

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 738 503**

51 Int. Cl.:

**H04L 25/03** (2006.01)

**H04L 1/00** (2006.01)

**H04L 1/06** (2006.01)

**H04B 7/06** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.09.2011 PCT/US2011/050854**

87 Fecha y número de publicación internacional: **15.03.2012 WO12033931**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.09.2011 E 11758632 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.04.2019 EP 2614609**

54 Título: **Marco de retroalimentación unificada para la mejora de MU-MIMO basándose en la indicación de los emparejamientos de precodificadores preferentes**

30 Prioridad:

**07.09.2011 US 201113227322**

**04.10.2010 US 389480 P**

**08.09.2010 US 380804 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**23.01.2020**

73 Titular/es:

**QUALCOMM INCORPORATED (100.0%)**

**5775 Morehouse Drive**

**San Diego, CA 92121 , US**

72 Inventor/es:

**GEIRHOFER, STEFAN y**

**GAAL, PETER**

74 Agente/Representante:

**FORTEA LAGUNA, Juan José**

ES 2 738 503 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

Marco de retroalimentación unificada para la mejora de MU-MIMO basándose en la indicación de los emparejamientos de precodificadores preferentes

5

## ANTECEDENTES

## Campo

[0001] Ciertos aspectos de la presente divulgación se refieren en general a comunicaciones inalámbricas y, más particularmente, a un procedimiento de generación de un marco de retroalimentación unificada para la mejora de múltiples entradas y múltiples salidas de múltiples usuarios (MU-MIMO) basándose en la indicación de emparejamientos de precodificador preferentes.

## 15 Antecedentes

[0002] Los sistemas de comunicación inalámbrica se han desplegado ampliamente para proporcionar varios tipos de contenido de comunicación, tales como voz, datos, etc. Estos sistemas pueden ser sistemas de acceso múltiple capaces de soportar una comunicación con múltiples usuarios mediante la compartición de los recursos disponibles del sistema (por ejemplo, ancho de banda y potencia de transmisión). Entre los ejemplos de dichos sistemas de acceso múltiple se 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), sistemas de evolución a largo plazo (LTE) del Proyecto de Asociación de 3.<sup>a</sup> Generación (3GPP), sistemas de evolución a largo plazo avanzada (LTE-A) y sistemas de acceso múltiple por división ortogonal de frecuencia (OFDMA).

20

[0003] En general, un sistema de comunicación inalámbrica de acceso múltiple puede soportar simultáneamente comunicaciones para múltiples terminales inalámbricos. Cada terminal se comunica con una o más estaciones base mediante 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 a través de un sistema de única entrada y única salida, de múltiples entradas y única salida o de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO).

30

[0004] Un sistema MIMO emplea múltiples ( $N_T$ ) antenas transmisoras y múltiples ( $N_R$ ) antenas receptoras para la transmisión de datos. Un canal MIMO formado por las  $N_T$  antenas de transmisión y las  $N_R$  antenas de recepción 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, un mayor caudal y/o una mayor fiabilidad) si se utilizan las dimensiones adicionales creadas por las múltiples antenas transmisoras y receptoras.

35

[0005] Un sistema MIMO soporta funcionamiento de duplexado por división de tiempo (TDD) y duplexado por división de frecuencia (FDD). En un sistema de TDD, las transmisiones de enlace directo y de enlace inverso están en la misma región de frecuencia, de modo que el principio de reciprocidad puede permitir la estimación del canal de enlace directo a partir del canal de enlace inverso. En ambos sistemas, FDD y TDD, se puede usar una retroalimentación enviada desde el terminal de usuario entre otros procedimientos para transmitir información de estado del canal a una estación base. La información de estado del canal en la estación base le permite extraer una ganancia de formación de haces de transmisión en el enlace directo cuando múltiples antenas están disponibles en la estación base.

45

[0006] Las mejoras de múltiples entradas y múltiples salidas de múltiples usuarios (MU-MIMO) se consideran un aspecto importante de la versión 10 de LTE. Como tal, se han estudiado ampliamente las mejoras en los informes de retroalimentación, y se demostró que los informes precisos de retroalimentación pueden ser uno de los habilitadores clave para el funcionamiento eficiente de MU-MIMO y el cambio dinámico de un único usuario/múltiples usuarios (SU/MU). Un aspecto importante de estos estudios fue determinar si el funcionamiento MU-MIMO se debe facilitar o no a través de informes de retroalimentación adicionales, o si el informe de múltiples entradas y múltiples salidas de un único usuario (SU-MIMO) de la información de la matriz de precodificación (PMI) proporciona un rendimiento suficiente.

