta_2}$ ,  $A = |\alpha|e^{j\theta_2}$  y  $B = |\beta|e^{j\theta_1}$ , donde  $|*|$  indica el módulo de  $*$ . Por ejemplo,  $\alpha = \frac{2\sqrt{2}}{\sqrt{10}}e^{j\theta_1}$ ,  $\beta = \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{10}}e^{j\theta_2}$ ,  $A = \frac{2\sqrt{2}}{\sqrt{10}}e^{j\theta_2}$  y  $B = \frac{2\sqrt{2}}{\sqrt{10}}e^{j\theta_1}$

Cuando  $\alpha$  y  $\beta$  son números complejos, si el modo de mapeo en constelación adoptado por la primera transmisión es  $\alpha x + \beta y$   $|\alpha|e^{j\theta_1}x + |\beta|e^{j\theta_2}y$ , el modo de mapeo en constelación adoptado por la segunda transmisión puede ser  $A^*x - B^*y$  o  $-A^*x + B^*y$ . De este modo, el segundo grupo de combinaciones optimizadas se propone como sigue: dos diversidades de transmisión en el tiempo adoptan una cualquiera de las combinaciones en la fórmula [2]. Se puede cambiar la secuencia de los dos modos de mapeo en constelación en cada combinación adoptada por las dos transmisiones.

$$\text{Combinación 1: } \begin{cases} z_1 = \alpha x + \beta y |\alpha|e^{j\theta_1}x + |\beta|e^{j\theta_2}y \\ z_2 = A^*x - B^*y |\alpha|e^{-j\theta_2}x - |\beta|e^{-j\theta_1}y \end{cases}$$

$$\text{Combinación 2: } \begin{cases} z_1 = \alpha x + \beta y |\alpha|e^{j\theta_1}x + |\beta|e^{j\theta_2}y \\ z_2 = -A^*x + B^*y -|\alpha|e^{-j\theta_2}x + |\beta|e^{-j\theta_1}y \end{cases} \quad [2]$$

Cuando  $\alpha$  y  $\beta$  son números complejos, si el modo de mapeo en constelación adoptado por la primera transmisión es  $\alpha x + \beta y$   $|\alpha|e^{j\theta_1}x + |\beta|e^{j\theta_2}y$ , el modo de mapeo en constelación adoptado por la segunda transmisión puede ser  $Ax^* - By^*$  o  $-Ax^* + By^*$ . Este modo de realización propone, además, el tercer grupo de combinaciones optimizadas como sigue: dos diversidades de transmisión en el tiempo adoptan una cualquiera de las combinaciones en la fórmula [3]. Se puede cambiar la secuencia de los dos modos de mapeo en constelación en cada combinación adoptada por las dos transmisiones.

$$\text{Combinación 1: } \begin{cases} z_1 = \alpha x + \beta y |\alpha|e^{j\theta_1}x + |\beta|e^{j\theta_2}y \\ z_2 = Ax^* - By^* |\alpha|e^{j\theta_2}x^* - |\beta|e^{j\theta_1}y^* \end{cases}$$

$$\text{Combinación 2: } \begin{cases} z_1 = \alpha x + \beta y |\alpha|e^{j\theta_1}x + |\beta|e^{j\theta_2}y \\ z_2 = -Ax^* + By^* -|\alpha|e^{j\theta_2}x^* + |\beta|e^{j\theta_1}y^* \end{cases} \quad [3]$$

A continuación se describe el algoritmo de la tecnología de recepción de señales de acuerdo con los tres grupos anteriores de combinaciones optimizadas.

Por ejemplo, la Combinación 1 del primer grupo de combinaciones optimizadas se puede representar mediante la siguiente fórmula [4].

$$\begin{bmatrix} r_1 \\ r_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha h_1 & \beta h_2 \\ \alpha h_1 & -\beta h_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} n_1 \\ n_2 \end{bmatrix} = H_1 \cdot \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} n_1 \\ n_2 \end{bmatrix} \quad [4]$$

La Combinación 1 del segundo grupo de grupo de combinaciones optimizadas se puede representar mediante la siguiente fórmula [5].

$$\begin{bmatrix} r_1 \\ r_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} |\alpha| e^{j\theta_1} h_1 & |\beta| e^{j\theta_2} h_2 \\ |\alpha| e^{-j\theta_1} h_1 & -|\beta| e^{-j\theta_2} h_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} n_1 \\ n_2 \end{bmatrix} = H_2 \cdot \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} n_1 \\ n_2 \end{bmatrix} \quad [5]$$

La Combinación 1 del tercer grupo de grupo de combinaciones optimizadas se puede representar mediante la siguiente fórmula [6].

$$\begin{bmatrix} r_1 \\ r_2^* \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} |\alpha| e^{j\theta_1} h_1 & |\beta| e^{j\theta_2} h_2 \\ |\alpha| e^{-j\theta_1} h_1^* & -|\beta| e^{-j\theta_2} h_2^* \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} n_1 \\ n_2^* \end{bmatrix} = H_3 \cdot \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} n_1 \\ n_2 \end{bmatrix} \quad [6]$$

- 5  $h_i(i=1,2)$  indica un parámetro de respuesta de canal de una señal que envía la BS al extremo receptor por i-ésima vez.  $r_i(i=1,2)$  indica una señal que recibe el extremo receptor por i-ésima vez.  $n_i(i=1,2)$  indica la interferencia externa incluida en una señal que recibe el extremo receptor por i-ésima vez.

10 El extremo receptor detecta la señal recibida utilizando una tecnología de recepción de señales de acuerdo con los datos transmitidos dos veces (Para una mejor descripción se supone que los datos se transmiten dos veces. Este modo de realización de la presente invención no limita el número de veces que se realiza transmisión). A continuación, el extremo receptor demodula y decodifica la señal. La tecnología de recepción de señales incluye ZF, L-MMSE, ML, SIC y PIC.

Cuando se utiliza la tecnología de recepción ZF, el factor de equalización  $W_i(i=1,2,3)$  en las fórmulas [4], [5] y [6] se representa por la fórmula [7]

$$W_i = (H_i^* H_i)^{-1} H_i^*, (i=1,2,3) \quad [7]$$

- 15 donde (\*) indica una matriz de conjugación transpuesta y  $()^{-1}$  indica una matriz inversa.

A continuación,  $x$  e  $y$  con los efectos de ruido obtenidos mediante la utilización de la tecnología de recepción ZF se puede representar mediante las fórmulas [8] y [9]:

Las fórmulas [4] y [5] se pueden representar como sigue:

$$\begin{bmatrix} \tilde{x} \\ \tilde{y} \end{bmatrix} = W_i \cdot \begin{bmatrix} r_1 \\ r_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} + W_i \cdot \begin{bmatrix} n_1 \\ n_2 \end{bmatrix}, \text{ donde } i \text{ es igual a } 1,2 \quad [8]$$

La fórmula [6] se puede representar como sigue:

$$\begin{bmatrix} \tilde{x} \\ \tilde{y} \end{bmatrix} = W_3 \cdot \begin{bmatrix} r_1 \\ r_2^* \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} + W_3 \cdot \begin{bmatrix} n_1 \\ n_2^* \end{bmatrix} \quad [9]$$

- 20  $x$  e  $y$  se pueden calcular de acuerdo con las fórmulas [7], [8] y [9]. Los paquetes de datos iniciales se pueden obtener mediante demodulación.

Cuando se utiliza la tecnología de recepción L-MMSE, el factor de equalización  $W_i (i=1,2,3)$  en las fórmulas [4], [5] y [6] se representa mediante la fórmula [10]

$$W_i = (H_i^* H_i + \varphi I_{2 \times 2})^{-1} H_i^*, (i=1,2,3) \quad [10]$$

- 25  $\varphi = \sigma^2 / P_s$ , donde  $\sigma^2$  indica la variación de ruido;  $P_s$  indica la potencia de transmisión de la señal e  $I_{2 \times 2}$  indica una matriz identidad de  $2 \times 2$ .

A continuación,  $x$  e  $y$  con los efectos de ruido obtenidos mediante la utilización de la tecnología de recepción L-MMSE se puede representar mediante las fórmulas [11] y [12]:

Las fórmulas [4] y [5] se pueden representar como sigue:

$$\begin{bmatrix} \tilde{x} \\ \tilde{y} \end{bmatrix} = W_i \cdot \begin{bmatrix} r_1 \\ r_2 \end{bmatrix}, \text{ donde } i \text{ es igual a } 1,2 \quad [11]$$

La fórmula [6] se puede representar como sigue:

$$\begin{bmatrix} \tilde{x} \\ \tilde{y} \end{bmatrix} = W_3 \cdot \begin{bmatrix} r_1 \\ r_2 \end{bmatrix} \quad [12]$$

x e y se pueden calcular de acuerdo con las fórmulas [10], [11] y [12]. Los paquetes de datos iniciales se pueden obtener mediante demodulación.

5 (2) Modo 1 SISO 64QAM:

El modo 1 SISO 64QAM es utilizado por el servicio MBMS durante la modulación jerárquica. Cuando se envía la misma información al menos tres veces, se aplica este modo en los flujos de datos del mismo servicio. Los flujos de datos se dividen en tres subflujos de datos con diferentes niveles de importancia, específicamente, datos de la capa básica, datos de la capa intermedia y datos de la capa mejorada. Supóngase que el envío del servidor MBMS al usuario a través de la BS es  $b_0b_1b_2b_3b_4b_5$ .  $b_0b_1$  indica los datos de la capa básica codificados y se mapean sobre el símbolo QPSK x;  $b_2b_3$  indica los datos de la capa intermedia codificados y se mapean sobre el símbolo QPSK y;  $b_4b_5$  indica los datos de la capa mejorada codificados y se mapean sobre el símbolo QPSK z, que se corresponde con los datos de la capa mejorada. x, y y z se multiplican por un coeficiente correspondiente (se supone que son  $\alpha$ ,  $\beta$  y  $\gamma$ , donde  $\alpha = \frac{\sqrt{32}}{\sqrt{10}}$ ,  $\beta = \frac{\sqrt{8}}{\sqrt{42}}$  y  $\gamma = \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{42}}$ ), y a continuación se superponen para su transmisión en un símbolo 64QAM  $s = \alpha x + \beta y + \gamma z$ . En la FIG. 5 se muestra el proceso de modulación jerárquica.

Los datos transmitidos múltiples veces se ecualizan a través del canal. Después de que los datos se demodulan y decodifican, se obtienen los datos en cada capa.

Los factores de modulación transmitidos tres veces pueden ser una combinación de los factores de modulación de la Tabla 1. Sin embargo, la matriz de transmisión debe ser no singular.

20

Tabla 1:

Punto de constelación de orden inferior Factor de modulación Número de transmisiones	x	y	z
Primera transmisión	$\pm\alpha$	$\pm\beta$	$\pm\gamma$
Segunda transmisión	$\pm\alpha$	$\pm\beta$	$\pm\gamma$
Tercera transmisión	$\pm\alpha$	$\pm\beta$	$\pm\gamma$

La matriz de transmisión después de tres veces de transmisión se puede representar mediante la fórmula [13]:

$$\begin{bmatrix} r_1 \\ r_2 \\ r_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_1 & 0 & 0 \\ 0 & h_2 & 0 \\ 0 & 0 & h_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \pm\alpha & \pm\beta & \pm\gamma \\ \pm\gamma & \pm\alpha & \pm\beta \\ \pm\beta & \pm\gamma & \pm\alpha \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} n_1 \\ n_2 \\ n_3 \end{bmatrix} = H \cdot \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} n_1 \\ n_2 \\ n_3 \end{bmatrix} \quad [13]$$

donde  $r_i(i=1,2,3)$  indica la señal recibida la i-ésima vez;  $h_i(i=1,2,3)$  indica un canal asociado al parámetro en la i-ésima recepción y se obtiene utilizando señales piloto; la matriz no singular es 3 en el caso de transmitir tres veces.

$n_i(i=1,2,3)$  indica la interferencia de ruido cuando se recibe la señal la  $i$ -ésima vez;  $n_i(i=1,2,3)$  indica el ruido de Gauss del cual el valor medio es 0  $E\{|n_i|^2\} = \frac{N_0}{2}$  ( $i=1,2,3$ ), donde  $E\{*\}$  indica el valor matemático esperado de “\*”;  $\frac{N_0}{2}$  indica la potencia de ruido;  $x, y, y$  y  $z$  indican los símbolos de la constelación QPSK con el valor de amplitud 1, y  $|x|=|y|=|z|=1$ ; los factores de modulación de  $x, y, y$  y  $z$  son, respectivamente,  $\alpha, \beta$  y  $\gamma$ ; indica la definición.

- 5 La fórmula [13] se puede considerar como una recepción multiantena virtual. La ecualización del canal se puede llevar a cabo con tecnologías de recepción como, por ejemplo, ZF y L-MMSE. Después de la ecualización del canal, la fórmula [13] se puede representar mediante la siguiente fórmula [14]:

$$\begin{bmatrix} \hat{x} \\ y \\ \hat{z} \end{bmatrix} = W \cdot \begin{bmatrix} r_1 \\ r_2 \\ r_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} + W \cdot \begin{bmatrix} n_1 \\ n_2 \\ n_3 \end{bmatrix} \quad [14]$$

donde  $W$  indica la matriz de factor de equilibrio.

- 10 Por ejemplo, si se utiliza el algoritmo de equilibrio L-MMSE, la matriz  $W$  de factor de equilibrio se representa mediante  $W = [H'H + \alpha I]^{-1} H'$ , donde  $\alpha = \sigma^2 / P_s$ , donde  $\sigma^2$  indica la varianza de ruido y  $P_s$  indica la potencia de transmisión de la señal. Si se utiliza el algoritmo de equilibrio ZF, la matriz  $W$  de factor de equilibrio se representa mediante  $W = [H'H]^{-1} H'$ .

Después de la ecualización, se obtienen las señales estimadas de  $x, y, y$  y  $z$ . A continuación, estas señales se someten a la demodulación QPSK y decodificación, y se obtienen los datos recibidos.

- 15 De este modo, se obtienen los bits de información de los datos de las tres capas. El extremo de recepción con la SNR más alta puede recibir apropiadamente información de las tres capas correspondiente a  $x, y, y$  y  $z$ . El extremo de recepción con una SNR más alta puede recibir información de dos capas correspondiente a  $x$  e  $y$ . El extremo de recepción con la SNR más baja puede recibir únicamente la información correspondiente a la capa básica  $x$ .

