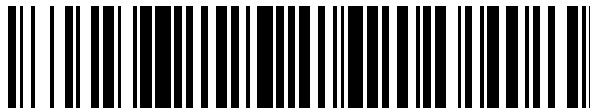


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 791 292**

51 Int. Cl.:

**H04B 7/06**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.10.2006 PCT/US2006/060286**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.05.2007 WO07051154**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.10.2006 E 06846167 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.03.2020 EP 1949560**

54 Título: **Procedimiento y aparato para precodificar un sistema de duplexado por división de frecuencia**

30 Prioridad:

**27.10.2005 US 261064**

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

**03.11.2020**

73 Titular/es:

**QUALCOMM INCORPORATED (100.0%)  
5775 Morehouse Drive  
San Diego, CA 92121, US**

72 Inventor/es:

**WANG, JIBING;  
KADOUS, TAMER y  
GORE, DHANANJAY ASHOK**

74 Agente/Representante:

**FORTEA LAGUNA, Juan José**

ES 2 791 292 T3

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

## DESCRIPCIÓN

Procedimiento y aparato para precodificar un sistema de duplexado por división de frecuencia

5 **CAMPO DE LA INVENCION**

[0001] La presente descripción se refiere, en general, a una técnica de precodificación, más concretamente, a la precodificación para un sistema de múltiples entradas y múltiples salida (MIMO) que usa un duplexado por división de frecuencia (FDD).

10

**ANTECEDENTES**

[0002] Los sistemas de comunicación inalámbrica están ampliamente implantados para proporcionar diversos tipos de contenido de comunicación, tales como voz, datos, etc. Estos sistemas pueden ser sistemas de acceso múltiple que pueden prestar soporte a una comunicación con múltiples usuarios mediante la compartición de los recursos disponibles del sistema (por ejemplo, ancho de banda y potencia de transmisión). Ejemplos de dichos sistemas de acceso múltiple incluyen sistemas de acceso múltiple por división de código (CDMA), sistemas de acceso múltiple por división de tiempo (TDMA), sistemas de acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA) y sistemas de acceso múltiple por división ortogonal de frecuencia (OFDMA).

15

20

[0003] En general, un sistema de comunicación inalámbrica de acceso múltiple puede dar soporte simultáneamente a la comunicación para múltiples terminales inalámbricos. Cada terminal se comunica con una o más estaciones base por medio de transmisiones en los enlaces directo e inverso. El enlace directo (o enlace descendente) se refiere al enlace de comunicación desde las estaciones base hasta los terminales, y el enlace inverso (o enlace ascendente) se refiere al enlace de comunicación desde los terminales hasta las estaciones base. Este enlace de comunicación puede establecerse por medio de un sistema de única entrada y única salida, un sistema de múltiples entradas y única salida o un sistema de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO).

25

[0004] Un sistema MIMO emplea múltiples ( $N_T$ ) antenas de transmisión y múltiples ( $N_R$ ) antenas de recepción para la transmisión de datos. Un canal MIMO formado por  $N_T$  antenas transmisoras y  $N_R$  antenas receptoras puede descomponerse en  $N_S$  canales independientes, que también se denominan canales espaciales, donde  $N_S \leq \min\{N_T, N_R\}$ . Cada uno de los  $N_S$  canales independientes corresponde a una dimensión. El sistema MIMO puede proporcionar un rendimiento mejorado (por ejemplo, mayor caudal de tráfico, mayor fiabilidad, mejor eficiencia espectral) si se utilizan las dimensiones adicionales creadas por las múltiples antenas de transmisión y de recepción.

30

35

[0005] Un sistema MIMO presta soporte a sistemas de duplexado por división de tiempo (TDD) y de duplexado por división de frecuencia (FDD). En un sistema TDD, las transmisiones de enlace directo y de enlace inverso están en la misma región de frecuencia, de modo que el principio de reciprocidad permite la estimación del canal de enlace directo a partir del canal de enlace inverso. Esto permite al punto de acceso extraer la ganancia por conformación de haces propios de transmisión en el enlace directo cuando múltiples antenas están disponibles en el punto de acceso. Sin embargo, en un sistema de duplexado por división de frecuencia (FDD), las transmisiones de enlace directo e inverso están en frecuencias ampliamente separadas. En consecuencia, el canal de enlace directo y el canal de enlace inverso pueden desvanecerse de forma independiente. Una consecuencia directa es que las estimaciones del canal de enlace inverso no proporcionan un conocimiento instantáneo del canal de enlace directo. Este problema se complica aún más en un sistema con múltiples antenas de transmisión y múltiples antenas de recepción, también conocido como MIMO.

40

45

[0006] Por tanto, existe la necesidad de un procedimiento de precodificación en el que el receptor transmita información del vector de haces sobre el enlace inverso y, a continuación, el transmisor use esta información para transmitir datos al receptor en la dirección preferente.