55

[0007] En la técnica anterior, el documento US2009/0097586 describe un procedimiento para recibir información de retroalimentación mediante una red de acceso en un sistema de comunicación de datos de paquetes inalámbrico que soporta un modo de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO) de un único usuario y un modo MIMO de múltiples usuarios.

60

[0008] El documento US2008/101498 describe un procedimiento para recibir información de retroalimentación mediante una red de acceso en un sistema de comunicación de datos por paquetes inalámbrica que soporta un modo de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO) de un único usuario y un modo MIMO de múltiples usuarios.

65

**[0009]** El documento WO2008/147121 describe un procedimiento para la retroalimentación y transmisión de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO) de múltiples usuarios (MU) en un sistema de comunicación inalámbrica.

5 **[0010]** El documento US2008/013610 describe un procedimiento para hacer funcionar un receptor y un transmisor. El receptor incluye una parte del generador de retroalimentación configurada para proporcionar un indicador de calidad de canal que retroalimenta al transmisor, en el que el indicador de calidad de canal corresponde a al menos un rango de transmisión.

**SUMARIO**

10 **[0011]** Determinados aspectos de la presente divulgación proporcionan un procedimiento para comunicaciones inalámbricas. El procedimiento en general incluye generar, en un primer dispositivo de usuario, un informe de retroalimentación con una estructura unificada para comunicaciones de un único usuario (SU) y de múltiples usuarios (MU), en el que una capa indicada en el informe de retroalimentación está asociada con una transmisión anticipada mediante un aparato de planificación a un segundo dispositivo de usuario realizada simultáneamente con otra transmisión anticipada mediante el aparato de planificación al primer dispositivo de usuario, y transmitir el informe de retroalimentación al aparato de planificación.

20 **[0012]** Determinados aspectos de la presente divulgación se refieren a un primer dispositivo de usuario para comunicaciones inalámbricas. El primer dispositivo de usuario en general incluye medios para generar un informe de retroalimentación con una estructura unificada para comunicaciones de un único usuario (SU) y de múltiples usuarios (MU), en el que una capa indicada en el informe de retroalimentación está asociada con una transmisión anticipada mediante un aparato de planificación a un segundo dispositivo de usuario realizada simultáneamente con otra transmisión anticipada mediante el aparato de planificación al primer dispositivo de usuario, y medios para transmitir el informe de retroalimentación al aparato de planificación.

30 **[0013]** Determinados aspectos de la presente divulgación se refieren a un primer dispositivo de usuario para comunicaciones inalámbricas. El primer dispositivo de usuario en general incluye un primer circuito configurado para generar un informe de retroalimentación con una estructura unificada para comunicaciones de un único usuario (SU) y de múltiples usuarios (MU), en el que una capa indicada en el informe de retroalimentación está asociada con una transmisión anticipada mediante un aparato de planificación a un segundo dispositivo de usuario realizada simultáneamente con otra transmisión anticipada mediante el aparato de planificación al primer dispositivo de usuario, y un transmisor configurado para transmitir el informe de retroalimentación al aparato de planificación.

35 **[0014]** Ciertos aspectos de la presente divulgación proporcionan un medio legible por ordenador que contiene instrucciones ejecutables para comunicaciones inalámbricas. Las instrucciones ejecutables en general incluyen instrucciones para generar, en un primer dispositivo de usuario, un informe de retroalimentación con estructura unificada para comunicaciones de un único usuario (SU) y de múltiples usuarios (MU), en el que una capa indicada en el informe de retroalimentación está asociada con una transmisión anticipada mediante un aparato de planificación a un segundo dispositivo de usuario realizada simultáneamente con otra transmisión anticipada mediante el aparato de planificación al primer dispositivo de usuario, y transmitir el informe de retroalimentación al aparato de planificación.

45 **[0015]** Ciertos aspectos de la presente divulgación proporcionan un punto de acceso. El terminal de acceso en general incluye al menos una antena, un primer circuito configurado para generar un informe de retroalimentación con una estructura unificada para comunicaciones de un único usuario (SU) y de múltiples usuarios (MU), en el que una capa indicada en el informe de retroalimentación está asociada con una transmisión anticipada mediante un punto de acceso a otro terminal de acceso realizada simultáneamente con otra transmisión anticipada mediante el aparato de planificación al terminal de acceso, y un transmisor configurado para transmitir, a través de al menos una antena, el informe de retroalimentación al punto de acceso.