(3) Modo 2 SISO 64QAM

- 20 En el modo 2 SISO 64QAM, un punto de la constelación 64QAM adopta una modulación de dos capas, donde la capa básica adopta una modulación QPSK y la capa mejorada adopta una modulación 16QAM. Supóngase que  $b_0 b_1$  indica los datos de la capa básica codificados y se mapean sobre el símbolo QPSK, y que  $x b_2 b_3 b_4 b_5$  indica los datos de la capa mejorada codificados y se mapean sobre el símbolo 16QAM  $y+z$ .  $x, y$  y  $z$  se multiplican por unos coeficientes correspondientes (se supone que son  $\alpha, \beta$  y  $\gamma$ , donde  $\alpha = \frac{\sqrt{32}}{\sqrt{10}}, \beta = \frac{\sqrt{8}}{\sqrt{42}}$  y  $\gamma = \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{42}}$ ), y a continuación se
- 25 superponen para su transmisión en un símbolo 64QAM  $s = \alpha x + \beta y + \gamma z$ . En la FIG. 6 se muestra el proceso de modulación jerárquica.

Los datos transmitidos dos veces pueden ser cualquier combinación de las que se muestran en la Tabla 2. Sin embargo, la matriz de transmisión debe ser no singular.

Tabla 2

Punto de constelación de orden inferior Factor de modulación Número de transmisiones	x	y	Z
Primera transmisión	$\pm\alpha$	$\pm\beta$	$\pm\gamma$
Segunda transmisión	$\pm\alpha$	$\pm\beta$	$\pm\gamma$

- 30 Suponiendo que los símbolos de la modulación jerárquica transmitidos dos veces están representados mediante  $s_1 = \alpha x + \beta y + \gamma z$  y  $s_2 = -\alpha x + \beta y + \gamma z$ , la matriz de transmisión después de transmitir en dos ocasiones se puede representar mediante la fórmula [15]:

$$\begin{bmatrix} r_1 \\ r_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_1 & 0 \\ 0 & h_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \alpha & 1 \\ -\alpha & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ \beta y + \gamma z \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} n_1 \\ n_2 \end{bmatrix} \quad H \cdot \begin{bmatrix} x \\ \beta y + \gamma z \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} n_1 \\ n_2 \end{bmatrix} \quad [15]$$

Después de la ecualización del canal, la fórmula [15] se puede representar mediante la siguiente fórmula [16]:

$$\begin{bmatrix} \hat{x} \\ \beta y + \gamma z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x \\ \beta y + \gamma z \end{bmatrix} + W \cdot \begin{bmatrix} n_1 \\ n_2 \end{bmatrix} \quad [16]$$

donde  $W$  indica la matriz de factor de equilibrio.

La matriz  $W$  de factor de equilibrio se representa mediante  $W = [H'H + \alpha I_3]^{-1} H'$ , donde  $\alpha = \sigma^2 / P_s$ , donde  $\sigma^2$  indica la varianza del ruido y  $P_s$  indica la potencia de transmisión de la señal, cuando se utiliza el algoritmo de equilibrio L-MMSE. La matriz  $W$  de factor de equilibrio se representa mediante  $W = [H'H]^{-1} H'$  cuando se utiliza el algoritmo de equilibrio ZF.

Después de la ecualización, la señal estimada de  $x$  es sometida a la demodulación QPSK y la decodificación, y de este modo se obtienen los datos de la capa básica. La señal estimada de  $\beta y + \gamma z$  es sometida a la demodulación QPSK y la decodificación, y de este modo se obtienen los datos de la capa mejorada. Cuando se demodula  $\beta y + \gamma z$ , se puede llevar a cabo el ajuste de potencia, esto es, se puede llevar a cabo el ajuste 16QAM sobre  $\lambda(\beta y + \gamma z)$ , donde  $\lambda$  indica el factor de ajuste de potencia.

(4) Modo 1 múltiples entradas múltiples salidas (MIMO) 16QAM:

En el modo MIMO 16QAM, el servidor MBMS envía información al extremo receptor a través de la BS. Si el dato de CRC añadido en la capa MAC se somete a la codificación FEC en un cierto instante de tiempo, los datos a ser transmitidos en la antena 1 y la antena 2 son  $b_0 b_1 b_2 b_3$  y  $b_4 b_5 b_6 b_7$ , donde  $b_0 b_1$  y  $b_4 b_5$  se mapean sobre los símbolos de modulación de punto de constelación QPSK  $x_1$  y  $x_2$ ;  $b_2 b_3$  y  $b_6 b_7$  se mapean sobre los símbolos de modulación de punto de constelación QPSK  $y_1$  e  $y_2$ ; los factores de modulación de  $x_1$  e  $y_1$  son  $\alpha$  y  $\beta$ , los cuales se superponen en un símbolo de modulación de punto de constelación 16QAM para su transmisión en la antena 1; los factores de modulación  $x_2$  e  $y_2$  son  $\alpha$  y  $\beta$ , los cuales se superponen en un símbolo de modulación de punto de constelación 16QAM para su transmisión en la antena 2. Por supuesto,  $x_1$  e  $y_1$  se pueden transmitir en la antena 2, y  $x_2$  e  $y_2$  se pueden transmitir en la antena 1. Un grupo de datos transmitidos en la antena 1 y la antena 2 se pueden modular utilizando los modos de mapeo en constelación respectivos. Si la antena 1 y la antena 2 adoptan el modo 1 como modo de mapeo en constelación en la primera diversidad de tiempo, los detalles se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3

Modo Par de antenas	Modo 1	Modo 2	Modo 3	Modo 4	Modo 5
Antena 1	$z_1 = \alpha x_1 + \beta y_1$	$z_1 = -\alpha x_1 + \beta y_1$	$z_1 = \alpha x_1 - \beta y_1$	$z_1 = -\alpha x_1 - \beta y_1$	$z_1 = \alpha x_1 - \beta y_1$
Antena 2	$z_2 = \alpha x_2 + \beta y_2$	$z_2 = -\alpha x_2 + \beta y_2$	$z_2 = \alpha x_2 - \beta y_2$	$z_2 = \alpha x_2 - \beta y_2$	$z_2 = -\alpha x_2 + \beta y_2$
Modo Par de antenas	Modo 6	Modo 7	Modo 8	Modo 9	
Antena 1	$z_1 = -\alpha x_2 + \beta y_2$	$z_1 = \alpha x_2 - \beta y_2$	$z_1 = \alpha x_2 - \beta y_2$	$z_1 = -\alpha x_2 + \beta y_2$	
Antena 2	$z_2 = -\alpha x_1 + \beta y_1$	$z_2 = \alpha x_1 - \beta y_1$	$z_2 = -\alpha x_1 + \beta y_1$	$z_2 = \alpha x_1 - \beta y_1$	

Tal como se muestra en la FIG. 3, los modos 2 a 9 indican todos los modos de mapeo en constelación adoptados por la antena 1 y la antena 2 en la segunda diversidad en el tiempo. Los modos 2 a 5 se dan cuando  $x_1$  e  $y_1$  siguen siendo transmitidos por la antena 1 en la segunda diversidad de tiempo y  $x_2$  e  $y_2$  se transmiten por la antena 2. Los modos 6 a 9 se dan cuando  $x_1$  e  $y_1$  se transmiten por la antena 2 en la segunda diversidad de tiempo y  $x_2$  e  $y_2$  se transmiten por la antena 1. Los modos 2 a 9 se basan en el hecho de que  $\alpha$  y  $\beta$  son números reales. En este modo de realización se proporciona un primer grupo de combinaciones optimizadas cuando  $\alpha$  y  $\beta$  son números reales. La

antena 1 y la antena 2 adoptan el modo 1 como modo de mapeo en constelación en la primera diversidad de tiempo. La antena 1 y la antena 2 adoptan uno cualquiera de los modos 2 a 9 como modo de mapeo en constelación en la segunda diversidad de tiempo. La secuencia de los dos grupos de modos se puede cambiar durante las dos transmisiones.

- 5 Cuando  $\alpha$  y  $\beta$  son números complejos,  $\alpha = |\alpha|e^{j\theta_1}$ ,  $\beta = |\beta|e^{j\theta_2}$ ,  $A = |\alpha|e^{j\theta_2}$  y  $B = |\beta|e^{j\theta_1}$ , donde  $|\cdot|$  indica el módulo de “\*”. Por ejemplo,  $\alpha = \frac{2\sqrt{2}}{\sqrt{10}}e^{j\theta_1}$ ,  $\beta = \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{10}}e^{j\theta_2}$ ,  $A = \frac{2\sqrt{2}}{\sqrt{10}}e^{j\theta_2}$  y  $B = \frac{2\sqrt{2}}{\sqrt{10}}e^{j\theta_1}$ . De forma parecida al sistema SISO, en la Tabla 2 se muestra la combinación optimizada cuando  $\alpha$  y  $\beta$  son números complejos.

10 Tal como se muestra en la FIG. 4, los modos 2 a 9 indican todos los modos de mapeo en constelación adoptados por la antena 1 y la antena 2 en la segunda diversidad de tiempo. Los modos 2 a 5 se dan cuando  $x_1$  e  $y_1$  siguen siendo transmitidos por la antena 1 en la segunda diversidad de tiempo y  $x_2$  e  $y_2$  se transmiten por la antena 2. Los modos 6 a 9 se dan cuando  $x_1$  e  $y_1$  se transmiten por la antena 2 en la segunda diversidad de tiempo y  $x_2$  e  $y_2$  se transmiten por la antena 1. La antena 1 y la antena 2 adoptan el modo 1 como modo de mapeo en constelación en la primera diversidad de tiempo. La antena 1 y la antena 2 adoptan uno cualquiera de los modos 2 a 9 de  $\alpha$  y  $\beta$  conjugados como modo de mapeo en constelación en la segunda diversidad de tiempo.

15 Tabla 4

Modo Par de antenas	Modo 1	Modo 2	Modo 3	Modo 4	Modo 5	
Antena 1	$z_1 = \alpha x_1 + \beta y_1$	$z_1 = -\alpha x_1 + \beta y_1$	$z_1 = \alpha x_1 - \beta y_1$	$z_1 = -\alpha x_1 + \beta y_1$	$z_1 = \alpha x_1 - \beta y_1$	
Antena 2	$z_2 = \alpha x_2 + \beta y_2$	$z_2 = -\alpha x_2 + \beta y_2$	$z_2 = \alpha x_2 - \beta y_2$	$z_2 = -\alpha x_2 + \beta y_2$	$z_2 = \alpha x_2 - \beta y_2$	
Modo Par de antenas	Modo 6	Modo 7	Modo 8	Modo 9		Nota: $\left\{ \begin{array}{l} \alpha =  \alpha e^{j\theta_1} \\ \beta =  \beta e^{j\theta_2} \\ A =  \alpha e^{j\theta_2} \\ B =  \beta e^{j\theta_1} \end{array} \right.$
Antena 1	$z_1 = -\alpha x_2 + \beta y_2$	$z_1 = \alpha x_2 - \beta y_2$	$z_1 = \alpha x_2 - \beta y_2$	$z_1 = -\alpha x_2 + \beta y_2$		
Antena 2	$z_2 = -\alpha x_1 + \beta y_1$	$z_2 = \alpha x_1 - \beta y_1$	$z_2 = -\alpha x_1 + \beta y_1$	$z_2 = \alpha x_1 - \beta y_1$		

Análogamente, tal como se muestra en la Tabla 2, el tercer grupo de combinaciones optimizadas proporcionado en este modo de realización es como sigue: la antena 1 y la antena 2 adoptan el modo 1 como modo de mapeo en constelación en la primera diversidad de tiempo. La antena 1 y la antena 2 adoptan uno cualquiera de los modos 2 a 9 de  $x_1$ ,  $y_1$ ,  $x_2$  e  $y_2$  conjugados como modo de mapeo en constelación en la segunda diversidad de tiempo.

- 20 A continuación se describen dos soluciones de procesamiento para el extremo de recepción basado en la combinación del modo 1 y el modo 7 cuando  $\alpha$  y  $\beta$  son números complejos.

Primera solución de procesamiento: la señal recibida la primera vez se puede representar mediante la fórmula [17]:

$$\begin{cases} r_{11} = h_{11}^1(\alpha x_1 + \beta y_1) + h_{21}^1(\alpha x_2 + \beta y_2) + n_1^1 \\ r_{21} = h_{12}^1(\alpha x_1 + \beta y_1) + h_{22}^1(\alpha x_2 + \beta y_2) + n_2^1 \end{cases} \quad [17]$$

25 En la fórmula [17],  $n_i^j$  indica la interferencia y el ruido de la i-ésima antena de recepción cuando la i-ésima antena de recepción recibe la señal la j-ésima vez. De acuerdo con el modelo existente de teoría del ruido, se supone que  $n_i^j$  indica un ruido de Gauss cuyo valor medio es 0 y  $E\{|n_i^j|^2\} = \frac{N_0}{2}$ , donde  $E\{\cdot\}$  indica el valor matemático esperado de “\*”;  $\frac{N_0}{2}$  indica la potencia de ruido;  $h_{ij}^n$  indica la función de transmisión del canal desde la i-ésima antena de transmisión a la j-ésima antena de recepción en la n-ésima rama de diversidad en transmisión; x e y indican los símbolos de la modulación QPSK con un valor de amplitud 1, donde  $|x|=|y|=1$ .

Los factores de modulación de  $x$  e  $y$  son  $\alpha$  y  $\beta$ , donde  $\alpha$  y  $\beta$  pueden ser números reales o números complejos. Cuando  $\alpha$  y  $\beta$  son números reales, se utiliza el primer grupo de combinaciones optimizadas. A continuación se describe el principio de recepción del primer grupo de combinaciones optimizadas. Desde la perspectiva matemática, el número real es una forma especial de un número complejo.  $\alpha = |\alpha|e^{j\theta_1}$  y  $\beta = |\beta|e^{j\theta_2}$ . Cuando  $\theta_1$  y  $\theta_2$  son  $k\pi$ ,  $k \in \mathbb{Z}$ ,  $A=A^*=\pm\alpha$  y  $B=B^*=\pm\beta$  son números reales. A continuación se describen los principios de recepción de las dos soluciones precedentes de modulación jerárquica optimizada tomando como ejemplo la forma de representación unificada  $\alpha = |\alpha|e^{j\theta_1}$  y  $\beta = |\beta|e^{j\theta_2}$ .

De acuerdo con el principio de recepción en el sistema SISO, después de que los paquetes de datos enviados por las dos ramas de diversidad en transmisión en la fórmula [17] se hayan sometido a la detección de la señal, se puede obtener la fórmula [18]:

$$\begin{cases} \alpha x_1 + \beta y_1 = \alpha x_1 + \beta y_1 + f_1(n_1, n_2, \dots) & |\alpha|e^{j\theta_1}x_1 + |\beta|e^{j\theta_2}y_1 + f_1(n_1, n_2, \dots) \\ \alpha x_2 + \beta y_2 = \alpha x_2 + \beta y_2 + f_2(n_1, n_2, \dots) & |\alpha|e^{j\theta_1}x_2 + |\beta|e^{j\theta_2}y_2 + f_2(n_1, n_2, \dots) \end{cases} \quad [18]$$

En la fórmula [18],  $f_N(n_1, n_2, \dots)$  ( $N=1,2$ ) indica la función de  $n_1$ ,  $n_2$ , y otros parámetros asociados como, por ejemplo,  $x_1$ ,  $y_1$ ,  $x_2$  e  $y_2$ .