50

[0007] También se llama la atención sobre el documento WO 2006/138573 A, que da a conocer un procedimiento para el registro adaptativo, en el que un terminal de acceso ajusta el área de registro en función del modo y de su ubicación. En consecuencia, la red también ajusta su área de radiolocalización. En general, el terminal de acceso pasará de un área de registro pequeña a un área de registro grande en función de su movilidad.

55

[0008] En el documento de Jim Tomcik: "Modo de banda ancha MBFDD y MBTDD: Visión general de la tecnología", enero de 2006, páginas 1-109, se divulga una propuesta técnica completa y conforme para un sistema de acceso inalámbrico de banda ancha móvil (MBWA) que cumple con los requisitos para la futura norma IEEE 802.20. Se describen los protocolos de capa física (PHY) y de control de acceso medio (MAC) que forman parte de la especificación propuesta. La capa física usa esquemas de acceso múltiple no ortogonales y ortogonales, y admite anchos de banda de implementación de 5 MHz a 20 MHz. El sistema emplea otras técnicas avanzadas, tales como la transmisión de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO), la reutilización de frecuencias fraccional (FFR), la precodificación y el acceso múltiple por división espacial (SDMA). Los protocolos MAC están diseñados

60

65

para proporcionar múltiples niveles de calidad de servicio (QoS) y proporcionar una experiencia de usuario optimizada en un entorno móvil.

5 [0009] El documento US 2005/041750 A1 divulga sistemas y procedimientos de un sistema de comunicación inalámbrica MIMO con retroalimentación parcial. Una estación base estima las matrices de canal de las K unidades móviles y transmite un valor de índice correspondiente a cada una de las matrices de canal estimadas. Cada unidad móvil selecciona una matriz de control de potencia y una matriz de conformación de haces en función del valor de índice recibido, y transmite su flujo de datos a la estación base usando el control de potencia y la matriz de conformación de haces seleccionados. Se divulga un procedimiento para generar los conjuntos de matrices de control de potencia, matrices de conformación de haces y particiones del espacio de matrices de canal.

15 [0010] El documento US 2003/125040 A1 divulga técnicas para conseguir una mejor utilización de los recursos disponibles y un rendimiento robusto para el enlace descendente y el enlace ascendente en un sistema de MIMO de acceso múltiple. Se proporcionan técnicas para procesar datos de forma adaptativa antes de su transmisión, en función de la información del estado del canal, para adaptar más estrechamente la transmisión de datos a la capacidad del canal. Se proporcionan varias técnicas de procesamiento del receptor para procesar una transmisión de datos recibida a través de múltiples antenas en una unidad receptora. También se proporcionan esquemas de reutilización adaptativa y de reducción de energía para operar las células del sistema de tal manera que se aumente aún más la eficiencia espectral del sistema (por ejemplo, reducir la interferencia, mejorar la cobertura y conseguir un alto caudal de tráfico). Se proporcionan técnicas para programar de forma eficiente la transmisión de datos en el enlace descendente y el enlace ascendente. Los esquemas de programación se pueden diseñar para optimizar las transmisiones (por ejemplo, maximizar el caudal de tráfico) para uno o varios terminales de tal manera que se cumplan diversas limitaciones y requisitos.

## 25 BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN

[0011] De acuerdo con la presente invención, se proporciona un aparato operable en un sistema de comunicación inalámbrica como se establece en la reivindicación 1, un aparato operable en un sistema de comunicación inalámbrica como se establece en la reivindicación 7, un procedimiento de precodificación en un sistema de comunicación inalámbrica como se establece 11 en la reivindicación 11, y un procedimiento de precodificación en un sistema de comunicación inalámbrica. Los modos de realización de la invención se reivindican en las reivindicaciones dependientes.

35 [0012] En un modo de realización, un aparato comprende una pluralidad de dispositivos electrónicos, cada uno con una lógica, en el que el aparato está configurado para usar uno o más dispositivos electrónicos para determinar un valor de rango y un índice de matriz preferentes. El aparato está configurado, además, para transmitir el valor de rango y el índice de matriz a otro dispositivo electrónico.

40 [0013] En un modo de realización, un aparato comprende una pluralidad de dispositivos electrónicos, cada uno con una lógica, en el que el aparato está configurado para usar uno o más dispositivos electrónicos para recibir un mensaje que comprende un valor de rango y un índice de matriz. El aparato está configurado, además, para determinar si la matriz recibida debe usarse o descartarse.

45 [0014] Pueden apreciarse de manera más completa todas las ventajas y el alcance de la presente invención a partir de los dibujos adjuntos, la descripción y las reivindicaciones adjuntas.

## BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

50 [0015] Las características, la naturaleza y las ventajas de la presente divulgación resultarán más evidentes a partir de la descripción detallada expuesta a continuación cuando se tome junto con los dibujos, en los que caracteres de referencia similares identifican de manera correspondiente partes similares en todos ellos, y en los que:

55 la FIG. 1 ilustra un sistema de comunicación inalámbrica de acceso múltiple de acuerdo con un modo de realización;

la FIG. 2 ilustra un diagrama de bloques de un sistema de comunicación;

60 la FIG. 3 ilustran un proceso ejecutado mediante el terminal de acceso; y

la FIG. 4 ilustra un proceso ejecutado mediante el punto de acceso.