50 **[0016]** Determinados aspectos de la presente divulgación proporcionan un procedimiento para comunicaciones inalámbricas. El procedimiento en general incluye recibir, en un aparato de planificación de una pluralidad de aparatos, informes de retroalimentación con estructura unificada para comunicaciones de un único usuario (SU) y de múltiples usuarios (MU), e identificar, basándose en los informes de retroalimentación, al menos dos de los aparatos para posibles transmisiones simultáneas desde el aparato de planificación a los al menos dos aparatos, en el que la información en el primero de los informes de retroalimentación transmitida desde el primero de los al menos dos aparatos coincide con la información en un segundo de los informes de retroalimentación transmitida desde el segundo de los al menos dos aparatos.

60 **[0017]** Determinados aspectos de la presente divulgación proporcionan un aparato para comunicaciones inalámbricas. El aparato en general incluye medios para recibir, desde una pluralidad de aparatos, informes de retroalimentación con estructura unificada para comunicaciones de un único usuario (SU) y de múltiples usuarios (MU), y medios para identificar, basándose en los informes de retroalimentación, al menos dos de los aparatos para posibles transmisiones simultáneas desde el aparato a al menos dos aparatos, en el que la información en un primero de los informes de retroalimentación transmitida desde uno de los al menos dos aparatos coincide con la información en un segundo de los informes de retroalimentación transmitida desde un segundo de los al menos dos aparatos.

[0018] Determinados aspectos de la presente divulgación proporcionan un aparato para comunicaciones inalámbricas. El aparato en general incluye un receptor configurado para recibir, desde una pluralidad de aparatos, informes de retroalimentación con estructura unificada para comunicaciones de un único usuario (SU) y de múltiples usuarios (MU), y un primer circuito configurado para identificar, basándose en los informes de retroalimentación, al menos dos de los aparatos para posibles transmisiones simultáneas desde el aparato a al menos dos aparatos, en el que la información en uno de los primeros informes de retroalimentación transmitida desde uno de los al menos dos aparatos coincide con la información en un segundo de los informes de retroalimentación transmitida desde un segundo de los al menos dos aparatos.

[0019] Ciertos aspectos de la presente divulgación proporcionan un medio legible por ordenador que contiene instrucciones ejecutables para comunicaciones inalámbricas. Las instrucciones ejecutables en general incluyen instrucciones para recibir, en un aparato de planificación de una pluralidad de aparatos, informes de retroalimentación con estructura unificada para comunicaciones de un único usuario (SU) y de múltiples usuarios (MU), e identificar, basándose en los informes de retroalimentación, al menos dos de los aparatos para posibles transmisiones simultáneas desde el aparato de planificación a los al menos dos aparatos, en el que la información en uno de los primeros informes de retroalimentación transmitida desde un primero de los al menos dos aparatos coincide con la información en un segundo de los informes de retroalimentación transmitida desde un segundo de los al menos dos aparatos.

[0020] Ciertos aspectos de la presente divulgación proporcionan un punto de acceso. El punto de acceso en general incluye al menos una antena, un receptor configurado para recibir, desde una pluralidad de terminales de acceso a través de la al menos una antena, informes de retroalimentación con estructura unificada para comunicaciones de un único usuario (SU) y de múltiples usuarios (MU), y un primer circuito configurado para identificar, basándose en los informes de retroalimentación, al menos dos de los terminales de acceso para posibles transmisiones simultáneas desde el punto de acceso a los al menos dos terminales de acceso, en el que la información en un primero de los informes de retroalimentación transmitida desde el primero de los al menos dos terminales de acceso coincide con la información en un segundo de los informes de retroalimentación transmitida desde un segundo de los al menos dos terminales de acceso.

## BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[0021] Para que las características de la presente divulgación anteriormente mencionadas puedan entenderse con detalle, se ofrece una descripción más particular, resumida brevemente anteriormente, con referencia a aspectos, algunos de los cuales se ilustran en los dibujos adjuntos. Sin embargo, cabe señalar que los dibujos adjuntos ilustran solamente determinados aspectos típicos de esta divulgación y, por lo tanto, no han de considerarse limitativos de su alcance, ya que la descripción puede admitir otros aspectos igualmente eficaces.

La FIG. 1 ilustra un sistema de comunicación inalámbrica de acceso múltiple de ejemplo, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación.

La FIG. 2 ilustra un diagrama de bloques de un punto de acceso y un terminal de usuario, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación.

La FIG. 3 ilustra un diagrama de bloques de un dispositivo inalámbrico de ejemplo, de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación.

La FIG. 4 ilustra operaciones de ejemplo que pueden realizarse en un equipo de usuario (UE) para informar sobre retroalimentación, de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación.

La FIG. 4A ilustra componentes de ejemplo capaces de realizar las operaciones ilustradas en la FIG. 4.

La FIG. 5 ilustra operaciones de ejemplo que pueden realizarse en un aparato de planificación para planificar transmisión simultánea de múltiples usuarios de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación.