Para los paquetes de datos transmitidos por dos antenas en la segunda diversidad de tiempo, si se utiliza el modo 7, la información recibida por el extremo de recepción se puede representar mediante la fórmula [19]:

$$\begin{cases} r_{12} = h_{11}^2(A^*x_2 - B^*y_2) + h_{21}^2(A^*x_1 - B^*y_1) + n_1^2 \\ r_{22} = h_{12}^2(A^*x_2 - B^*y_2) + h_{22}^2(A^*x_1 - B^*y_1) + n_2^2 \end{cases} \quad [19]$$

Cuando  $\theta_1$  y  $\theta_2$  son  $k\pi$ ,  $k \in \mathbb{Z}$ ,  $A=A^*=\pm\alpha$  y  $B=B^*=\pm\beta$  son números reales.

Después de que el símbolo de datos de la fórmula [19] se haya sometido a la detección de la señal, se obtiene la fórmula [20]:

$$\begin{cases} A^*x_1 - B^*y_1 = A^*x_1 - B^*y_1 + f_3(n_3, n_4, \dots) & |\alpha|e^{-j\theta_1}x_1 - |\beta|e^{-j\theta_2}y_1 + f_3(n_3, n_4, \dots) \\ A^*x_2 - B^*y_2 = A^*x_2 - B^*y_2 + f_4(n_3, n_4, \dots) & |\alpha|e^{-j\theta_1}x_2 - |\beta|e^{-j\theta_2}y_2 + f_4(n_3, n_4, \dots) \end{cases} \quad [20]$$

En la fórmula [20],  $f_N(n_3, n_4, \dots)$  ( $N=3,4$ ) indica la función de  $n_3$ ,  $n_4$ , y otros parámetros asociados como, por ejemplo,  $x_1$ ,  $y_1$ ,  $x_2$  e  $y_2$ .

La fórmula [21] y la fórmula [22] se obtienen a partir de la fórmula [18] y la fórmula [20]:

$$\begin{bmatrix} \alpha x_1 + \beta y_1 \\ A^*x_1 - B^*y_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} |\alpha|e^{j\theta_1} & |\beta|e^{j\theta_2} \\ |\alpha|e^{-j\theta_1} & -|\beta|e^{-j\theta_2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ y_1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} f_1(n_1, n_2, \dots) \\ f_3(n_3, n_4, \dots) \end{bmatrix} \quad [21]$$

$$\begin{bmatrix} \alpha x_2 + \beta y_2 \\ A^*x_2 - B^*y_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} |\alpha|e^{j\theta_1} & |\beta|e^{j\theta_2} \\ |\alpha|e^{-j\theta_1} & -|\beta|e^{-j\theta_2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_2 \\ y_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} f_2(n_1, n_2, \dots) \\ f_4(n_3, n_4, \dots) \end{bmatrix} \quad [22]$$

Después de la detección de la señal en la fórmula [21] y la fórmula [22], se pueden obtener  $x_1$ ,  $y_1$ ,  $x_2$  e  $y_2$ .

Segunda solución de procesamiento: para los paquetes de datos transmitidos por las dos antenas en la primera diversidad de tiempo y la segunda diversidad de tiempo, los símbolos de datos recibidos por el extremo de recepción se pueden utilizar como cuatro símbolos de datos transmitidos en un instante, tal como se muestra en la fórmula [23]:

$$\begin{cases} r_{11} = h_{11}^1 (\alpha x_1 + \beta y_1) + h_{21}^1 (\alpha x_2 + \beta y_2) + n_1^1 \\ r_{21} = h_{12}^1 (\alpha x_1 + \beta y_1) + h_{22}^1 (\alpha x_2 + \beta y_2) + n_2^1 \\ r_{12} = h_{11}^2 (A^* x_2 - B^* y_2) + h_{21}^2 (A^* x_1 - B^* y_1) + n_1^2 \\ r_{22} = h_{12}^2 (A^* x_2 - B^* y_2) + h_{22}^2 (A^* x_1 - B^* y_1) + n_2^2 \end{cases} \quad [23]$$

La fórmula [24] se puede obtener a partir de la fórmula [23]:

$$\begin{bmatrix} r_{11} \\ r_{21} \\ r_{12} \\ r_{22} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha h_{11}^1 & \beta h_{11}^1 & \alpha h_{21}^1 & \beta h_{21}^1 \\ \alpha h_{12}^1 & \beta h_{12}^1 & \alpha h_{22}^1 & \beta h_{22}^1 \\ A^* h_{21}^2 & -B^* h_{21}^2 & A^* h_{11}^2 & -B^* h_{11}^2 \\ A^* h_{22}^2 & -B^* h_{22}^2 & A^* h_{12}^2 & -B^* h_{12}^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ y_1 \\ x_2 \\ y_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} n_1^1 \\ n_2^1 \\ n_1^2 \\ n_2^2 \end{bmatrix} \quad [24]$$

$$\begin{bmatrix} |\alpha| e^{j\theta_\alpha} h_{11}^1 & |\beta| e^{j\theta_\beta} h_{11}^1 & |\alpha| e^{j\theta_\alpha} h_{21}^1 & |\beta| e^{j\theta_\beta} h_{21}^1 \\ |\alpha| e^{j\theta_\alpha} h_{12}^1 & |\beta| e^{j\theta_\beta} h_{12}^1 & |\alpha| e^{j\theta_\alpha} h_{22}^1 & |\beta| e^{j\theta_\beta} h_{22}^1 \\ |\alpha| e^{-j\theta_\alpha} h_{21}^2 & -|\beta| e^{-j\theta_\beta} h_{21}^2 & |\alpha| e^{-j\theta_\alpha} h_{11}^2 & -|\beta| e^{-j\theta_\beta} h_{11}^2 \\ |\alpha| e^{-j\theta_\alpha} h_{22}^2 & -|\beta| e^{-j\theta_\beta} h_{22}^2 & |\alpha| e^{-j\theta_\alpha} h_{12}^2 & -|\beta| e^{-j\theta_\beta} h_{12}^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ y_1 \\ x_2 \\ y_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} n_1^1 \\ n_2^1 \\ n_1^2 \\ n_2^2 \end{bmatrix}$$

Después de llevar a cabo la detección de la señal, a partir de la fórmula [24] se pueden demodular  $x_1$ ,  $y_1$ ,  $x_2$  e  $y_2$  con los efectos de ruido de canal añadidos.

- 5 Después de haber recibido y almacenado temporalmente los símbolos de datos transmitidos  $x_1$ ,  $y_1$ ,  $x_2$  e  $y_2$  con los efectos de ruido de canal añadidos, se pueden demodular utilizando la tecnología de recepción de señales, implementando de este modo la combinación de símbolos en el extremo de recepción y obteniendo los datos recibidos mediante demodulación.

(5) Modo 2 MIMO 16QAM

- 10 El modo 2 MIMO 16QAM es un modo mejorado de la segunda solución de procesamiento del modo 1 MIMO 16QAM. Para aumentar la flexibilidad de la señal transmitida, las matrices de precodificación  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$  y  $C_4$  se añaden en el extremo de transmisión. En la fórmula [25] se muestran los datos recibidos por el extremo receptor:

$$\begin{bmatrix} r_{11} \\ r_{12} \\ r_{21} \\ r_{22} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha h_{11}^1 & \alpha h_{21}^1 \\ A^* h_{21}^2 & A^* h_{11}^2 \end{bmatrix} \cdot C_1 \begin{bmatrix} \beta h_{11}^1 & \beta h_{21}^1 \\ -B^* h_{21}^2 & -B^* h_{11}^2 \end{bmatrix} \cdot C_2 \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} n_1^1 \\ n_1^2 \end{bmatrix} \quad [25]$$

$$\begin{bmatrix} \alpha h_{12}^1 & \alpha h_{22}^1 \\ A^* h_{22}^2 & A^* h_{12}^2 \end{bmatrix} \cdot C_3 \begin{bmatrix} \beta h_{12}^1 & \beta h_{22}^1 \\ -B^* h_{22}^2 & -B^* h_{12}^2 \end{bmatrix} \cdot C_4 \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} n_2^1 \\ n_2^2 \end{bmatrix}$$

Las matrices de precodificación  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$  y  $C_4$  pueden ser iguales o diferentes. Se pueden utilizar una o múltiples matrices de precodificación  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$  y  $C_4$ . Las matrices de precodificación utilizadas en las dos transmisiones pueden ser iguales o diferentes.

- 15 Si en la fórmula [25] se utiliza el algoritmo de equilibrio del canal, se obtienen  $x_1$ ,  $x_2$ ,  $y_1$ , e  $y_2$ . Después de utilizar QPSK para demodular y decodificar  $x_1$ ,  $x_2$ ,  $y_1$ , e  $y_2$ , se pueden obtener los datos recibidos.

(6) Modo 1 MIMO 64 QAM

- 20 La FIG. 7 es un diagrama esquemático que ilustra la transmisión y recepción cuando la unidad de transmisión y la unidad de recepción disponen de dos antenas. En el sistema MIMO con dos antenas de transmisión y dos antenas de recepción, después de que los datos de la capa básica, de la capa intermedia y de la capa mejorada se hayan sometido a la codificación en cierto instante de tiempo, los bits de información a ser transmitidos en la antena 1 de transmisión y en la antena 2 de transmisión son  $a_0a_1a_2a_3a_4a_5$  y  $b_0b_1b_2b_3b_4b_5$ , donde  $a_0a_1$  y  $b_0b_1$  se mapean sobre los



símbolos de modulación de punto de constelación QPSK  $x_1$  y  $x_2$  y se corresponden con los datos de la capa básica;  $a_2a_3$  y  $b_2b_3$  se mapean sobre los símbolos de modulación de punto de constelación QPSK  $y_1$  e  $y_2$  y se corresponden con los datos de la capa intermedia;  $a_4a_5$  y  $b_4b_5$  se mapean sobre los símbolos de modulación de punto de constelación QPSK  $z_1$  y  $z_2$  y se corresponden con los datos de la capa mejorada; los factores de modulación de  $x_1$ ,  $y_1$  y  $z_1$  son  $\alpha$ ,  $\beta$  y  $\gamma$ , los cuales se superponen en un símbolo de modulación de punto de constelación 64QAM transmitido en la antena 1 de transmisión; los factores de modulación de  $x_2$ ,  $y_2$  y  $z_2$  son  $\alpha$ ,  $\beta$  y  $\gamma$  (u otros), los cuales se superponen en un símbolo de modulación de punto de constelación 64QAM transmitido en la antena 2 de transmisión. Por supuesto,  $x_1$ ,  $y_1$  y  $z_1$  se pueden transmitir por la antena 2 de transmisión, y  $x_2$ ,  $y_2$  y  $z_2$  se pueden transmitir por la antena 1 de transmisión. El grupo de datos transmitidos por la antena 1 de transmisión y la antena 2 de transmisión se pueden modular de acuerdo con el modo de mapeo en constelación respectivo.

Suponiendo que la antena 1 de transmisión y la antena 2 de transmisión transmitan la misma información tres veces, las dos antenas de transmisión se pueden combinar de acuerdo con las reglas respectivas, tal como se muestra en la Tabla 1. Las dos antenas de transmisión pueden tener reglas de mapeo iguales o diferentes. Los símbolos de modulación jerárquica que transmite tres veces la antena 1 de transmisión son, respectivamente,  $s_{11}=\alpha x_1+\beta y_1+\gamma z_1$ ,  $s_{12}=\alpha x_1-\beta y_1+\gamma z_1$ , y  $s_{13}=\alpha x_1+\beta y_1-\gamma z_1$ . Los símbolos de modulación jerárquica que transmite tres veces la antena 2 de transmisión son, respectivamente,  $s_{21}=\alpha x_2-\beta y_2-\gamma z_2$ ,  $s_{22}=\alpha x_2-\beta y_2+\gamma z_2$ , y  $s_{23}=-\alpha x_2+\beta y_2-\gamma z_2$ .

Las señales que recibe tres veces la antena 1 de recepción están representadas por la fórmula [26]:

$$\begin{cases} r_{11} = h_{11}^1 (\alpha x_1 + \beta y_1 + \gamma z_1) + h_{21}^1 (\alpha x_2 - \beta y_2 - \gamma z_2) + n_1^1 \\ r_{12} = h_{11}^2 (\alpha x_1 - \beta y_1 + \gamma z_1) + h_{21}^2 (\alpha x_2 - \beta y_2 + \gamma z_2) + n_1^2 \\ r_{13} = h_{11}^3 (\alpha x_1 + \beta y_1 - \gamma z_1) + h_{21}^3 (-\alpha x_2 + \beta y_2 - \gamma z_2) + n_1^3 \end{cases} \quad [26]$$

Las señales que recibe tres veces la antena 2 de recepción están representadas por la fórmula [27]:

$$\begin{cases} r_{21} = h_{12}^1 (\alpha x_1 + \beta y_1 + \gamma z_1) + h_{22}^1 (\alpha x_2 - \beta y_2 - \gamma z_2) + n_2^1 \\ r_{22} = h_{12}^2 (\alpha x_1 - \beta y_1 + \gamma z_1) + h_{22}^2 (\alpha x_2 - \beta y_2 + \gamma z_2) + n_2^2 \\ r_{23} = h_{12}^3 (\alpha x_1 + \beta y_1 - \gamma z_1) + h_{22}^3 (-\alpha x_2 + \beta y_2 - \gamma z_2) + n_2^3 \end{cases} \quad [27]$$

En la FIG. 7, en la fórmula [26] y en la fórmula [27],  $r_{ij}$  indica la señal que recibe la  $i$ -ésima antena de recepción la  $j$ -ésima vez;  $h_{ij}^n$  indica la función de transmisión del canal desde la  $i$ -ésima antena de transmisión a la  $j$ -ésima antena de recepción en la  $n$ -ésima diversidad de transmisión y se obtiene mediante la utilización de señales piloto. En la fórmula [26] y en la fórmula [27]  $n_i^j$  indica la interferencia y el ruido de la  $i$ -ésima antena de recepción en la  $j$ -ésima recepción. De acuerdo con el modelo existente de teoría del ruido,  $n_i^j$  es un ruido de Gauss cuyo valor medio es 0 y  $E\{|n_i^j|^2\} = \frac{N_0}{2}$ , donde  $E\{*\}$  indica el valor matemático esperado de  $^{**}$ ;  $\frac{N_0}{2}$  indica la potencia de ruido.