## DESCRIPCIÓN DETALLADA

65 [0016] Con referencia a la Fig. 1, se ilustra un sistema de comunicación inalámbrica de acceso múltiple de acuerdo con un modo de realización. Un punto de acceso (AP) 100 incluye múltiples grupos de antenas, uno que

incluye la 104 y la 106, otro que incluye la 108 y la 110, y otro adicional que incluye la 112 y la 114. En la Fig. 1 solo se muestran dos antenas para cada grupo de antenas, aunque puede utilizarse un número mayor o menor de antenas para cada grupo de antenas. El terminal de acceso (AT) 116 se comunica con las antenas 112 y 114, donde las antenas 112 y 114 transmiten información al terminal de acceso 116 a través del enlace directo 120 y reciben información desde el terminal de acceso 116 a través del enlace inverso 118. El terminal de acceso 122 se comunica con las antenas 106 y 108, donde las antenas 106 y 108 transmiten información al terminal de acceso 122 a través del enlace directo 126 y reciben información desde el terminal de acceso 122 a través del enlace inverso 124. En un sistema FDD, los enlaces de comunicación 118, 120, 124 y 126 pueden usar diferentes frecuencias de portadora para la comunicación. Por ejemplo, el enlace directo 120 puede usar una frecuencia de portadora diferente a la usada por el enlace inverso 118.

**[0017]** Cada grupo de antenas y/o el área en la que están diseñadas para comunicarse se denomina a menudo sector del punto de acceso. En el modo de realización, cada grupo de antenas está diseñado para comunicarse con terminales de acceso en un sector de las áreas cubiertas por el punto de acceso 100.

**[0018]** En la comunicación a través de los enlaces directos 120 y 126, las antenas transmisoras del punto de acceso 100 utilizan la conformación de haces propios para mejorar la eficiencia espectral de los enlaces directos para los diferentes terminales de acceso 116 y 124. Asimismo, un punto de acceso que usa conformación de haces propios para transmitir a terminales de acceso dispersados aleatoriamente por su cobertura causa menos interferencia en los terminales de acceso en células vecinas que un punto de acceso que transmite a través de una única antena a todos sus terminales de acceso.

**[0019]** Un punto de acceso puede ser una estación fija usada para la comunicación con los terminales y también puede denominarse punto de acceso, nodo B, o utilizar otra terminología. Un terminal de acceso también puede denominarse terminal móvil, equipo de usuario (UE), dispositivo de comunicación inalámbrica, terminal, terminal de acceso o utilizar otra terminología.

**[0020]** La FIG. 2 es un diagrama de bloques de un modo de realización de un sistema transmisor 210 (también conocido como punto de acceso) y un sistema receptor 250 (también conocido como terminal de acceso) en un sistema MIMO 200. En el sistema transmisor 210, los datos de tráfico para un cierto número de flujos de datos se proporcionan desde una fuente de datos 212 a un procesador de datos de transmisión (TX) 214.

**[0021]** En un modo de realización, cada flujo de datos se transmite a través de una respectiva antena transmisora. El procesador de datos de TX 214 formatea, codifica e intercala los datos de tráfico para cada flujo de datos basándose en un esquema de codificación particular seleccionado para que ese flujo de datos proporcione datos codificados. En algunos modos de realización, el procesador de datos de TX 214 aplica ponderaciones de conformación de haces propios a los símbolos de los flujos de datos usando una matriz de precodificación.

**[0022]** Los datos codificados para cada flujo de datos se pueden multiplexar con datos piloto usando técnicas OFDM. Los datos piloto son típicamente un patrón de datos conocido que se procesa de una manera conocida y que se puede usar en el sistema receptor para estimar la respuesta de canal. Los datos piloto y codificados multiplexados para cada flujo de datos se modulan a continuación (es decir, se correlacionan con símbolos) en base a un sistema de modulación en particular (por ejemplo, BPSK, QPSK, M-PSK o M-QAM) seleccionado para ese flujo de datos para proporcionar símbolos de modulación. La velocidad de transferencia de datos, la codificación y la modulación para cada flujo de datos pueden determinarse mediante instrucciones realizadas por el procesador 230.

**[0023]** Los símbolos de modulación para todos los flujos de datos se proporcionan a continuación a un procesador MIMO de TX 220, que puede procesar todavía más los símbolos de modulación (por ejemplo, para OFDM). El procesador MIMO de TX 220 proporciona a continuación  $N_T$  flujos de símbolos de modulación a  $N_T$  transmisores (TMTR) 222a a 222t. En determinados modos de realización, el procesador MIMO de TX 220 aplica ponderaciones de conformación de haces propios a los símbolos de los flujos de datos y a la antena desde la cual se está transmitiendo el símbolo. Estas ponderaciones de conformación de haces propios se determinan usando una de una pluralidad de antenas por matriz de capas, que se puede recuperar de la memoria 232.