La FIG. 5A ilustra componentes de ejemplo capaces de realizar las operaciones ilustradas en la FIG. 5.

## DESCRIPCIÓN DETALLADA

[0022] Diversos aspectos de la divulgación se describen a continuación en el presente documento más completamente con referencia a los dibujos adjuntos. Sin embargo, la presente divulgación se puede realizar de muchas formas diferentes y no se debería interpretar que está limitada a ninguna estructura o función específica presentada a lo largo de esta divulgación. En su lugar, estos aspectos se proporcionan para que esta divulgación sea exhaustiva y completa, y transmita por completo el alcance de la divulgación a los expertos en la materia. Basándose en las enseñanzas en el presente documento, un experto en la técnica debería apreciar que el alcance de la divulgación pretende abarcar cualquier aspecto de la divulgación divulgada en el presente documento, ya sea implementada de forma independiente

de, o combinada con, cualquier otro aspecto de la divulgación. Por ejemplo, un aparato se puede implementar o un procedimiento se puede llevar a la práctica usando cualquier número de los aspectos expuestos en el presente documento. Además, el alcance de la divulgación está concebido para abarcar un aparato o procedimiento de este tipo que se lleve a la práctica usando otra estructura, funcionalidad, o estructura y funcionalidad además de o aparte de, los diversos aspectos de la divulgación expuestos en el presente documento. Se debería entender que cualquier aspecto de la divulgación divulgado en el presente documento se puede realizar mediante uno o más elementos de una reivindicación.

**[0023]** La expresión "a modo de ejemplo" se usa en el presente documento para significar "que sirve de ejemplo, caso o ilustración". Cualquier aspecto descrito en el presente documento como "a modo de ejemplo" no necesariamente se debe interpretar como preferente o ventajoso sobre otros aspectos.

**[0024]** Aunque en el presente documento se describan aspectos particulares, muchas variaciones y permutaciones de estos aspectos se encuentran dentro del alcance de la divulgación. Aunque se mencionan algunos beneficios y ventajas de los aspectos preferentes, el alcance de la divulgación no pretende limitarse a beneficios, usos u objetivos particulares. En cambio, los aspectos de la divulgación pretenden ser ampliamente aplicables a diferentes tecnologías inalámbricas, configuraciones de sistema, redes y protocolos de transmisión, algunos de los cuales se ilustran a modo de ejemplo en las figuras y en la siguiente descripción de los aspectos preferentes. La descripción detallada y los dibujos simplemente ilustran la divulgación en lugar de limitar el alcance de la invención definido en las reivindicaciones adjuntas. Cualquier referencia a "modo(s) de realización" o "aspecto (s) de la invención" en esta descripción que no se encuentre dentro del alcance de las reivindicaciones debe interpretarse como ejemplo(s) ilustrativo(s) para entender la invención.

#### UN SISTEMA DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICA DE EJEMPLO

**[0025]** Las técnicas descritas en el presente documento pueden usarse en diversas redes de comunicación inalámbrica, tales como redes de acceso múltiple por división de código (CDMA), redes de acceso múltiple por división de tiempo (TDMA), redes de acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA), redes FDMA ortogonales (OFDMA), redes FDMA de única portadora (SC-FDMA), etc. Los términos "redes" y "sistemas" se usan a menudo de forma intercambiable. Una red CDMA puede implementar una tecnología de radio tal como el Acceso Radio Terrestre Universal (UTRA), CDMA2000, etc. UTRA incluye CDMA de Banda Ancha (W-CDMA) y Baja Velocidad de Chip (LCR). La tecnología CDMA2000 cubre las normas IS-2000, IS-95 e IS-856. Una red de TDMA puede implementar una tecnología de radio tal como el Sistema Global de Comunicaciones Móviles (GSM). Una red de OFDMA puede implementar una tecnología de radio tal como UTRA Evolucionado (E-UTRA), IEEE 802,11, IEEE 802,16, IEEE 802,20, Flash-OFDM®, etc. UTRA, E-UTRA y GSM forman parte del Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles (UMTS). La Evolución a Largo Plazo (LTE) y la Evolución a Largo Plazo Avanzada (LTE-A) son versiones nuevas del UMTS que usan E-UTRA. UTRA, E-UTRA, GSM, UMTS, LTE y LTE-A se describen en documentos de una organización llamada "Proyecto de Asociación de Tercera Generación" (3GPP). CDMA2000 se describe en unos documentos de un organismo denominado "Proyecto de Asociación de Tercera Generación 2" (3GPP2). CDMA2000 se describe en unos documentos de un organismo denominado "Proyecto de Asociación de Tercera Generación 2" (3GPP2). Estas diversas tecnologías y normas de radio son conocidas en la técnica. Para mayor claridad, a continuación se describen ciertos aspectos de las técnicas para la LTE-A, y se usa la terminología de LTE-A en gran parte de la siguiente descripción.