Mediante la combinación de la fórmula [26] y la fórmula [27], se obtiene la señal estimada de  $s_{ij}$  ( $i=1,2,3$ ;  $j=1,2,3$ ) utilizando un algoritmo de equilibrio. A continuación, se obtienen las señales estimadas de  $x_1$ ,  $y_1$  y  $z_1$  y  $x_2$ ,  $y_2$  y  $z_2$  utilizando un algoritmo de equilibrio. Por último, se utiliza la modulación QPSK para obtener los datos recibidos.

Lo que se ha descrito más arriba es el sistema MIMO con dos antenas de transmisión y dos antenas de recepción. Este modo de realización también es aplicable al sistema MIMO con múltiples antenas de transmisión y múltiples antenas de recepción.

#### (7) Modo 2 MIMO 64QAM

El modo 2 MIMO 64QAM es aplicable a dos antenas de transmisión y dos antenas de recepción, y se utiliza principalmente en escenarios en los que se transmite dos veces la misma información.

Los símbolos de modulación jerárquica transmitidos dos veces por la antena 1 de transmisión son  $s_{11}=\alpha x_1+\beta y_1+\gamma z_1$  y  $s_{12}=-\alpha x_1+\beta y_1+\gamma z_1$ . Los símbolos de modulación jerárquica transmitidos dos veces por la antena 2 de transmisión son, respectivamente,  $s_{21}=\alpha x_2-\beta y_2-\gamma z_2$  y  $s_{22}=\alpha x_2+\beta y_2+\gamma z_2$ .

Las señales recibidas por la antena 1 de recepción y la antena 2 de recepción están representadas por la fórmula [28]:

$$\begin{cases} r_{11} = h_{11}^1 (\alpha x_1 + \beta y_1 + \gamma z_1) + h_{21}^1 (\alpha x_2 - \beta y_2 - \gamma z_2) + n_1^1 \\ r_{12} = h_{11}^2 (-\alpha x_1 + \beta y_1 + \gamma z_1) + h_{21}^2 (\alpha x_2 + \beta y_2 + \gamma z_2) + n_1^2 \\ r_{21} = h_{12}^1 (\alpha x_1 + \beta y_1 + \gamma z_1) + h_{22}^1 (\alpha x_2 - \beta y_2 - \gamma z_2) + n_2^1 \\ r_{22} = h_{12}^2 (-\alpha x_1 + \beta y_1 + \gamma z_1) + h_{22}^2 (\alpha x_2 + \beta y_2 + \gamma z_2) + n_2^2 \end{cases} \quad [28]$$

La fórmula [28] se puede representar mediante la fórmula [29]:

$$\begin{bmatrix} r_{11} \\ r_{12} \\ r_{21} \\ r_{22} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha h_{11}^1 & \alpha h_{21}^1 & h_{11}^1 & -h_{21}^1 \\ -\alpha h_{11}^2 & \alpha h_{21}^2 & h_{11}^2 & h_{21}^2 \\ \alpha h_{12}^1 & \alpha h_{22}^1 & h_{12}^1 & -h_{22}^1 \\ -\alpha h_{12}^2 & \alpha h_{22}^2 & h_{12}^2 & h_{22}^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \beta y_1 + \gamma z_1 \\ \beta y_2 + \gamma z_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} n_1^1 \\ n_1^2 \\ n_2^1 \\ n_2^2 \end{bmatrix} = H \cdot \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \beta y_1 + \gamma z_1 \\ \beta y_2 + \gamma z_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} n_1^1 \\ n_1^2 \\ n_2^1 \\ n_2^2 \end{bmatrix} \quad [29]$$

Si en la fórmula [29] se utiliza el algoritmo de equilibrio del canal, se obtienen  $x_1$ ,  $x_2$ ,  $\beta y_1 + \gamma z_1$  y  $\beta y_2 + \gamma z_2$ . Se ajusta la potencia de  $\beta y_1 + \gamma z_1$  y  $\beta y_2 + \gamma z_2$  a  $\lambda(\beta y_1 + \gamma z_1)$  y  $\lambda(\beta y_2 + \gamma z_2)$ . A continuación, se lleva a cabo la demodulación QPSK sobre  $x_1$ ,  $x_2$ ,  $\lambda(\beta y_1 + \gamma z_1)$  y  $\lambda(\beta y_2 + \gamma z_2)$  se demodulan utilizando el 16QAM, y a continuación se decodifica en los datos recibidos.

5

#### (8) Modo 3 MIMO 64QAM

El modo 3 MIMO 64QAM es un modo mejorado del modo 2 MIMO 64QAM. Para aumentar la flexibilidad de la señal transmitida, las matrices de precodificación  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$  y  $C_4$  se añaden en el extremo de transmisión. En la fórmula [30] se muestran los datos recibidos por el extremo receptor:

$$\begin{bmatrix} r_{11} \\ r_{12} \\ r_{21} \\ r_{22} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha \cdot \begin{bmatrix} h_{11}^1 & h_{21}^1 \\ -h_{11}^1 & \alpha h_{21}^1 \end{bmatrix} \cdot C_1 & \begin{bmatrix} h_{11}^1 & -h_{21}^1 \\ h_{11}^1 & h_{21}^1 \end{bmatrix} \cdot C_2 \\ -\alpha \cdot \begin{bmatrix} h_{12}^1 & h_{22}^1 \\ h_{12}^1 & \alpha h_{22}^1 \end{bmatrix} \cdot C_3 & \begin{bmatrix} h_{12}^1 & -h_{22}^1 \\ h_{12}^1 & h_{22}^1 \end{bmatrix} \cdot C_4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \beta y_1 + \gamma z_1 \\ \beta y_2 + \gamma z_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} n_1^1 \\ n_1^2 \\ n_2^1 \\ n_2^2 \end{bmatrix} = H \cdot \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \beta y_1 + \gamma z_1 \\ \beta y_2 + \gamma z_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} n_1^1 \\ n_1^2 \\ n_2^1 \\ n_2^2 \end{bmatrix} \quad [30]$$

10 Las matrices de precodificación  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$  y  $C_4$  pueden ser iguales o diferentes. Se pueden utilizar una o múltiples matrices de precodificación  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$  y  $C_4$ . Las matrices de precodificación utilizadas en las dos transmisiones pueden ser iguales o diferentes.

Si en la fórmula [30] se utiliza el algoritmo de equilibrio del canal, se obtienen  $x_1$ ,  $x_2$ ,  $\beta y_1 + \gamma z_1$  y  $\beta y_2 + \gamma z_2$ . Se ajusta la potencia de  $\beta y_1 + \gamma z_1$  y  $\beta y_2 + \gamma z_2$  a  $\lambda(\beta y_1 + \gamma z_1)$  y  $\lambda(\beta y_2 + \gamma z_2)$ . A continuación, se lleva a cabo la demodulación QPSK sobre  $x_1$ ,  $x_2$ ,  $\lambda(\beta y_1 + \gamma z_1)$  y  $\lambda(\beta y_2 + \gamma z_2)$  se demodulan utilizando el 16QAM, y a continuación se decodifica en los datos recibidos.

15

El quinto modo de realización de la presente invención describe un proceso de transmisión de datos y un proceso de recepción de datos en un sistema con extremos de recepción múltiple con múltiples antenas de transmisión y una única antena de recepción. Cuando múltiples extremos de recepción acceden a la BS, se recibe como una señal fuerte la señal enviada por un extremo de recepción con una capacidad de recepción elevada, y la BS recibe como una señal débil la señal enviada por un extremo de recepción con una pobre capacidad de recepción. Esto evita señales de interferencia adicionales.

20

Múltiples extremos de recepción solicitan el acceso a la BS a través del canal del enlace ascendente. La BS permite el acceso en función de la situación real, y asigna recursos de tiempo y frecuencia para los extremos de recepción a través de mensajes de señalización del enlace descendente. La BS selecciona dos o múltiples extremos de recepción como un grupo en el que los extremos de recepción envían datos en el mismo recurso de tiempo y frecuencia. Esto es, múltiples extremos de recepción comparten los recursos del canal en el dominio del tiempo, el dominio de la frecuencia y el dominio del código. Por ejemplo, en un sistema de acceso múltiple por división de código (CDMA), cuando múltiples extremos de recepción acceden a un sector de la BS, estos extremos de recepción comparten los recursos en el sistema mediante división de código. Los extremos de recepción en el mismo grupo envían señales utilizando distintas potencias de transmisión en función de la instrucción de la BS. Supóngase que la BS planifica que  $WT_1$  y  $WT_2$  envíen señales en el mismo recurso de tiempo y frecuencia.  $WT_1$  y

30

WT<sub>2</sub> envían a la BS, respectivamente, las ganancias del canal  $h_1$  y  $h_2$ , donde  $|h_1| < 1$  y  $|h_2| < 1$ , y  $|\cdot|$  indica la operación módulo de “\*”. La BS ajusta previamente el parámetro  $\alpha$  de potencia de transmisión de WT<sub>1</sub> a través del canal del enlace descendente con el fin de aumentar la potencia de recepción de WT<sub>1</sub> en el extremo de la BS. Además, la BS ajusta previamente el parámetro  $\beta$  de potencia de WT<sub>2</sub> con el fin de disminuir la potencia de recepción de WT<sub>2</sub> en el extremo de la BS. Esto es, la potencia de la señal ajustada satisface la siguiente condición:  $|\alpha h_1| < |\beta h_2|$ . Las señales enviadas por los extremos de recepción en el mismo grupo se superponen a través del canal aéreo. Suponiendo que dos extremos de recepción (representados mediante WT<sub>1</sub> y WT<sub>2</sub>) adoptan la QPSK, las señales enviadas por WT<sub>1</sub> y WT<sub>2</sub> después del ajuste de potencia se modula en los puntos de constelación  $B^2$  y  $A^1$  y se corresponden con los símbolos  $x$  e  $y$ , tal como se muestra en la FIG. 8. En la FIG. 9 se muestran las señales superpuestas a través del canal aéreo.  $B^2$  y  $A^1$  se superponen en un punto de constelación  $C^1$ , esto es, los dos extremos de recepción envían, respectivamente,  $\alpha x$  y  $\beta y$ . La BS recibe la señal superpuesta. Tomando como ejemplo los dos extremos de recepción precedentes, la señal  $r_1$  recibida por la BS es:  $r_1 = (\alpha h_1)x + (\beta h_2)y$ . Cuando la BS recibe la señal erróneamente, la BS inicia la transmisión por segunda vez. Cuando las condiciones del canal varían ligeramente, la BS intenta organizar en el mismo grupo de transmisión los extremos de recepción que se han organizado anteriormente en el mismo grupo. Sin embargo, esta transmisión adopta un modo de modulación que tiene una relación fija con el modo de modulación adoptado por la primera transmisión. Los dos modos de modulación forman una combinación optimizada de modos de modulación establecida previamente. Si se toman a modo de ejemplo los dos extremos de recepción, esta transmisión adopta los valores  $-\alpha$  o  $-\beta$ , y el extremo de recepción es uno de los siguientes:  $r_2 = -(\alpha h_1)x + (\beta h_2)y + n_2$  y  $r_2 = (\alpha h_1)x - (\beta h_2)y + n_2$ .  $\alpha$  y  $\beta$  indican los parámetros de ajuste de potencia durante la segunda transmisión.  $h_1$  y  $h_2$  indican las ganancias de canal durante la segunda transmisión. Debido a que el intervalo entre las dos transmisiones es muy corto, los parámetros del canal permanecen inalterados.  $n_1$  y  $n_2$  indican la interferencia y el ruido. La BS detecta la señal recibida mediante la utilización de la tecnología de recepción de señales de acuerdo con los datos transmitidos dos veces. A continuación, la señal recibida se demodula en los paquetes de datos iniciales. La señal recibida por la BS está representada por la fórmula [31] o la fórmula [32].

$$\begin{bmatrix} r_1 \\ r_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha h_1 & \beta h_2 \\ \alpha h_1 & -\beta h_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} n_1 \\ n_2 \end{bmatrix} \quad [31]$$

$$\begin{bmatrix} r_1 \\ r_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha h_1 & \beta h_2 \\ -\alpha h_1 & \beta h_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} n_1 \\ n_2 \end{bmatrix} \quad [32]$$

La fórmula [31] y la fórmula [32] son aplicables a un primer grupo de combinaciones optimizadas, esto es, cuando  $\alpha$  y  $\beta$  son números complejos. Cuando  $\alpha$  y  $\beta$  son números complejos,  $\alpha = |\alpha|e^{j\theta_1}$ ,  $\beta = |\beta|e^{j\theta_2}$ ,  $A = |\alpha|e^{j\theta_2}$ ,  $B = |\beta|e^{j\theta_1}$ , donde  $|\cdot|$  indica el módulo de “\*”, se obtiene un segundo grupo de combinaciones optimizadas. Si WT<sub>1</sub> y WT<sub>2</sub> envían por primera vez símbolos  $\alpha x$  y  $\beta y$ , la señal recibida por la BS es  $r_1 = (\alpha h_1)x + (\beta h_2)y = (|\alpha|e^{j\theta_1}h_1)x + (|\beta|e^{j\theta_2}h_2)y$ . La BS recibe señales desde los dos extremos de recepción. Cuando la BS notifica a los dos extremos de recepción el envío por segunda vez mediante un mensaje de señalización, los símbolos enviados por WT<sub>1</sub> y WT<sub>2</sub> son uno de los siguientes combinaciones:  $(A^*x, -B^*y)$  y  $(-A^*x, B^*y)$ , esto es,  $(|\alpha|e^{j\theta_2}x, -|\beta|e^{j\theta_1}y)$  y  $(-|\alpha|e^{j\theta_2}x, |\beta|e^{j\theta_1}y)$ . Además, WT<sub>1</sub> y WT<sub>2</sub> le notifican a la BS los factores de modulación específicos a través de su respectiva señalización de control o transmite factores de modulación específicos de acuerdo con un modo acordado previamente. Las señales que recibe la BS desde los dos extremos de recepción se pueden representar mediante una de las fórmulas [33] y [34].

$$\begin{bmatrix} r_1 \\ r_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} |\alpha|e^{j\theta_1}h_1 & |\beta|e^{j\theta_2}h_2 \\ |\alpha|e^{-j\theta_2}h_1 & -|\beta|e^{-j\theta_1}h_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} n_1 \\ n_2 \end{bmatrix} \quad [33]$$

$$\begin{bmatrix} r_1 \\ r_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} |\alpha|e^{j\theta_1}h_1 & |\beta|e^{j\theta_2}h_2 \\ -|\alpha|e^{-j\theta_2}h_1 & |\beta|e^{-j\theta_1}h_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} n_1 \\ n_2 \end{bmatrix} \quad [34]$$

Análogamente, cuando  $\alpha$  y  $\beta$  son números complejos, se obtiene un tercer grupo de combinaciones optimizadas. Si los símbolos que envían WT<sub>1</sub> y WT<sub>2</sub> por primera vez son  $\alpha x$  y  $\beta y$ , esto es, la combinación  $(\alpha x, \beta y)$  de símbolos transmitidos por primera vez, la señal recibida por la BS es  $r_1 = (\alpha h_1)x + (\beta h_2)y = (|\alpha|e^{j\theta_1}h_1)x + (|\beta|e^{j\theta_2}h_2)y$ . La BS recibe señales desde los dos extremos de recepción. Cuando la BS les notifica a los dos extremos de recepción el envío por segunda vez mediante un mensaje de señalización, los símbolos enviados por WT<sub>1</sub> y WT<sub>2</sub> son uno de las siguientes combinaciones:  $(Ax^*, -By^*)$  y  $(-Ax^*, By^*)$ , esto es,  $(|\alpha|e^{j\theta_2}x^*, -|\beta|e^{j\theta_1}y^*)$  y  $(-|\alpha|e^{j\theta_2}x^*, |\beta|e^{j\theta_1}y^*)$ . Además, WT<sub>1</sub> y WT<sub>2</sub> le notifican a la BS los factores de modulación específicos a través de su respectiva señalización de

control. Las señales que recibe la BS desde los dos extremos de recepción se pueden representar mediante una de las fórmulas [35] y [36].

$$\begin{bmatrix} r_1 \\ r_2^* \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} |\alpha| e^{j\theta_1} h_1 & |\beta| e^{j\theta_2} h_2 \\ |\alpha| e^{-j\theta_1} h_1^* & -|\beta| e^{-j\theta_2} h_2^* \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} n_1 \\ n_2^* \end{bmatrix} \quad [35]$$

$$\begin{bmatrix} r_1 \\ r_2^* \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} |\alpha| e^{j\theta_1} h_1 & |\beta| e^{j\theta_2} h_2 \\ -|\alpha| e^{-j\theta_1} h_1^* & |\beta| e^{-j\theta_2} h_2^* \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} n_1 \\ n_2^* \end{bmatrix} \quad [36]$$

En las fórmulas [31] a [36], se pueden detectar las señales mediante la utilización de la tecnología de recepción de señales. Las señales detectadas se pueden demodular en los paquetes de datos iniciales.