**[0024]** Cada transmisor 222 recibe y procesa un flujo de símbolos respectivo para proporcionar una o más señales analógicas, y acondiciona todavía más las señales analógicas (por ejemplo, las amplifica, filtra y aumenta su frecuencia) para proporcionar una señal modulada adecuada para su transmisión a través del canal MIMO.  $N_T$  señales moduladas de los transmisores 222a a 222t se transmiten entonces desde  $N_T$  antenas 224a a 224t, respectivamente.

**[0025]** En el sistema receptor 250, las señales moduladas transmitidas se reciben mediante  $N_R$  antenas 252a a 252r, y la señal recibida desde cada antena 252 se proporciona a un receptor (RCVR) respectivo 254a a 254r. Cada receptor 254 acondiciona (por ejemplo, filtra, amplifica y reduce en frecuencia) una respectiva señal recibida, digitaliza la señal acondicionada para proporcionar muestras y procesa aún más las muestras para proporcionar un flujo de símbolos "recibido" correspondiente.

**[0026]** Un procesador de datos de RX 260 entonces recibe y procesa los  $N_R$  flujos de símbolos recibidos desde  $N_R$  receptores 254 basándose en una técnica de procesamiento de receptor particular para proporcionar aproximadamente  $N_T$  flujos de símbolos "detectados". A continuación, el procesador de datos de RX 260 demodula, desintercala y descodifica cada flujo de símbolos detectado para recuperar los datos de tráfico para el flujo de datos. El procesamiento mediante el procesador de datos de RX 260 es complementario al realizado por el procesador MIMO de TX 220 y el procesador de datos de TX 214 en el sistema transmisor 210.

**[0027]** Un procesador 270 determina periódicamente qué matriz de precodificación va a usar (analizado más adelante). El procesador 270 formula un mensaje de enlace inverso que comprende una parte de índice de matriz y una parte de valor de rango. El mensaje de enlace inverso puede comprender diversos tipos de información con respecto al enlace de comunicación y/o al flujo de datos recibido. A continuación, el mensaje de enlace inverso se procesa mediante un procesador de datos de TX 238, que también recibe datos de tráfico para una pluralidad de flujos de datos desde una fuente de datos 236, se modula mediante un modulador 280, se acondiciona mediante los transmisores 254a a 254r y se transmite de vuelta al sistema transmisor 210.

**[0028]** En el sistema transmisor 210, las señales moduladas del sistema receptor 250 se reciben mediante las antenas 224, se acondicionan mediante los receptores 222, se demodulan mediante un demodulador 240 y se procesan mediante un procesador de datos de RX 242 para extraer el mensaje de enlace inverso transmitido mediante el sistema receptor 250. A continuación, el procesador 230 determina qué matriz de precodificación va a usar para determinar las ponderaciones de conformación de haces propios y, a continuación, procesa el mensaje extraído.

**[0029]** Mientras que la Fig. 2 analiza un sistema MIMO, el mismo sistema puede aplicarse a un sistema de múltiples entradas y única salida, en el que múltiples antenas transmisoras, por ejemplo, las de una estación base, transmiten una secuencia de símbolos a un solo dispositivo de antena, por ejemplo, estación móvil. Además, se puede utilizar un sistema de antena de salida única a entrada única de la misma manera que se describe con respecto a la Fig. 2.

**[0030]** En un sistema MIMO que permite la precodificación, se usa un conjunto de matrices de precodificación para la conformación de haces propios. Se generan  $2^N$  matrices (N es el número de bits usados, por ejemplo 6), siendo cada matriz de  $M \times L$ , donde M es el número de antenas y L es el número de capas (también denominado rango). Cada entrada de  $M \times L$  presenta la ponderación de conformación de haces propios usada por el sistema transmisor (también denominado punto de acceso). En general, antes de la implementación del sistema, estas matrices se calculan y se almacenan tanto en el terminal de acceso como en la memoria del punto de acceso. En un aspecto, estas matrices se pueden actualizar en tiempo real durante un período de tiempo. Además, se asigna a cada matriz un número de índice. Cuando el AT 116 desea solicitar el uso de una matriz, el AT 116 simplemente transmite el índice de matriz. En función del sistema implementado, se pueden usar 6 bits para indexar la matriz, indexando así 64 matrices. Se debe señalar que el número de bits usados para la indexación varía en función del deseo del operador del sistema de usar más o menos de 64 matrices.