**[0026]** El acceso múltiple por división de frecuencia de única portadora (SC-FDMA) es una técnica de transmisión que utiliza modulación de única portadora en el lado del transmisor y equalización en el dominio de la frecuencia en el lado del receptor. SCFDMA tiene prestaciones similares y esencialmente una complejidad global similar a la de un sistema OFDMA. No obstante, una señal SC-FDMA tiene una relación de potencia pico a potencia media (PAPR) más baja debido a su estructura intrínseca de única portadora. SC-FDMA ha acaparado gran atención, especialmente en las comunicaciones de enlace ascendente, donde una PAPR más baja beneficia en gran medida al terminal móvil en lo que respecta a la eficiencia de la potencia de transmisión. En la actualidad, es un supuesto de trabajo para el esquema de acceso múltiple de enlace ascendente en 3GPP LTE, LTE-A y UTRA evolucionado.

**[0027]** Las enseñanzas en el presente documento se pueden incorporar en (por ejemplo, implementarse dentro de, o realizarse mediante) una variedad de aparatos por cable o inalámbricos (por ejemplo, nodos). En algunos aspectos, un nodo comprende un nodo inalámbrico. Dicho nodo inalámbrico puede proporcionar, por ejemplo, conectividad para o a una red (por ejemplo, una red de área amplia tal como Internet o una red celular) mediante un enlace de comunicación alámbrica o inalámbrica. En algunos aspectos, un nodo inalámbrico implementado de acuerdo con las enseñanzas del presente documento puede comprender un punto de acceso o un terminal de acceso.

**[0028]** Un punto de acceso ("AP") puede comprender, implementarse como o conocerse como, un Nodo B, un Controlador de Red de Radio ("RNC"), un eNodoB, un Controlador de Estación Base ("BSC"), una Estación Transceptora Base ("BTS"), una Estación Base ("BS"), una Función Transceptora ("TF"), un Router de Radio, un Transceptor de Radio, un Conjunto de Servicios Básicos ("BSS"), un Conjunto de Servicios Extendidos ("ESS"), una Estación Base de Radio ("RBS"), u otra terminología. En algunas implementaciones, un punto de acceso puede

comprender un conjunto de descodificador, un centro de medios o cualquier otro dispositivo adecuado que esté configurado para comunicarse a través de un medio inalámbrico o por cable.

**[0029]** Un terminal de acceso ("AT") puede comprender, implementarse como o conocerse como un terminal de acceso, una estación de abonado, una unidad de abonado, una estación móvil, una estación remota, un terminal remoto, un terminal de usuario, un agente de usuario, un dispositivo de usuario, un equipo de usuario, una estación de usuario o con otra terminología. En algunas implementaciones, un terminal de acceso puede comprender un teléfono móvil, un teléfono inalámbrico, un teléfono de Protocolo de Inicio de Sesión ("SIP"), una estación de bucle local inalámbrico ("WLL"), un asistente digital personal ("PDA"), un dispositivo manual con capacidad de conexión inalámbrica, una Estación ("STA") o algún otro dispositivo de procesamiento adecuado conectado a un módem inalámbrico. Por consiguiente, uno o más aspectos enseñados en el presente documento pueden incorporarse a un teléfono (por ejemplo, un teléfono móvil o teléfono inteligente), un ordenador (por ejemplo, un ordenador portátil), un dispositivo de comunicación portátil, un dispositivo informático portátil (por ejemplo, un asistente de datos personal), una tablet, un dispositivo de entretenimiento (por ejemplo, un dispositivo de música o de vídeo o una radio por satélite), una pantalla de televisión, una cámara plegable, una cámara de vídeo de seguridad, una grabadora de vídeo digital (DVR), un dispositivo de sistema de posicionamiento global o cualquier otro dispositivo adecuado que esté configurado para comunicarse a través de un medio inalámbrico o por cable.