5 El sexto modo de realización de la presente invención describe un proceso de transmisión de datos en un sistema de mapeo combinado multiusuario. De acuerdo con el principio de mapeo combinado multiusuario, se utiliza el principio de modulación jerárquica para multiplexar un usuario local y un usuario remoto en el mismo dominio del tiempo, dominio de la frecuencia y dominio del código, aumentando de este modo la capacidad del sistema. El usuario local es el usuario próximo a la BS con buenas condiciones de canal, y en general es el usuario en el centro de la celda. El usuario remoto es un usuario alejado de la BS con pobres condiciones de canal, y en general es un usuario en la frontera de la celda. Para aumentar la utilización del espectro del sistema, la información enviada al usuario local y al usuario remoto se modula en un punto de constelación de orden superior en el modo jerárquico, de modo que los datos de múltiples usuarios se mapean sobre el mismo recurso de tiempo y frecuencia. Cuando múltiples usuarios del extremo de recepción reciben la información de forma errónea, los usuarios le notifican a la BS a través del canal del enlace ascendente que envíe las señales una segunda vez. El segundo modo de modulación adoptado cuando la BS envía por segunda vez los datos combinados de mapeo de los usuarios y el primer modo de modulación forman una combinación optimizada de modos de modulación establecida previamente. Los factores de modulación de los dos modos de modulación satisfacen una relación de mapeo de factores de modulación establecida previamente y/o los símbolos de modulación en constelación de los dos modos de modulación satisfacen la relación de mapeo de símbolos de modulación en constelación establecida previamente. En el extremo de recepción, las señales recibidas múltiples veces (al menos dos veces) se combinan y detectan utilizando la tecnología de recepción de señales.

El proceso específico es como sigue: la BS clasifica en un grupo a los múltiples usuarios (el número preferido de usuarios es dos) de acuerdo con cierta información como, por ejemplo, una instrucción del canal del enlace ascendente. Los extremos de recepción en este grupo incluyen un usuario local y un usuario remoto. El planificador de la BS mapea los usuarios en un grupo en un punto de constelación de orden superior. Se asume que los dos usuarios (que incluyen un usuario local y un usuario remoto) están asignados a un grupo. La información enviada al usuario remoto es  $b_2b_3$ , y los datos enviados al usuario local son  $b_0b_1$ . Como el usuario remoto dispone de unas pobres condiciones de canal, al usuario remoto le corresponde la capa básica de la modulación jerárquica. Como el usuario local dispone de buenas condiciones de canal, al usuario local le corresponde la capa mejorada de la modulación jerárquica.  $b_0b_1$  se mapea como un símbolo QPSK  $x$ ;  $b_2b_3$  se mapea como un símbolo QPSK  $y$ .  $x$  e  $y$  se multiplican por los coeficientes correspondientes (se supone que son  $\alpha$  y  $\beta$ , donde  $\alpha = |\alpha|e^{j\theta_1}$ ,  $\beta = |\beta|e^{j\theta_2}$ ,  $A = |\alpha|e^{j\theta_2}$ ,  $B = |\beta|e^{j\theta_1}$ ), donde  $|\cdot|$  indica el módulo de “\*”. Cuando  $\theta_1$  y  $\theta_2$  son  $k\pi$ ,  $k \in \mathbb{Z}$ ,  $A = A^* = \pm\alpha$  y  $B = B^* = \pm\beta$  son números complejos, y la información se superpone en un símbolo 16QAM  $z$  ( $z = \alpha x + \beta y$   $|\alpha|e^{j\theta_1}x + |\beta|e^{j\theta_2}y$ ) para su transmisión. Si los datos en el grupo no son correctos, los extremos de recepción envían un NACK a través de un canal de respuesta. Cuando una segunda rama de diversidad en transmisión envía datos, se utiliza un segundo modo de modulación que se corresponde con un primer modo de modulación utilizado por una primera rama de diversidad en transmisión. En la segunda transmisión, la combinación puede ser:  $A^*x - B^*y$ ,  $-A^*x + B^*y$ ,  $Ax^* - By^*$  o  $-Ax^* + By^*$ , con la condición de que el primer modo de modulación y el segundo modo de modulación cumplan la combinación optimizada establecida previamente. Los extremos de recepción detectan la señal utilizando la tecnología de recepción de señales de acuerdo con los datos transmitidos dos veces. A continuación, la señal recibida es demodulada en los paquetes de datos iniciales. Análogamente, se encuentran disponibles el modo SISO y el modo MIMO. El proceso específico es parecido al descrito en el cuarto modo de realización de la presente invención y no se vuelve a describir.

45 La FIG. 10 es un diagrama de flujo de un método para reenviar datos en el séptimo ejemplo que no comprende todas las características necesarias para implementar la presente invención. El proceso incluye el paso 1001 y el paso 1002.

Paso 1001: recibe paquetes de datos modulados utilizando un primer modo de modulación;

Paso 1002: modula los paquetes de datos utilizando un segundo modo de modulación que se corresponde con el

primer modo de modulación, y envía los paquetes de datos modulados.

El primer modo de modulación y el segundo modo de modulación forman una combinación optimizada establecida previamente. Un primer grupo de factores de modulación que adopta el primer modo de modulación para modular los paquetes de datos es distinto de un segundo grupo de factores de modulación que adopta el segundo modo de modulación para modular los paquetes de datos y/o un primer grupo de símbolos de modulación en constelación utilizado por el primer modo de modulación es diferente de un segundo grupo de símbolos de modulación en constelación utilizado por el segundo modo de modulación. El primer grupo de factores de modulación y el segundo grupo de factores de modulación cumplen la relación de mapeo de factores de modulación establecida previamente, y el primer grupo de símbolos de modulación en constelación y el segundo grupo de símbolos de modulación en constelación cumplen la relación de mapeo de símbolos de modulación en constelación establecida previamente.

El proceso de envío de paquetes de datos utilizando el segundo modo de modulación que se corresponde con el primer modo de modulación incluye: obtener el segundo grupo de factores de modulación correspondiente a los paquetes de datos, donde el segundo grupo de factores de modulación y el primer grupo de factores de modulación cumplen la relación de mapeo de factores de modulación establecida previamente; mapear los paquetes de datos sobre los puntos de constelación de acuerdo con el modo de modulación en constelación establecido previamente, y obtener los símbolos de modulación en constelación correspondientes a los paquetes de datos; y combinar el segundo grupo de factores de modulación y los símbolos de modulación en constelación en una combinación de modulaciones; y enviar la combinación de modulaciones.

La relación de mapeo de factores de modulación es como sigue: el primer grupo de factores de modulación y el segundo grupo de factores de modulación tienen al menos un factor de modulación diferente; diferentes factores de modulación cumplen una de las siguientes condiciones: igual valor absoluto, conjugación mutua e igual módulo.

El proceso de envío de paquetes de datos utilizando el segundo modo de modulación que se corresponde con el primer modo de modulación también puede incluir: obtener el segundo grupo de factores de modulación correspondiente a los paquetes de datos, mapear los paquetes de datos sobre los puntos de constelación de acuerdo con el modo de modulación en constelación establecido previamente, y obtener el segundo grupo de símbolos de modulación correspondiente a los paquetes de datos, donde el segundo grupo de símbolos de modulación en constelación y el primer grupo de símbolos de modulación en constelación que se corresponde con el primer modo de modulación cumple con la relación de mapeo de símbolos de modulación en constelación establecida previamente; combinar el segundo grupo de factores de modulación y el segundo grupo de símbolos de modulación en constelación en una combinación de modulaciones; y enviar la combinación de modulaciones.

La relación de mapeo de símbolos de modulación en constelación es como sigue: el primer grupo de factores de modulación en constelación y el segundo grupo de factores de modulación en constelación tienen al menos un factor de modulación en constelación diferente; diferentes factores de modulación en constelación cumplen una de las siguientes condiciones: igual valor absoluto, conjugación mutua e igual módulo.

En este modo de realización, el segundo grupo de factores de modulación utilizando por el segundo modo de modulación en el reenvío y el primer grupo de factores de modulación utilizado por el primer modo de modulación satisfacen la relación de mapeo de factores de modulación establecida previamente y/o el primer grupo de símbolos de modulación en constelación utilizado por el primer modo de modulación es diferente del segundo grupo de símbolos de modulación en constelación utilizado por el segundo modo de modulación. De este modo, la información modulada por el segundo modo de modulación y la información modulada por el primer modo de modulación pueden tener símbolos diferentes, de modo que los errores como, por ejemplo, ruidos (por ejemplo, el error en la segunda transmisión y el error en la primera transmisión) pueden no desviarse en la misma dirección. Esto reduce los errores de símbolos de los paquetes de datos obtenidos por los extremos de recepción, reduce la tasa de error de trama y la tasa de error de bit, mejora el rendimiento del sistema, y aumenta la precisión de la comunicación.

El octavo ejemplo de la presente invención describe un proceso de reenvío de datos en un sistema de retransmisión. Cuando es necesario transmitir datos de múltiples capas en el sistema de retransmisión, se utiliza la tecnología de modulación jerárquica para transportar datos de diferentes prioridades o importancia. Cuando la BS envía señales utilizando el modo de modulación jerárquico, si una estación de retransmisión (RS) recibe apropiadamente las señales, la RS reenvía las señales utilizando una tecnología de modulación jerárquica que tiene una relación específica con el modo de modulación jerárquico utilizado por la BS. Los extremos de recepción detectan los datos de modulación de las múltiples capas utilizando la tecnología de recepción de señales en combinación con los datos recibidos directamente desde la BS y los datos recibidos desde la RS.

Para una mejor descripción, se toma como ejemplo la modulación de dos símbolos QPSK en un símbolo 16QAM en el modo jerárquico. Supóngase que la BS les envía a los extremos de recepción la información  $b_0b_1b_2b_3$  a través de la RS.  $b_0b_1$  se corresponde con la datos de la capa básica de la modulación jerárquica y se mapea como un símbolo QPSK  $x$ .  $b_2b_3$  se corresponde con la datos de la capa mejorada de la modulación jerárquica y se mapea como un

símbolo QPSK y  $x$  e  $y$  se multiplican por los coeficientes correspondientes (se supone que son  $\alpha$  y  $\beta$ , donde  $\alpha = |\alpha|e^{j\theta_1}$ ,  $\beta = |\beta|e^{j\theta_2}$ ,  $A = |\alpha|e^{j\theta_1}$ ,  $B = |\beta|e^{j\theta_2}$ ), donde  $|*|$  indica el módulo de  $*$ . Cuando  $\theta_1$  y  $\theta_2$  son  $k\pi$ ,  $k \in \mathbb{Z}$ ,  $A = A^* = \pm\alpha$  y  $B = B^* = \pm\beta$  son números complejos, la información se superpone en un símbolo 16QAM  $z$  ( $z = \alpha x + \beta y$   $|\alpha|e^{j\theta_1}x + |\beta|e^{j\theta_2}y$ ) para su transmisión. Cuando la RS recibe los datos de forma correcta (mediante reenvío) pero los extremos de recepción no pueden recibir los datos de forma correcta, la RS reenvía los datos recibidos. El modo de modulación utilizado en el envío de retransmisión y el modo de modulación utilizado por la BS forman una combinación optimizada de modos de modulación establecida previamente. Los extremos de recepción detectan la señal recibida utilizando la tecnología de recepción de señales en combinación con la señal recibida desde la BS y la señal recibida desde la RS. A continuación se obtienen los paquetes de datos iniciales mediante demodulación.

- 5
- 10 Tal como se muestra en la FIG. 11, el proceso específico es como sigue: la información modulada enviada por una primera rama de diversidad en transmisión (BS) se representa mediante  $z = \alpha x + \beta y$   $|\alpha|e^{j\theta_1}x + |\beta|e^{j\theta_2}y$ ; después de recibir  $z = \alpha x + \beta y$   $|\alpha|e^{j\theta_1}x + |\beta|e^{j\theta_2}y$ , una segunda rama de diversidad en transmisión (RS) procesa y reenvía los paquetes de datos; un segundo grupo de factores de modulación utilizado en el reenvío y un primer grupo de factores de modulación utilizado por la BS satisfacen la relación de mapeo de factores de modulación establecida previamente y/o un segundo grupo de símbolos de modulación en constelación utilizado en el reenvío y un primer grupo de símbolos de modulación en constelación utilizado por la BS satisfacen la relación de mapeo de símbolos de modulación en constelación establecida previamente. De este modo, la información enviada por la RS puede ser una de las siguientes:  $A^*x - B^*y$ ,  $-A^*x + B^*y$ ,  $Ax^* - By^*$  o  $-Ax^* + By^*$ , y el extremo de recepción puede obtener los paquetes de datos de acuerdo con los datos enviados desde la RS y la BS.
- 15
- 20 De forma análoga, se encuentran disponibles el modo SISO y el modo MIMO. El proceso específico es parecido al descrito en el cuarto modo de realización de la presente invención y no se vuelve a describir.