**[0031]** La FIG. 3 ilustra un proceso 300, ejecutado mediante el procesador del AT 270. En el bloque 302, el procesador ejecuta una lógica de determinación de rango para determinar el valor de rango que se debe proporcionar al AP. Este valor de rango se determina basándose en varios factores, por ejemplo, mediciones de estimación de canal, cantidad de interferencia o la geometría del AT 116 (es decir, el número de antenas, las disposiciones de las antenas, etc.). En 304, el procesador 270 ejecuta una lógica de determinación de matriz para determinar una matriz de precodificación. Esta matriz se determina basándose, por ejemplo, en la eficiencia espectral más alta que se admite. El valor de rango y la matriz de precodificación también se pueden determinar conjuntamente. Por ejemplo, el procesador recorre todos los rangos posibles y calcula la posible eficiencia espectral basándose en una matriz concreta asociada con cada rango. A continuación, el procesador selecciona el rango y la matriz que proporcionan la eficiencia espectral más alta.

**[0032]** En el bloque 306, el procesador 270 ejecuta una lógica de construcción de mensajes para generar un mensaje que tiene una parte de índice de matriz (por ejemplo, 6 bits) y una parte de rango (por ejemplo, 2 bits para MIMO 4x4). La parte de índice de matriz se usa para proporcionar el índice de matriz asociado con la matriz seleccionada. La parte de rango se usa para proporcionar el valor de rango preferente que debe usar el AT. En función del sistema implementado, si se usa un valor de rango más bajo, entonces los índices para las matrices asociadas con el valor de rango más bajo serán tales que no se usarán los 6 bits de la parte de índice de matriz. Por ejemplo, esto se puede conseguir indexando las matrices de precodificación de tal manera que un grupo seleccionado de matrices solo ocupe una parte de índice de matriz de 3 bits para una capa 1. Lo que significa que, para la capa 1, el rango para el índice de matriz es  $0 - 2^{**3} - 1$ . Si se implementa este tipo de sistema, entonces el AP 100 determinará en primer lugar el valor de rango y solo procesará los bits necesarios para determinar el índice de la matriz de precodificación. En el bloque 308, el procesador 270 ejecuta una lógica de transmisión para transmitir el mensaje construido en el bloque 306 en el enlace inverso.

**[0033]** La FIG. 4 ilustra un proceso 400, ejecutado mediante el procesador 230 del AP. En el bloque 402, el procesador 230 ejecuta una lógica de procesamiento de mensajes de precodificación para procesar un mensaje recibido en el enlace inverso que comprende una parte de índice de matriz y una parte de rango. Este mensaje se recibe periódicamente, por lo que la lógica de procesamiento de mensajes de precodificación se ejecuta periódicamente. En el bloque 404, el procesador 230 determina si se recibieron un índice de matriz y un valor de rango adecuados en el enlace inverso. En función del estado del entorno, el mensaje que contiene el índice de matriz y el valor de rango puede haberse borrado o no haber llegado correctamente al AP, o haberse corrompido. Se pueden usar varios procedimientos para autenticar que el AP 100 ha recibido un mensaje apropiado en el enlace inverso. Si se determina, en el bloque 404, que el mensaje no se autenticó o que la parte de índice de matriz no se autenticó, entonces, en el bloque 406, el AP 100 selecciona una matriz de precodificación apropiada. El AP 100 continuará usando la matriz actual o seleccionará una nueva matriz si el procesador 230 determina que la matriz actual ya no es válida. El procesador 230 puede usar algunos procedimientos/umbrales predeterminados almacenados en la memoria 232 para seleccionar una matriz o seleccionar aleatoriamente una matriz de la memoria 232.

**[0034]** Sin embargo, si se determina, en el bloque 404, que se recibió y se autenticó un mensaje que comprende información de índice y rango de matriz, entonces, en el bloque 408, el procesador 230 ejecuta la lógica de extracción para extraer la información de rango y determina el valor de rango. En el bloque 410, el procesador 230 ejecuta la lógica de extracción de mensajes para extraer los bits de índice de la matriz de precodificación. En un modo de realización, después de la extracción, se demodulan todos los bits que forman la parte de índice de matriz para determinar el índice de la matriz. En otro modo de realización, el procesador 230 usa el valor de rango, determinado en el bloque 408, para determinar el número de bits de la parte de índice de matriz que se deben demodular. Por ejemplo, si el valor de rango es 1, todas las matrices asociadas con valor de rango 1 pueden variar de 0 a 3 (por ejemplo, 00000 a 000011). Por tanto, solo se demodulan los bits que se necesitan para interpretar el valor de rango alto, en este caso 3. En este ejemplo, solo sería necesario demodular los dos bits menos significativos de la porción de índice de matriz. Se ignoran otros bits que se usan para otros fines, tales como proporcionar datos. Una vez que se demodulan los bits apropiados y se obtiene un índice de matriz, en el bloque 412, el procesador 230 ejecuta la lógica de uso de matriz para determinar si se puede usar la matriz asociada con el índice de matriz obtenido. En un sistema multiusuario, el AP 100 recibe las peticiones de precodificación de varios usuarios. El AP 100 dispone de criterios predeterminados para determinar el uso de una matriz en concreto. En un aspecto, el AP 100 puede determinar si una matriz solicitada se puede usar o no basándose en el estado actual de cada usuario. En el bloque 414, si se determina que la matriz asociada con el índice de matriz recibido no se puede usar, entonces el procesador 230 ejecuta una lógica de selección de matriz alternativa para seleccionar otra matriz para la conformación de haces propios. Por el contrario, en el bloque 416, el procesador 230 usa la matriz asociada con el índice de matriz extraído para la conformación de haces propios.