**[0030]** Haciendo referencia a la FIG. 1, se ilustra un aspecto de comunicación inalámbrica de acceso múltiple de acuerdo con un aspecto. Un punto de acceso (AP) 100 puede incluir grupos de múltiples antenas, donde un grupo incluye las antenas 104 y 106, otro grupo incluye las antenas 108 y 110, y otro grupo adicional incluye las antenas 112 y 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. Un terminal 116 de acceso (AT) puede estar en comunicación con las antenas 112 y 114, donde las antenas 112 y 114 transmiten información al terminal 116 de acceso a través del enlace directo 120 y reciben información desde el terminal 116 de acceso a través del enlace inverso 118. El terminal 122 de acceso puede estar en comunicación con las antenas 106 y 108, donde las antenas 106 y 108 transmiten información al terminal 122 de acceso a través del enlace directo 126 y reciben información desde el terminal 122 de acceso a través del enlace inverso 124. En un sistema FDD, los enlaces de comunicación 118, 120, 124 y 126 pueden usar diferentes frecuencias para la comunicación. Por ejemplo, el enlace directo 120 puede usar una frecuencia diferente a la usada por el enlace inverso 118.

**[0031]** Cada grupo de antenas y/o el área en la que están diseñadas para comunicarse se denomina frecuentemente un sector del punto de acceso. En un aspecto de la presente divulgación, cada grupo de antenas puede estar diseñado para comunicarse con terminales de acceso en un sector de las áreas cubiertas por el punto de acceso 100.

**[0032]** En la comunicación a través de los enlaces directos 120 y 126, las antenas de transmisión del punto de acceso 100 pueden utilizar la formación de haces para mejorar la relación de señal a ruido de los enlaces directos para los diferentes terminales de acceso 116 y 124. Asimismo, un punto de acceso que usa formación de haces para transmitir a terminales de acceso dispersos de manera aleatoria por su área de cobertura genera menos interferencia para los terminales de acceso en células contiguas que un punto de acceso que transmite a través de una única antena a todos sus terminales de acceso.

**[0033]** La FIG. 2 ilustra un diagrama de bloques de un aspecto de un sistema transmisor 210 (también conocido como punto de acceso) y de un sistema receptor 250 (también conocido como terminal de acceso) en un sistema de múltiples entradas y múltiples salidas (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.

**[0034]** En un aspecto de la presente divulgación, cada flujo de datos se puede transmitir a través de una antena de transmisión respectiva. El procesador de datos de TX 214 formatea, codifica e intercala los datos de tráfico para cada flujo de datos basándose en un sistema de codificación particular seleccionado para que ese flujo de datos proporcione datos codificados.

**[0035]** Los datos codificados para cada flujo de datos pueden multiplexarse 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 puede usarse en el sistema receptor para estimar la respuesta de canal. Los datos piloto multiplexados y codificados para cada flujo de datos se modulan entonces (es decir, se asignan a con símbolos) basándose en un sistema de modulación 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 mediante el procesador 230.

**[0036]** Los símbolos de modulación para todos los flujos de datos se proporcionan entonces a un procesador MIMO de TX 220, que puede procesar adicionalmente los símbolos de modulación (por ejemplo, para OFDM). A continuación, el procesador TX MIMO 220 proporciona  $N_T$  flujos de símbolos de modulación a  $N_T$  transmisores (TMTR) 222a a 222t. En determinados aspectos de la presente divulgación, el procesador TX MIMO 220 aplica ponderaciones de formación de haces a los símbolos de los flujos de datos y a la antena desde la cual se está transmitiendo el símbolo.

**[0037]** Cada transmisor 222 recibe y procesa un flujo de símbolos respectivo para proporcionar una o más señales analógicas y acondiciona adicionalmente las señales analógicas (por ejemplo, las amplifica, filtra y eleva su frecuencia) para proporcionar una señal modulada adecuada para la 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.

**[0038]** En el sistema receptor 250, las señales moduladas transmitidas pueden ser recibidas por  $N_R$  antenas 252a a 252r, y la señal recibida desde cada antena 252 puede proporcionarse a un receptor (RCVR) respectivo 254a a 254r. Cada receptor 254 puede acondicionar una señal recibida respectiva (por ejemplo, filtrarla, amplificarla y reducir su frecuencia), digitalizar la señal acondicionada para proporcionar muestras y procesar adicionalmente las muestras para proporcionar un flujo de símbolos «recibido» correspondiente.

**[0039]** A continuación, un procesador de datos RX 260 recibe y procesa los  $N_R$  flujos de símbolos recibidos desde los  $N_R$  receptores 254 basándose en una técnica de procesamiento de receptor particular a fin de proporcionar  $N_T$  flujos de símbolos "detectados". El procesador de datos de RX 260 desmodula, desintercala y descodifica entonces cada flujo de símbolos detectado para recuperar los datos de tráfico para el flujo de datos. El procesamiento realizado por el procesador 260 de datos RX puede ser complementario al realizado por el procesador TX MIMO 220 y el procesador de datos TX 214 en el sistema transmisor 210.

**[0040]** Un procesador 270 determina periódicamente qué matriz de precodificación se va a usar. 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 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 varios 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.