El octavo ejemplo describe únicamente un escenario en el que la RS reenvía las señales recibidas utilizando una modulación de dos capas. También se encuentra disponible una modulación multicapa y múltiples RS. Supóngase que la información a enviar en el sistema de retransmisión es  $b_0b_1b_2b_3b_4b_5$ .  $b_0b_1$  indica la datos de la máxima importancia, mapeados como el símbolo  $x$ ;  $b_2b_3$  indica los datos con una importancia más alta, mapeados como el símbolo  $y$ ;  $b_4b_5$  indica los datos con la importancia más baja, mapeados como el símbolo  $z$ .  $x$ ,  $y$  y  $z$  se multiplican por los coeficientes correspondientes (se supone que son  $\alpha$ ,  $\beta$  y  $\gamma$ , los cuales pueden ser números reales o números imaginarios), y a continuación se superponen en un punto  $s$  de constelación de orden mayor. Esto es,  $s = \alpha x + \beta y + \gamma z$ . Después de que RS1 y RS2 hayan procesado las señales recibidas desde la BS, las señales recibidas se reenvían como símbolos de modulación jerárquicos  $s = \alpha^*x + \beta^*y + \gamma^*z$  y  $s = \alpha^*x - \beta^*y + \gamma^*z$ . Por supuesto, también se encuentran disponibles otras combinaciones parecidas. Las operaciones posteriores son parecidas al método de procesamiento de datos en este modo de realización de la presente invención. Tal como se muestra en la FIG. 12, el proceso específico es como sigue: la información enviada por la BS es  $s = \alpha x + \beta y + \gamma z$ ; la información enviada por la RS1 es  $s = \alpha^*x + \beta^*y + \gamma^*z$ ; la información enviada por la RS2 es  $s = \alpha^*x - \beta^*y + \gamma^*z$ ; el extremo de recepción puede obtener los paquetes de datos en combinación con los datos enviados por la BS, la RS1 y la RS2.

Los tres grupos de combinaciones optimizadas descritas en los modos de realización cuarto, quinto, sexto, séptimo y octavo de la presente invención están basados en los modos 16QAM y 64QAM, esto es, órdenes de modulación dos y tres. En los modos de realización de la presente invención también se encuentran disponibles otros modos de modulación como, por ejemplo, 8PSK, 8APSK y 128QAM. La FIG. 13 muestra una estructura de un equipo para enviar datos en el noveno ejemplo que no comprende todas las características necesarias para implementar la presente invención. El equipo incluye:

una unidad 1301 de obtención de información, adaptada para obtener los paquetes de datos a enviar; y

N unidades 1302 de transmisión, adaptadas para modular los paquetes de datos utilizando modos de modulación que se corresponden con las unidades de transmisión, y enviar los paquetes de datos modulados, en donde: los modos de modulación forman una combinación optimizada de modos de modulación establecida previamente; un modo de modulación diferente se corresponde con un grupo de factores de modulación diferente y/o un grupo de símbolos de modulación en constelación diferente; los diferentes grupos de factores de modulación satisfacen una relación de mapeo de factores de modulación establecida previamente; los diferentes grupos de símbolos de modulación en constelación satisfacen una relación de mapeo de símbolos de modulación en constelación establecida previamente. Las N unidades de transmisión anteriores son la unidad 1 de transmisión, ..., la unidad N de transmisión.

Cada unidad de transmisión puede incluir: una unidad de obtención de factores de modulación, adaptada para obtener un grupo de factores de modulación correspondiente a los paquetes de datos; una unidad de mapeo, adaptada para mapear los paquetes de datos sobre los puntos de constelación de acuerdo con el modo de modulación en constelación establecido previamente, y obtener los símbolos de modulación en constelación correspondientes a los paquetes de datos; una unidad de combinación, adaptada para combinar el grupo de factores de modulación con los símbolos de modulación en constelación para obtener una combinación de modulaciones; y

una unidad de envío, adaptada para enviar la combinación de modulaciones.

En los modos de realización anteriores de la presente invención, cada uno de los grupos de factores de modulación que se corresponde con cada modo de modulación satisface la relación de mapeo de factores de modulación establecida previamente y/o cada uno de los grupos de símbolos de modulación en constelación satisface la relación de mapeo de símbolos de modulación en constelación establecida previamente, de modo que los datos correspondientes a los paquetes de datos pueden tener diferentes símbolos. De este modo se reducen los errores de símbolo, la tasa de error de trama y la tasa de error de bit, y se mejora el rendimiento del sistema.

Con el fin de permitir que los extremos de recepción detecten apropiadamente la información recibida, el equipo para enviar datos en este modo de realización puede incluir, además:

una unidad de envío de ID, adaptada para enviar los ID de los modos de modulación utilizados por las unidades de transmisión para modular los paquetes de datos, después de que las N unidades 1302 de transmisión modulen los paquetes de datos utilizando los modos de modulación correspondientes a las unidades de transmisión, y enviar los paquetes de datos modulados.

La FIG. 14 muestra una estructura de un equipo para reenviar datos en el décimo ejemplo que no comprende todas las características necesarias para implementar la presente invención. El equipo incluye:

una unidad 1401 de recepción, adaptada para recibir paquetes de datos modulados utilizando un primer modo de modulación; y

una unidad 1402 de reenvío, adaptada para modular los paquetes de datos utilizando un segundo modo de modulación que se corresponde con el primer modo de modulación, y enviar los paquetes de datos, donde: el primer modo de modulación y el segundo modo de modulación forman una combinación optimizada establecida previamente; un primer grupo de factores de modulación utilizado por el primer modo de modulación para modular los paquetes de datos es diferente de un segundo grupo de factores de modulación utilizado por el segundo modo de modulación para modular los paquetes de datos y/o un primer grupo de símbolos de modulación en constelación utilizado por el primer modo de modulación es diferente de un segundo grupo de símbolos de modulación en constelación utilizado por el segundo modo de modulación, donde el primer grupo de factores de modulación y el segundo grupo de factores de modulación satisface la relación de mapeo de factores de modulación establecida previamente; el primer grupo de símbolos de modulación en constelación y el segundo grupo de símbolos de modulación en constelación satisfacen la relación de mapeo de símbolos de modulación en constelación establecida previamente.

La unidad 1402 de reenvío incluye: una unidad de obtención de factores de modulación, adaptada para obtener el segundo grupo de factores de modulación que se corresponde con los paquetes de datos, donde el segundo grupo de factores de modulación y el primer grupo de factores de modulación satisfacen la relación de mapeo de factores de modulación establecida previamente; una unidad de mapeo, adaptada para mapear los paquetes de datos sobre el punto de constelación de acuerdo con el modo de modulación en constelación establecido previamente, y obtener los símbolos de modulación en constelación que se corresponden con los paquetes de datos; una unidad de combinación, adaptada para combinar el segundo grupo de factores de modulación y los símbolos de modulación en constelación en una combinación de modulaciones; y una unidad de envío, adaptada para enviar la combinación de modulaciones.

En este ejemplo, el segundo grupo de factores de modulación utilizado por el segundo modo de modulación durante el reenvío y el primer grupo de factores de modulación utilizado por el primer modo de modulación satisface la relación de mapeo de factores de modulación establecida previamente y/o el segundo grupo de símbolos de modulación en constelación utilizado por el segundo modo de modulación y el primer grupo de símbolos de modulación en constelación utilizado por el primer modo de modulación satisfacen la relación de mapeo de símbolos de modulación en constelación establecida previamente. De este modo, la información modulada por el segundo modo de modulación y la información modulada por el primer modo de modulación pueden tener símbolos diferentes, de modo que los errores como, por ejemplo, ruidos (por ejemplo, el error en la segunda transmisión y el error en la primera transmisión) pueden no desviarse en la misma dirección. Esto reduce los errores de símbolo de los paquetes de datos obtenidos por los extremos de recepción, reducen la tasa de error de trama y la tasa de error de bit, y mejora la precisión de la comunicación.

La FIG. 15 muestra una estructura de un equipo para procesar datos en el undécimo ejemplo que no comprende todas las características necesarias para implementar la presente invención. El equipo incluye:

una unidad 1501 de recepción de información, adaptada para recibir al menos dos combinaciones de modulación moduladas obtenidas utilizando modos de modulación, donde: los modos de modulación forman una combinación optimizada de modos de modulación establecida previamente; un modo de modulación diferente se corresponde con un grupo de factores de modulación diferente y/o un grupo de símbolos de modulación en constelación diferente; los diferentes grupos de factores de modulación satisfacen una relación de mapeo de factores de modulación

establecida previamente; los diferentes grupos de símbolos de modulación en constelación satisfacen una relación de mapeo de símbolos de modulación en constelación establecida previamente;

5 una unidad 1502 de detección, adaptada para llevar a cabo una detección de señales sobre al menos dos combinaciones de modulación moduladas utilizando una tecnología de recepción de señales establecida previamente para obtener los paquetes de datos modulados; y

una unidad 1503 de demodulación, adaptada para demodular los paquetes de datos modulados con el fin de obtener los datos.

Se pueden encontrar disponibles múltiples modos de modulación. Para conocer el modo de modulación específico, el equipo para procesar los datos en este modo de realización puede incluir, además:

10 una unidad de recepción de ID, adaptada para recibir los ID de los modos de modulación de al menos dos combinaciones de modulación; en este caso, la unidad 1502 de detección está adaptada para llevar a cabo la detección de las señales sobre al menos dos combinaciones de modulación moduladas utilizando una tecnología de recepción de señales establecida previamente en función de los ID de los modos de modulación.

15 De acuerdo con la descripción precedente, las al menos dos combinaciones de modulación recibidas se modulan utilizando diferentes modos de modulación, y los diferentes factores de modulación utilizados por cada modo de modulación satisfacen la relación de mapeo de factores de modulación establecida previamente y/o los diferentes símbolos de modulación en constelación utilizados por cada modo de modulación satisfacen la relación de mapeo de símbolos de modulación en constelación establecida previamente. De este modo, las combinaciones de modulación recibidas (al menos dos) pueden tener diferentes símbolos. Con la diferencia en los símbolos, los errores como, por  
20 ejemplo, los ruidos (por ejemplo, el error en la segunda transmisión y el error en la primera transmisión) pueden no desviarse en la misma dirección. Esto reduce los errores de símbolos de los paquetes de datos obtenidos por los extremos de recepción, reduce la tasa de error de trama y la tasa de error de bit y aumenta la precisión de la comunicación.

25 Aquellos experimentados en la técnica pueden entender que todo o parte de los pasos de los modos de realización anteriores se pueden implementar mediante el hardware asociado controlado por un programa. El programa se puede almacenar en un medio de almacenamiento legible por un ordenador. Cuando se ejecuta el programa, el proceso incluye los siguientes pasos:

obtener los paquetes de datos a enviar; y

30 modular, por parte de cada rama de diversidad en transmisión, los paquetes de datos utilizando el modo de modulación que se corresponde con cada rama de diversidad en transmisión, y enviar los paquetes de datos modulados; en donde: los modos de modulación forman una combinación optimizada de modos de modulación establecida previamente; un modo de modulación diferente se corresponde con un grupo de factores de modulación diferente y/o un grupo de símbolos de modulación en constelación diferente; los diferentes grupos de factores de modulación satisfacen una relación de mapeo de factores de modulación establecida previamente; los diferentes  
35 grupos de símbolos de modulación en constelación satisfacen una relación de mapeo de símbolos de modulación en constelación establecida previamente.

y/o el proceso incluye los siguientes pasos:

recibir paquetes de datos modulados utilizando un primer modo de modulación; y

40 modular los paquetes de datos utilizando un segundo modo de modulación que se corresponde con el primer modo de modulación, y enviar los paquetes de datos modulados, en donde: el primer modo de modulación y el segundo modo de modulación forman una combinación optimizada establecida previamente; un primer grupo de factores de modulación para modular los paquetes de datos utilizando el primer modo de modulación es diferente de un segundo grupo de factores de modulación para modular los paquetes de datos utilizando el segundo modo de modulación o un primer grupo de símbolos de modulación en constelación del primer modo de modulación es  
45 diferente de un segundo grupo de símbolos de modulación en constelación del segundo modo de modulación, en donde el primer grupo de factores de modulación y el segundo grupo de factores de modulación satisfacen una relación de mapeo de factores de modulación establecida previamente; el primer grupo de símbolos de modulación en constelación y el segundo grupo de símbolos de modulación en constelación satisfacen una relación de mapeo de símbolos de modulación en constelación establecida previamente.

50 y/o el proceso incluye los siguientes pasos:

recibir al menos dos combinaciones de modulación moduladas obtenidas utilizando los modos de modulación, en donde: los modos de modulación forman una combinación optimizada de modos de modulación establecida previamente; diferentes modos de modulación se corresponden con diferentes grupos de factores de modulación y/o



diferentes grupos de símbolos de modulación en constelación; los diferentes grupos de factores de modulación satisfacen una relación de mapeo de factores de modulación establecida previamente; los diferentes grupos de símbolos de modulación en constelación satisfacen una relación de mapeo de símbolos de modulación en constelación establecida previamente;

- 5 llevar a cabo una detección de señales sobre al menos dos combinaciones de modulación moduladas utilizando una tecnología de recepción de señales establecida previamente, y obtener los paquetes de datos modulados; y demodular los paquetes de datos modulados para obtener los datos.

El medio de almacenamiento indicado más arriba puede ser una memoria de solo lectura (ROM), un disco magnético o un disco compacto de memoria de solo lectura (CD-ROM).