**[0035]** Las técnicas descritas en el presente documento se pueden implementar mediante diversos medios. Por ejemplo, estas técnicas se pueden implementar en hardware, en software o en una combinación de los mismos. Para una implementación de hardware, las unidades de procesamiento (por ejemplo, el procesador 230 y 270, los procesadores de TX y RX 214 y 260, etc.) para estas técnicas pueden implementarse dentro de uno o más dispositivos electrónicos, tales como circuitos integrados específicos de la aplicación (ASIC), procesadores de señales digitales (DSP), dispositivos de procesamiento de señales digitales (DSPD), dispositivos lógicos programables (PLD), matrices de puertas programables por campo (FPGA), procesadores, controladores, microcontroladores, microprocesadores, otras unidades electrónicas diseñadas para llevar a cabo las funciones descritas en el presente documento, o una combinación de los mismos.

**[0036]** En una implementación en software, las técnicas descritas en el presente documento pueden implementarse con módulos (por ejemplo, procedimientos, funciones, etc.) que lleven a cabo las funciones descritas en el presente documento. Los códigos de software se pueden almacenar en unidades de memoria (por ejemplo, la memoria 232 y 272 de la FIG. 2) y ejecutar mediante procesadores (por ejemplo, los controladores 230). La unidad de memoria se puede implementar dentro del procesador o ser externa al procesador, pudiéndose acoplar en este caso de forma comunicativa al procesador por medio de diversos medios, como se conoce en la técnica.

**[0037]** Los encabezados se incluyen en el presente documento como referencia y para facilitar la localización de ciertas secciones. Estos encabezados no pretenden limitar el alcance de los conceptos descritos bajo los mismos, y estos conceptos pueden tener aplicabilidad en otras secciones a lo largo de toda la memoria descriptiva.

**[0038]** La descripción anterior de los modos de realización divulgados se proporciona para permitir que cualquier experto en la técnica realice o use la presente invención. Diversas modificaciones de estos modos de realización resultarán fácilmente evidentes a los expertos en la materia y los principios genéricos definidos en el presente documento pueden aplicarse a otros modos de realización sin apartarse de la presente invención. Por tanto, la presente invención no se pretende limitar a los modos de realización mostrados en el presente documento, sino que se le ha de conceder el alcance más amplio consecuente con los principios y características novedosos divulgados en el presente documento.

**REIVINDICACIONES**

- 5           1.   Aparato (116, 122) operable en un sistema de comunicación inalámbrica de múltiples entradas y múltiples salidas, MIMO, comprendiendo el aparato (116, 122):

                  medios para determinar (270) un valor de rango;

                  medios para determinar (270) un índice de matriz, en el que dicho índice de matriz denota una matriz de precodificación usada para la conformación de haces propios y asociada con el valor de rango; y

10           medios para transmitir (254a-254r) un mensaje de enlace inverso que comprende dicho índice de matriz y dicho valor de rango.
- 15           2.   Aparato (116, 122), de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dichos medios para determinar (270) dicho valor de rango comprenden medios para medir (270) estimaciones de canal.
3.   Aparato (116, 122), de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dichos medios para determinar (270) dicho valor de rango comprenden medios para medir (270) la cantidad de interferencia.
- 20           4.   Aparato (116, 122), de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dichos medios para determinar (270) dicho índice de matriz comprenden medios para usar (270) dicho valor de rango determinado.
5.   Aparato (116, 122), de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dichos medios para determinar (270) dicho índice de matriz comprenden medios para analizar (270) cada matriz de una pluralidad de matrices almacenadas en la memoria (272).

25
6.   Aparato (116, 122), de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dichos medios para determinar (270) dicho índice de matriz comprenden medios para seleccionar (270) la eficiencia espectral más alta.
- 30           7.   Aparato (100) operable en un sistema de comunicación inalámbrica de múltiples entradas y múltiples salidas, MIMO, comprendiendo el aparato (100):

                  medios para recibir (222a-222r) un mensaje de enlace inverso que comprende un valor de rango y un índice de matriz, en el que dicho índice de matriz denota una matriz de precodificación usada para la conformación de haces propios y asociada con el valor de rango;

35           medios para extraer (230) una matriz que comprende valores de ponderación de conformación de haces usando dicho valor de rango y dicho índice de matriz; y

40           medios para determinar (230) si se debe usar dicha matriz extraída.
8.   Aparato (100), de acuerdo con la reivindicación 7, que comprende, además, medios para extraer (100) dicho índice de matriz usando dicho valor de rango recibido.
- 45           9.   Aparato (100), de acuerdo con la reivindicación 7, que comprende, además, medios para determinar (230) el número de bits a demodular para determinar dicho índice de matriz.
10.   Aparato (100), de acuerdo con la reivindicación 9, en el que los medios para determinar (230) el número de bits que se deben demodular comprenden medios para analizar (230) dicho valor de rango.