**[0041]** 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 desmodulan mediante un desmodulador 240 y se procesan mediante un procesador de datos de RX 242 para extraer el mensaje de enlace inverso transmitido por el sistema receptor 250. A continuación, el procesador 230 determina qué matriz de precodificación va a usarse para determinar las ponderaciones de formación de haces y, a continuación, procesa el mensaje extraído.

**[0042]** De acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación, un informe de retroalimentación puede ser transmitido desde cualquiera de los terminales de usuario 116, 122 de la FIG. 1 al punto de acceso 100, y/o desde el terminal de usuario 250 de la FIG. 2 al punto de acceso 210. El informe de retroalimentación preciso puede ser uno de los habilitadores clave para un funcionamiento eficiente en sistemas inalámbricos de múltiples entradas y múltiples salidas de múltiples usuarios (MU-MIMO), y también puede proporcionar una conmutación dinámica de un único usuario/múltiples usuarios (SU/MU). En un aspecto, los informes de retroalimentación pueden basarse en la información de la matriz de precodificación (PMI).

**[0043]** La FIG. 3 ilustra diversos componentes que pueden utilizarse en un dispositivo inalámbrico 302 que puede emplearse dentro del sistema de comunicación inalámbrica de la FIG. 1. El dispositivo inalámbrico 302 es un ejemplo de dispositivo que puede estar configurado para implementar los diversos procedimientos descritos en el presente documento. El dispositivo inalámbrico 302 puede ser un punto de acceso 100 de la FIG. 1 o cualquiera de los terminales de acceso 116, 122.

**[0044]** El dispositivo inalámbrico 302 puede incluir un procesador 304 que controle el funcionamiento del dispositivo inalámbrico 302. El procesador 304 se puede denominar también unidad central de procesamiento (CPU). La memoria 306, que puede incluir tanto memoria de solo lectura (ROM) como memoria de acceso aleatorio (RAM), proporciona instrucciones y datos al procesador 304. Una parte de la memoria 306 también puede incluir memoria de acceso aleatorio no volátil (NVRAM). El procesador 304 realiza típicamente operaciones lógicas y aritméticas basándose en instrucciones de programa almacenadas dentro de la memoria 306. Las instrucciones en la memoria 306 pueden ser ejecutables para implementar los procedimientos descritos en el presente documento.

**[0045]** El dispositivo inalámbrico 302 también puede incluir un alojamiento 308 que puede incluir un transmisor 310 y un receptor 312 para permitir la transmisión y la recepción de datos entre el dispositivo inalámbrico 302 y una ubicación remota. El transmisor 310 y el receptor 312 se pueden combinar en un transceptor 314. Una única antena o una pluralidad de antenas transmisoras 316 pueden conectarse al alojamiento 308 y acoplarse eléctricamente al transceptor 314. El dispositivo inalámbrico 302 también puede incluir múltiples transmisores, múltiples receptores y múltiples transceptores (no mostrados).

**[0046]** El dispositivo inalámbrico 302 también puede incluir un detector de señales 318 que se puede usar para detectar y cuantificar el nivel de las señales recibidas por el transceptor 314. El detector de señales 318 puede detectar dichas señales como energía total, energía por subportadora por símbolo, densidad espectral de potencia y otras señales. El dispositivo inalámbrico 302 también puede incluir un procesador de señales digitales (DSP) 320 para su uso en el procesamiento de señales.

[0047] Los diversos componentes del dispositivo inalámbrico 302 pueden acoplarse entre sí mediante un sistema de bus 322, que puede incluir un bus de alimentación, un bus de señales de control y un bus de señales de estado, además de un bus de datos.

[0048] De acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación, un informe de retroalimentación puede transmitirse desde el dispositivo inalámbrico 302 a una estación base que sirve al dispositivo inalámbrico 302 (no mostrado en la Fig. 3). El informe de retroalimentación preciso asociado con el dispositivo inalámbrico 302 puede ser uno de los habilitadores clave para un funcionamiento eficiente en sistemas inalámbricos MU-MIMO, y también puede proporcionar una conmutación dinámica de SU/MU. En un aspecto, los informes de retroalimentación pueden basarse en la comunicación de PMI.