- 10 Más arriba se ha detallado un método y un equipo para enviar, reenviar y procesar datos en los modos de realización de la presente invención. Los modos de realización anteriores pretenden únicamente ayudar a entender el método y la idea de la presente invención. Para las personas experimentadas en la técnica es evidente que se pueden realizar varias modificaciones y variaciones a la presente invención sin apartarse del alcance tal como se muestra en las reivindicaciones adjuntas de la invención. Como conclusión, la presente invención no se encuentra limitada a las especificaciones.
- 15

**REIVINDICACIONES**

1. Un método para enviar datos en una tecnología de modulación jerárquica en un sistema de comunicación por radio, teniendo el sistema de comunicación N ramas de diversidad en transmisión, en donde N es un número entero positivo mayor que 1, caracterizado por que el método comprende:
- 5 obtener (201), por parte de una primera rama de diversidad en transmisión y una segunda rama de diversidad en transmisión, los mismos paquetes de datos a enviar;
- dividir un paquete de datos obtenido en un primer grupo y un segundo grupo;
- mapear el primer grupo del paquete de datos dividido en un primer símbolo de modulación;
- mapear el segundo grupo del paquete de datos dividido en un segundo símbolo de modulación;
- 10 modular (202), por parte de la primera rama de diversidad en transmisión, los paquetes de datos utilizando un primer modo de modulación, y enviar los paquetes de datos modulados; y
- modular (203), por parte de la segunda rama de diversidad en transmisión, los paquetes de datos utilizando un segundo modo de modulación, y enviar los paquetes de datos modulados; y
- 15 en donde la primera rama de diversidad en transmisión y la segunda rama de diversidad en transmisión son diferentes antenas de transmisión de la misma Estación Base, BS, o antenas de transmisión de diferentes Estaciones Base, BS;
- en donde un primer grupo de factores de modulación para modular los paquetes de datos utilizando el primer modo de modulación es diferente de un segundo grupo de factores de modulación para modular los paquetes de datos utilizando el segundo modo de modulación;
- 20 en donde el primer grupo de factores de modulación y el segundo grupo de factores de modulación satisfacen una relación de mapeo de factores de modulación establecida previamente;
- en donde la relación de mapeo de factores de modulación establecida previamente es,
- cuando los factores de modulación son números reales, el primer grupo de factores de modulación es  $[\alpha, \beta]$ , siendo  $\alpha$  y  $\beta$  factores de modulación;
- 25 en donde los factores de modulación del primer grupo de factores de modulación y los factores de modulación del segundo grupo de factores de modulación tienen un mismo valor absoluto; el primer modo de modulación y el segundo modo de modulación se definen previamente como  $\alpha x + \beta y$  y  $\alpha x - \beta y$ , o  $\alpha x + \beta y$  y  $-\alpha x + \beta y$ , en donde  $x$  es el primer símbolo de modulación e  $y$  es el segundo símbolo de modulación.
2. El método de la reivindicación 1, en el que el primer grupo de factores de modulación y el segundo grupo de factores de modulación satisface una relación de mapeo de factores de modulación establecida previamente, comprende lo siguiente:
- 30 el primer grupo de factores de modulación y el segundo grupo de factores de modulación tienen al menos un factor de modulación diferente.
3. El método de la reivindicación 1 ó 2, en el que:
- 35 el primer grupo de factores de modulación incluye al menos dos factores de modulación, cada factor de modulación se corresponde con una capa de los paquetes de datos, respectivamente;
- el segundo grupo de factores de modulación incluye al menos dos factores de modulación, cada factor de modulación se corresponde con una capa de los paquetes de datos, respectivamente.
4. El método de la reivindicación 1, en el que:
- 40 después de modular (202), por parte de la primera rama de diversidad en transmisión, los paquetes de datos utilizando el primer modo de modulación, y enviar los paquetes de datos modulados, el método incluye, además:
- enviar, por parte de la primera rama de diversidad en transmisión, el ID del primer modo de modulación; y
- después de modular (203), por parte de la segunda rama de diversidad en transmisión, los paquetes de datos utilizando el segundo modo de modulación, y enviar los paquetes de datos modulados, el método comprende,
- 45 además:

enviar, por parte de la segunda rama de diversidad en transmisión, el ID del segundo modo de modulación.

5. El método de la reivindicación 1, en el que:

la modulación (202), por parte de la primera rama de diversidad en transmisión, de los paquetes de datos utilizando el primer modo de modulación, y el envío de los paquetes de datos modulados comprende:

5 obtener, por parte de la primera rama de diversidad en transmisión, el primer grupo de factores de modulación que se corresponde con los paquetes de datos;

mapear los paquetes de datos sobre los puntos de constelación de acuerdo con un modo de modulación en constelación establecido previamente, y obtener el primer y segundo símbolos de modulación correspondientes a los paquetes de datos;

10 combinar el primer grupo de factores de modulación con el primer y segundo símbolos de modulación para obtener una primera combinación de modulaciones; y

enviar la primera combinación de modulaciones;

la modulación (203), por parte de la segunda rama de diversidad en transmisión, de los paquetes de datos utilizando el segundo modo de modulación, y el envío de los paquetes de datos modulados comprende:

15 obtener, por parte de la segunda rama de diversidad en transmisión, el segundo grupo de factores de modulación que se corresponde con los paquetes de datos;

mapear los paquetes de datos sobre los puntos de constelación de acuerdo con un modo de modulación en constelación establecido previamente, y obtener el primer y segundo símbolos de modulación correspondientes a los paquetes de datos;

20 combinar el segundo grupo de factores de modulación con el primer y segundo símbolos de modulación para obtener una segunda combinación de modulaciones; y

enviar la segunda combinación de modulaciones.

6. Un equipo para enviar datos que lleve a cabo uno cualquiera de los métodos de las reivindicaciones 1-5, que comprende:

25 una primera rama de diversidad en transmisión y una segunda rama de diversidad en transmisión, en donde

la primera rama de diversidad en transmisión y la segunda rama de diversidad en transmisión están configuradas para obtener los mismos paquetes de datos a enviar, dividir un paquete de datos obtenido en un primer grupo y un segundo grupo, mapear el primer grupo del paquete de datos dividido sobre un primer símbolo de modulación, y mapear el segundo grupo del paquete de datos dividido sobre un segundo símbolo de modulación;

30 la primera rama de diversidad en transmisión está configurada para modular los paquetes de datos utilizando un primer modo de modulación, y enviar los paquetes de datos modulados; y

la segunda rama de diversidad en transmisión está configurada para modular los paquetes de datos utilizando un segundo modo de modulación, y enviar los paquetes de datos modulados;

35 en donde la primera rama de diversidad en transmisión y la segunda rama de diversidad en transmisión son diferentes antenas de transmisión de la misma Estación Base, BS, o antenas de transmisión de diferentes Estaciones Base, BS;

en donde un primer grupo de factores de modulación para modular los paquetes de datos utilizando el primer modo de modulación es diferente de un segundo grupo de factores de modulación para modular los paquetes de datos utilizando el segundo modo de modulación;

40 en donde el primer grupo de factores de modulación y el segundo grupo de factores de modulación satisfacen una relación de mapeo de factores de modulación establecida previamente;

en donde la relación de mapeo de factores de modulación establecida previamente es,

cuando los factores de modulación son números reales, el primer grupo de factores de modulación es  $[\alpha, \beta]$ , siendo  $\alpha$  y  $\beta$  factores de modulación;

45 en donde los factores de modulación del primer grupo de factores de modulación y los factores de modulación del segundo grupo de factores de modulación tienen un mismo valor absoluto; el primer modo de modulación y el

segundo modo de modulación se definen previamente como  $\alpha x + \beta y$  y  $\alpha x - \beta y$ , o  $\alpha x + \beta y$  y  $-\alpha x + \beta y$ , en donde  $x$  es el primer símbolo de modulación e  $y$  es el segundo símbolo de modulación.