50
11.   Procedimiento de precodificación en un sistema de comunicación inalámbrica de múltiples entradas y múltiples salidas, MIMO, comprendiendo el procedimiento:

                  determinar un valor de rango (302);

55           determinar un índice de matriz (304), en el que dicho índice de matriz denota una matriz de precodificación usada para la conformación de haces propios y asociada con el valor de rango; y

                  transmitir un mensaje de enlace inverso (308) que comprende dicho índice de matriz y dicho valor de rango.

60
12.   Procedimiento, de acuerdo con la reivindicación 11, en el que dicha determinación de dicho valor de rango (302) comprende la medición de estimaciones de canal.
- 65           13.   Procedimiento, de acuerdo con la reivindicación 11, en el que dicha determinación de dicho valor de rango (302) comprende la medición de la cantidad de interferencia.

14. Procedimiento, de acuerdo con la reivindicación 11, en el que dicha determinación de dicho índice de matriz (304) comprende usar dicho valor de rango determinado.
- 5 15. Procedimiento, de acuerdo con la reivindicación 11, en el que dicha determinación de dicho índice de matriz (304) comprende analizar cada matriz de una pluralidad de matrices almacenadas en memoria.
16. Procedimiento, de acuerdo con la reivindicación 11, en el que dicha determinación de dicho índice de matriz (304) comprende seleccionar la eficiencia espectral más alta.
- 10 17. Procedimiento de precodificación en un sistema de comunicación inalámbrica de múltiples entradas y múltiples salidas, MIMO, comprendiendo el procedimiento:
- 15 recibir un mensaje de enlace inverso que comprende un valor de rango y un índice de matriz (404), en el que dicho índice de matriz denota una matriz de precodificación usada para la conformación de haces propios y asociada con el valor de rango;
- 20 extraer (408) una matriz que comprende valores de ponderación de conformación de haces usando dicho valor de rango y dicho índice de matriz; y
- determinar (412) si se debe usar dicha matriz extraída.
18. Procedimiento, de acuerdo con la reivindicación 17, que comprende, además, extraer (408) dicho índice de matriz usando dicho valor de rango recibido.
- 25 19. Procedimiento, de acuerdo con la reivindicación 17, que comprende, además, determinar el número de bits que se deben demodular para determinar dicho índice de matriz.
- 30 20. Procedimiento, de acuerdo con la reivindicación 19, en el que determinar el número de bits que se deben demodular comprende analizar dicho valor de rango.



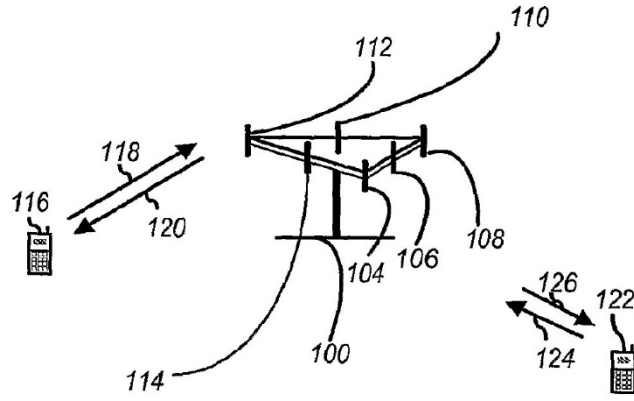


Fig. 1

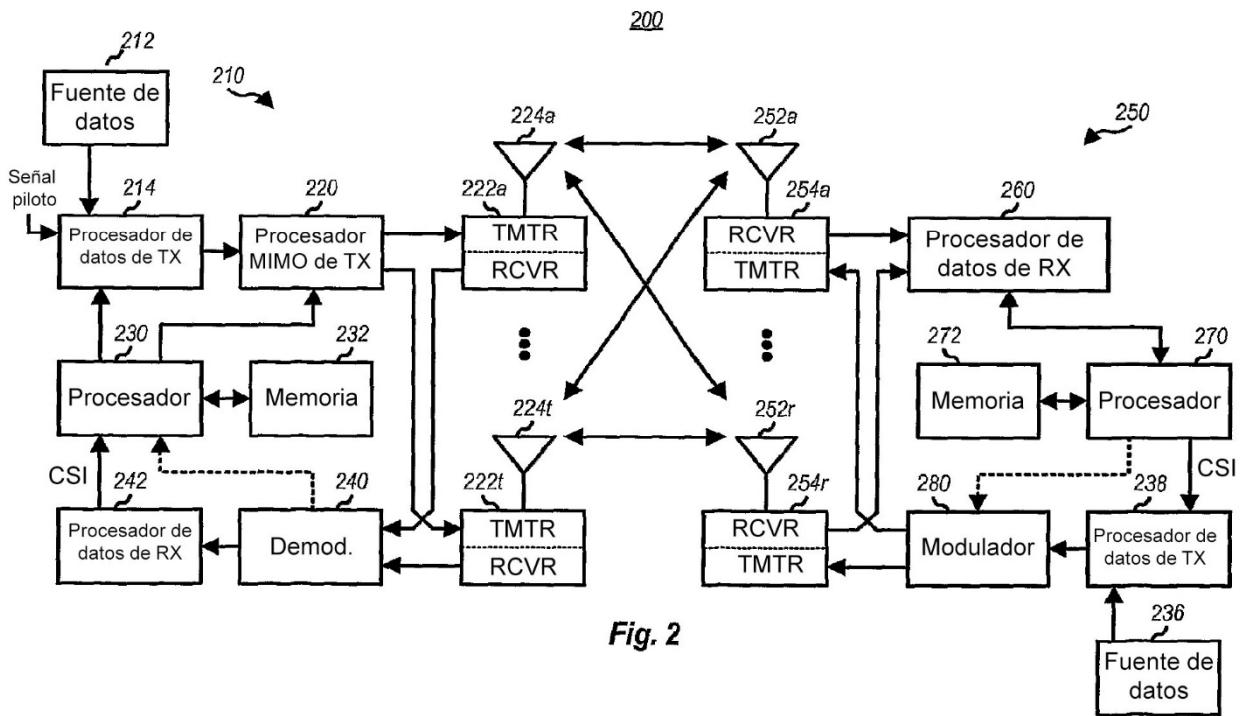


Fig. 2

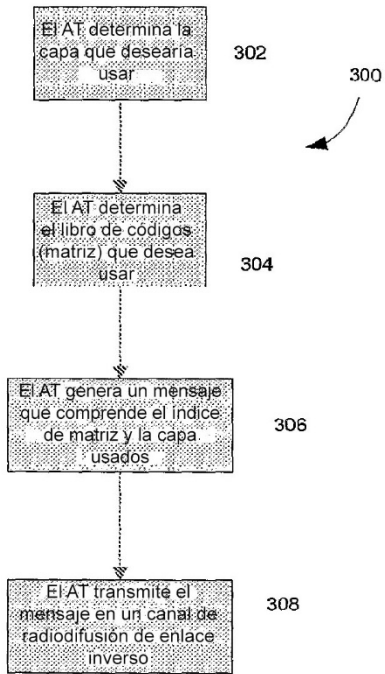


FIG 3

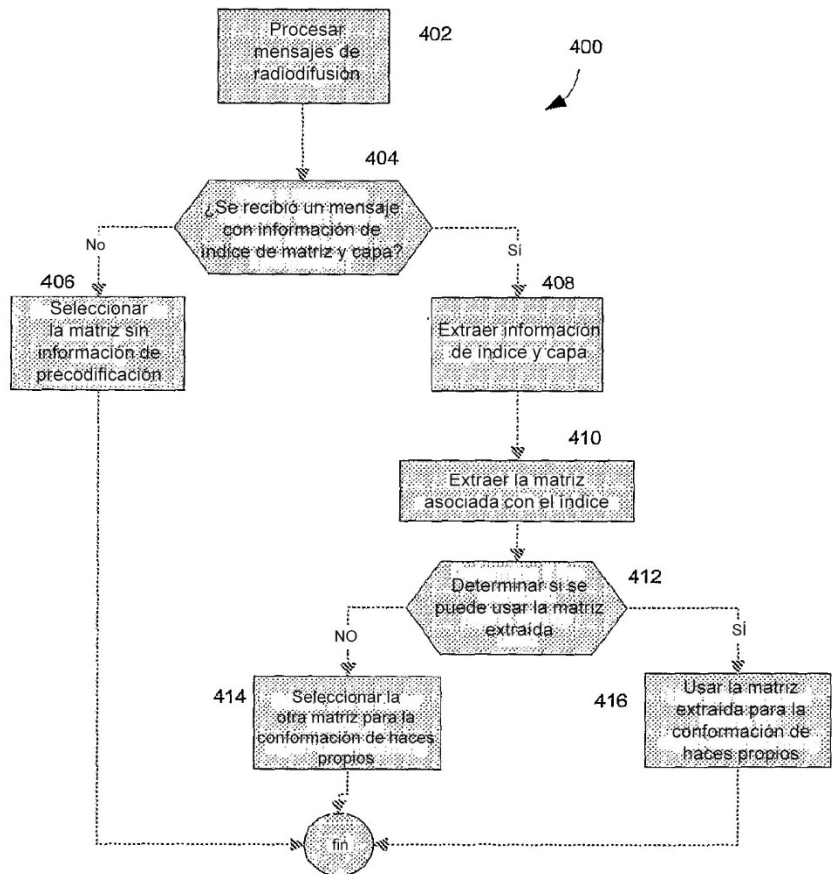


FIG 4