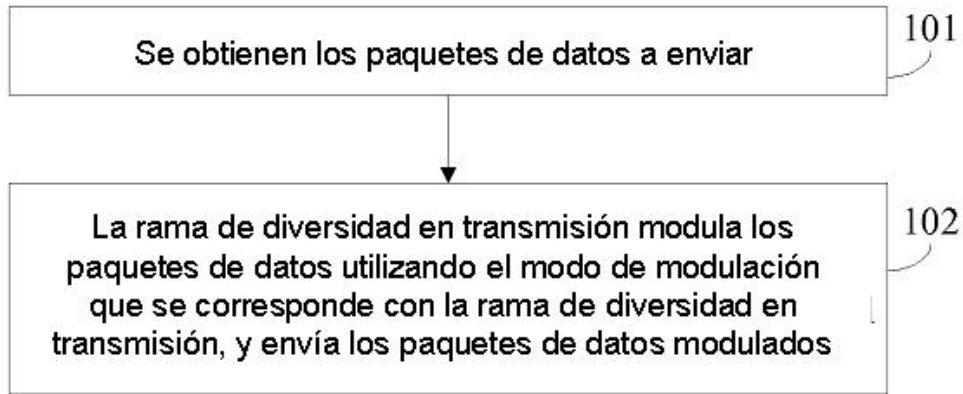


FIG. 1

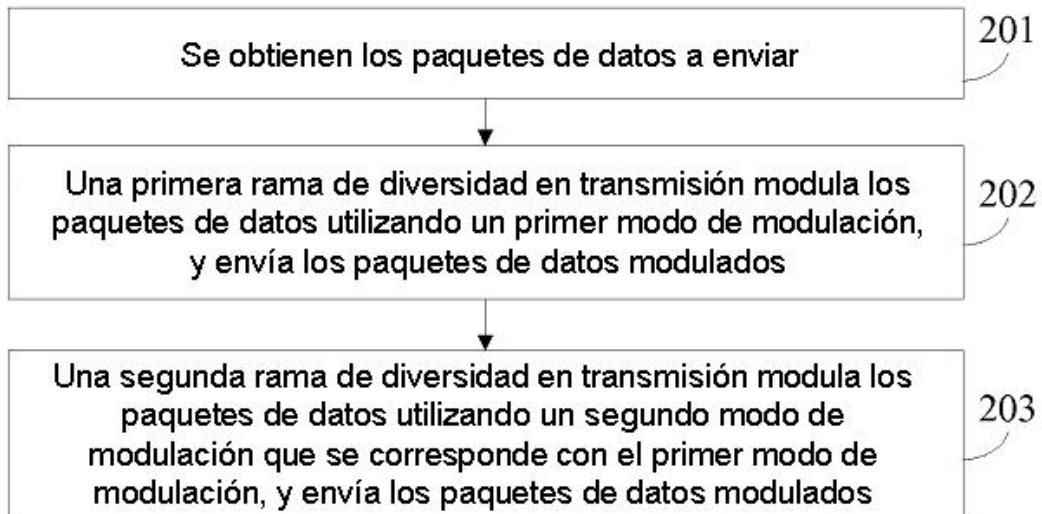


FIG. 2

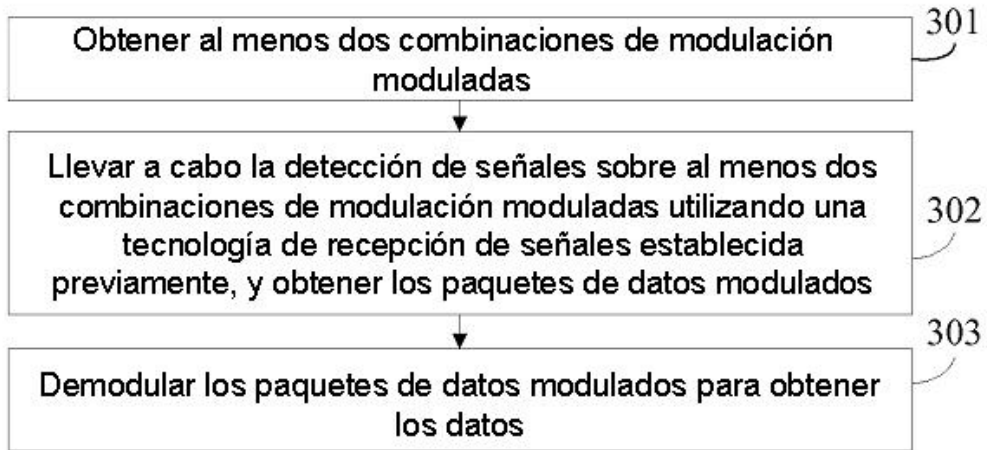


FIG. 3

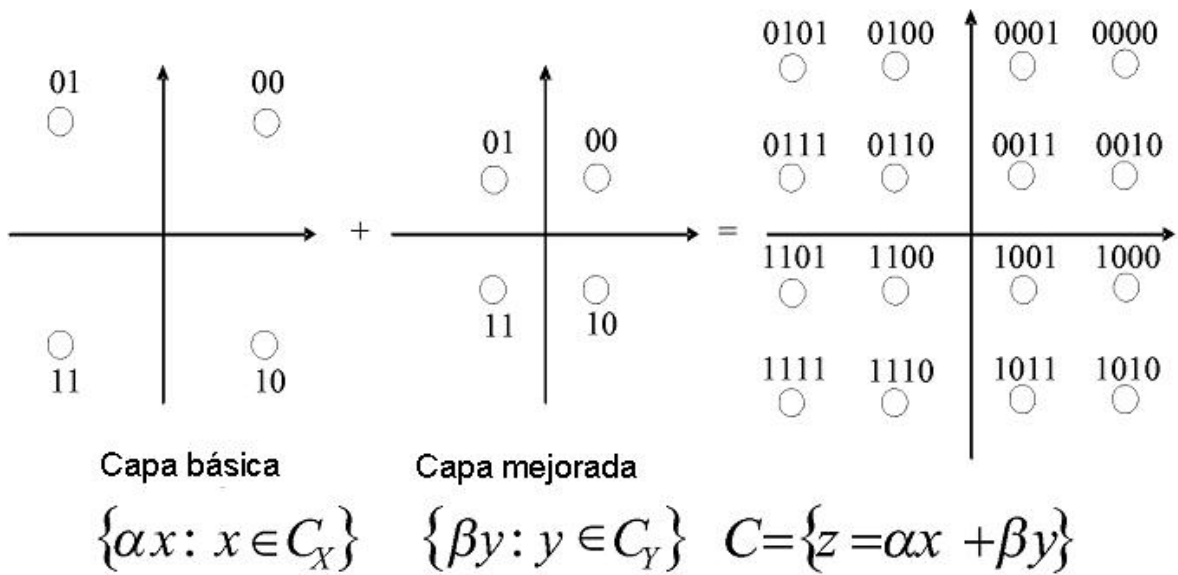


FIG. 4

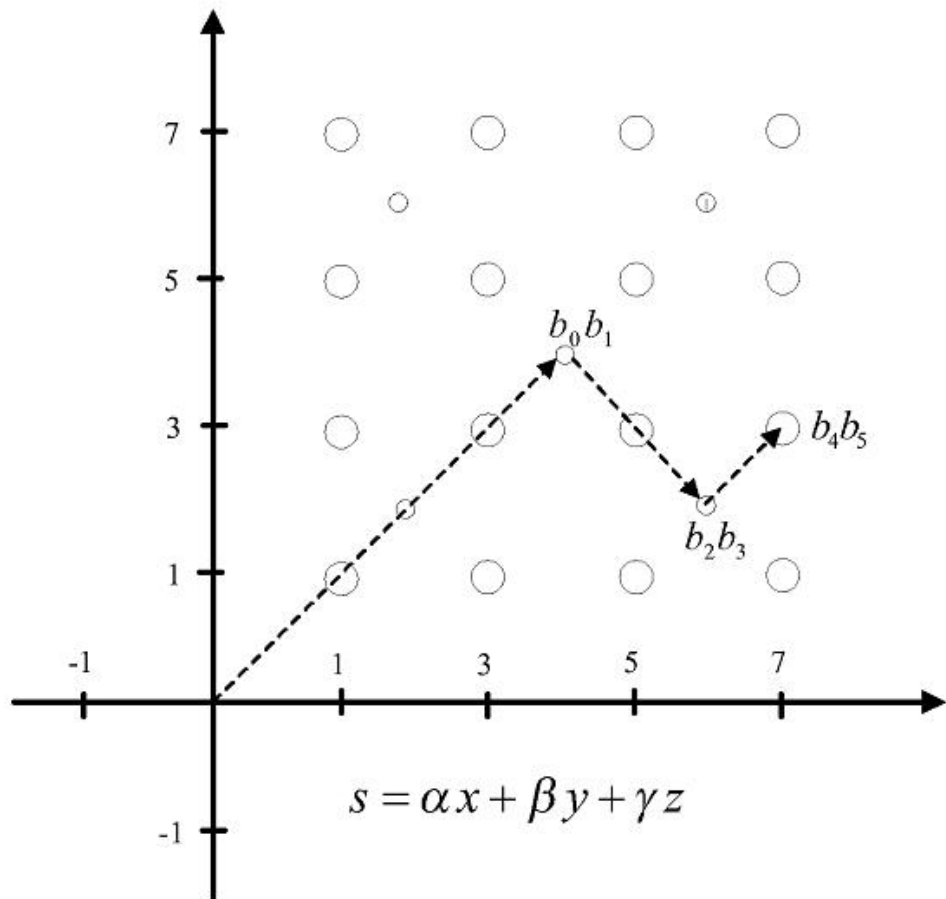


FIG. 5

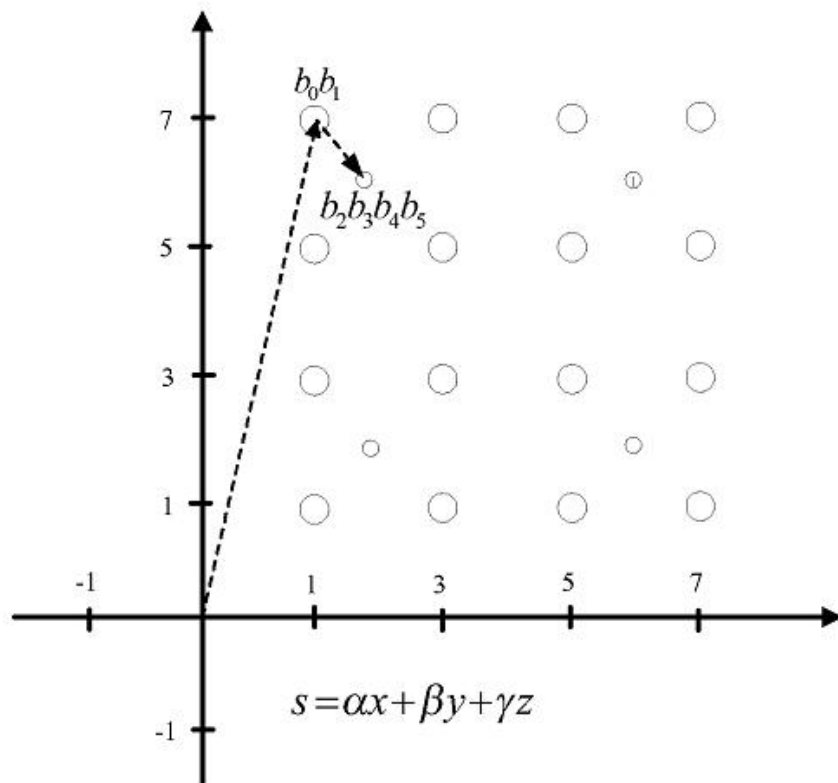


FIG. 6

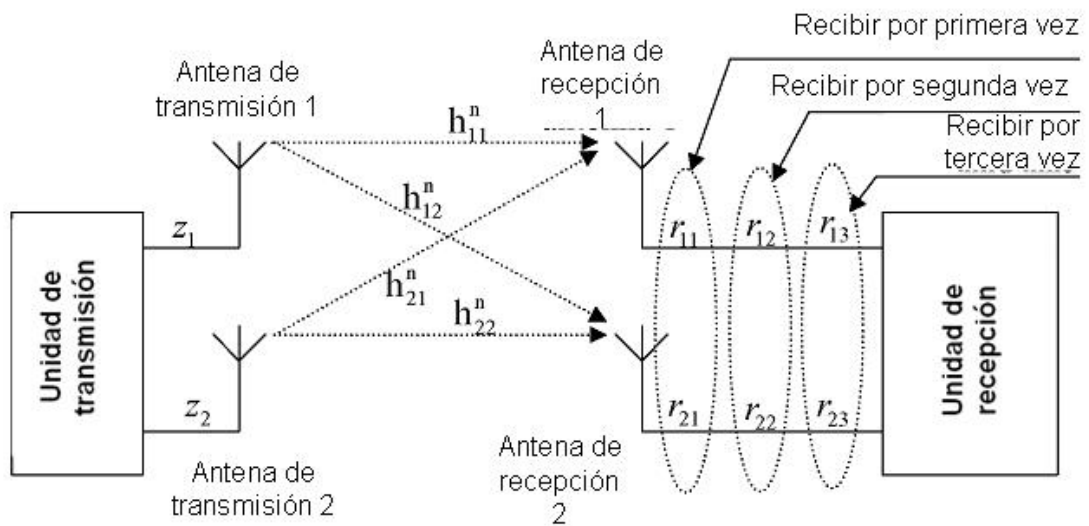


FIG. 7



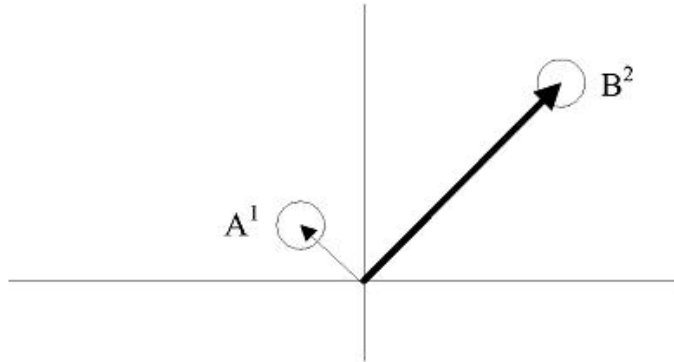


FIG. 8

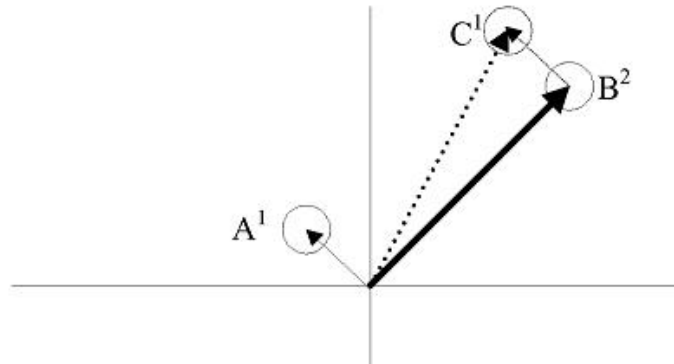


FIG. 9

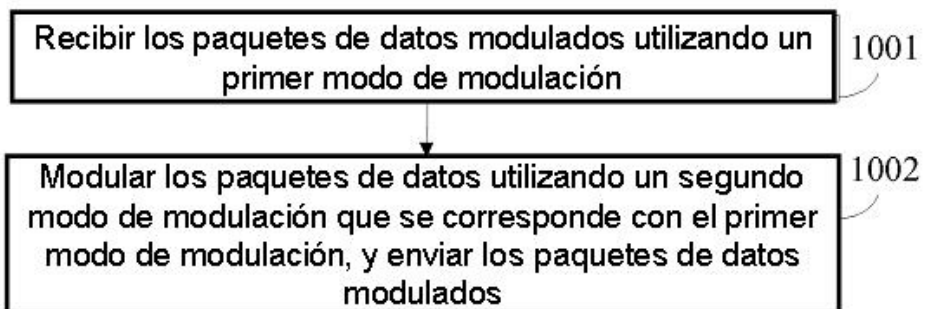


FIG. 10

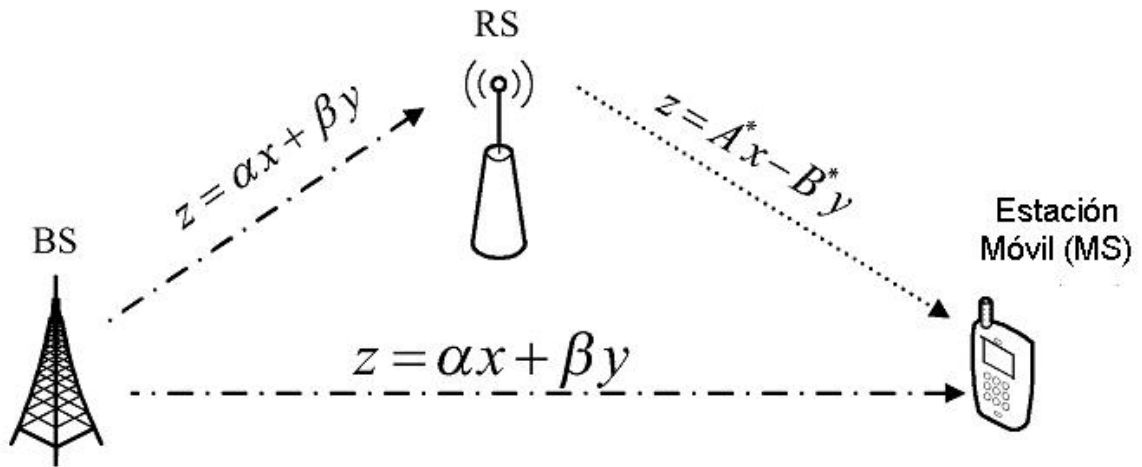


FIG. 11

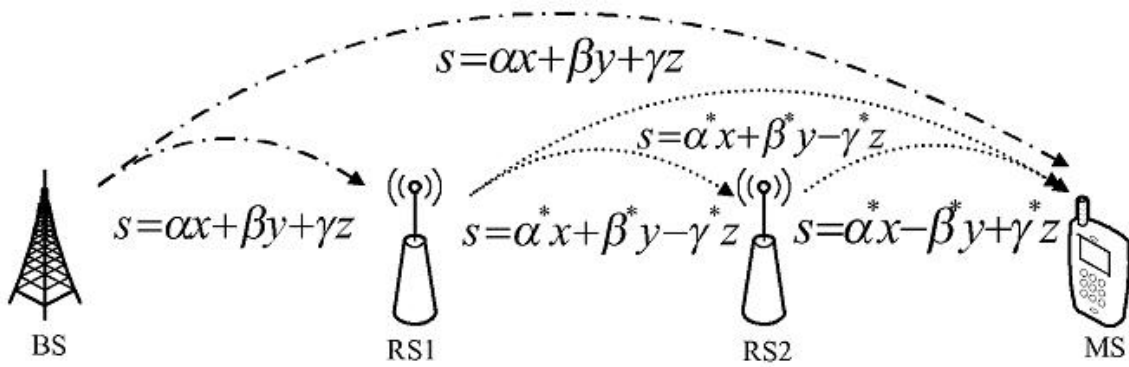


FIG. 12

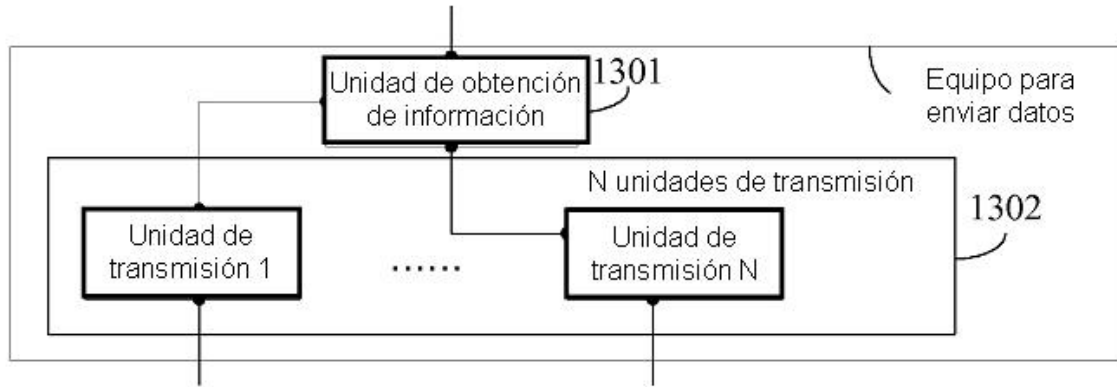


FIG. 13

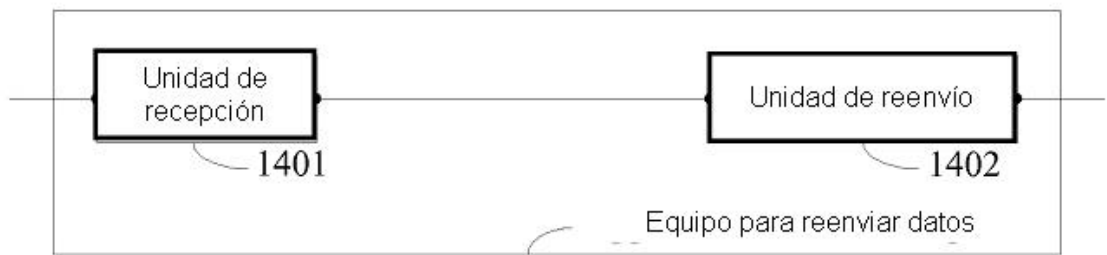


FIG. 14

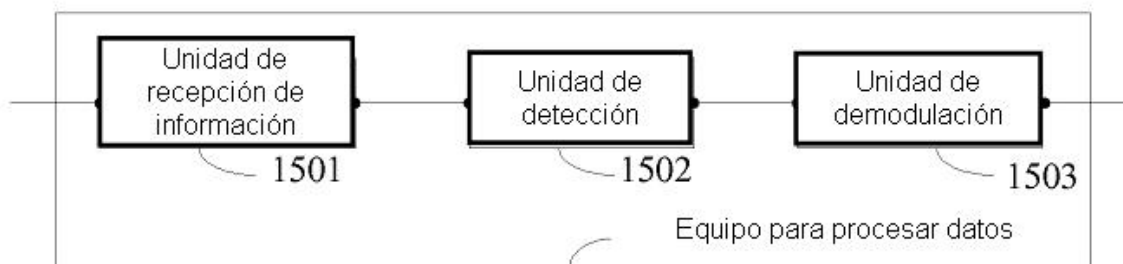


FIG. 15