[0049] En un aspecto de la presente divulgación, los canales lógicos de comunicación inalámbrica se pueden clasificar en canales de control y canales de tráfico. Los canales lógicos de control pueden comprender un canal de control de radiodifusión (BCCH), que es un canal de enlace descendente (DL) para emitir información de control de sistema. Un canal de control de radiolocalización (PCCH) es un canal de control lógico de DL que transmite información de radiolocalización. Un canal de control de multidifusión (MCCH) es un canal de control lógico DL de punto a multipunto utilizado para la transmisión de información de planificación y control del servicio de radiodifusión y multidifusión multimedia (MBMS) para uno o varios canales de tráfico de multidifusión (MTCH). En general, tras establecerse una conexión de control de recursos de radio (RRC), el MCCH solo puede ser utilizado por los terminales de usuario que reciben el MBMS. Un canal de control dedicado (DCCH) es un canal lógico de control bidireccional de punto a punto que transmite información de control dedicada y es utilizado por los terminales de usuario que tienen una conexión de RRC. Los canales lógicos de tráfico pueden comprender un canal de tráfico dedicado (DTCH), que es un canal bidireccional de punto a punto dedicado a un terminal de usuario para la transferencia de información de usuario. Además, los canales lógicos de tráfico pueden comprender un canal de tráfico de multidifusión (MTCH), que es un canal de DL de punto a multipunto, para transmitir datos de tráfico.

[0050] Los canales de transporte se pueden clasificar en canales de DL y de UL. Los canales de transporte de DL pueden comprender un canal de radiodifusión (BCCH), un canal compartido de datos de enlace descendente (DL-SDCH) y un canal de radiolocalización (PCH). El PCH puede utilizarse para soportar el ahorro de energía en el terminal de usuario (es decir, el ciclo de recepción discontinua (DRX) puede ser indicado al terminal de usuario por la red), puede ser difundido por toda la célula y asignado a los recursos de capa física (PHY) que pueden utilizarse para otros canales de control/tráfico. Los canales de transporte de UL pueden comprender un canal de acceso aleatorio (RACH), un canal de solicitud (REQCH), un canal de datos compartidos de enlace ascendente (UL-SDCH) y una pluralidad de canales PHY.

[0051] Los canales PHY pueden comprender un conjunto de canales de DL y de canales de UL. Los canales PHY de DL pueden comprender: canal piloto común (CPICH), canal de sincronización (SCH), canal de control común (CCCH), canal compartido de control de DL (SDCCH), canal de control de multidifusión (MCCH), canal compartido de asignación de UL (SUACH), canal de confirmación (ACKCH), canal físico compartido de datos de DL (DL-PSDCH), canal de control de potencia de UL (UPCCH), canal indicador de radiolocalización (PICH) y canal indicador de carga (LICH). Los canales PHY de UL comprenden: canal físico de acceso aleatorio (PRACH), canal indicador de calidad de canal (CQICH), canal de confirmación (ACKCH), canal indicador de subconjunto de antenas (ASICH), canal compartido de solicitud (SREQCH), canal físico compartido de datos de UL (UL-PSDCH) y canal piloto de banda ancha (BPICH).

[0052] En un aspecto de la presente divulgación, se proporciona una estructura de canal que conserva propiedades de baja PAPR de una forma de onda portadora única. En cualquier momento dado, el canal puede estar contiguo o espaciado uniformemente en la frecuencia.

[0053] Ciertos aspectos de la presente divulgación soportan un marco retroalimentación unificada que permite que el equipo de usuario (UE) adapte la comunicación de PMI para el funcionamiento SU-MIMO al funcionamiento MU-MIMO, si se desea. Un elemento clave de este marco puede ser que, a pesar de que los informes de PMI se pueden adaptar al funcionamiento MU-MIMO, no se requieren informes de retroalimentación específicos de MU-MIMO independientes.

#### MARCO DE RETROALIMENTACIÓN UNIFICADA PARA LA MEJORA DE MU-MIMO

[0054] La retroalimentación basada en PMI implícita puede funcionar bien para los sistemas de transmisión basados en SU-MIMO. Sin embargo, como se describe en Qualcomm inc "Advantages of unified feedback for enhanced MU-MIMO operation in LTE-A [Ventajas de la retroalimentación unificada para el funcionamiento mejorado de MU-MIMO en LTE-A]", BORRADOR 3GPP; R1-104802 RETROALIMENTACIÓN UNIFICADA, PROYECTO DE ASOCIACIÓN DE TERCERA GENERACIÓN (3GPP), CENTRO DE COMPETENCIA MÓVIL; 650, ROUTE DES LUCIOLES; F-06921 SOPHIA-ANTIPOLIS CEDEX; FRANCIA, vol. RAN WG1, n.º Madrid, España; 20100823, 17 de agosto de 2010 para el funcionamiento MU-MIMO, los informes de PMI con rangos superiores a 1 pueden plantear algunos desafíos, especialmente si a uno de los UE planificados en el funcionamiento MU-MIMO se le asignan menos capas que las



correspondientes a su informe de PMI. En contraste, este desafío puede no surgir en esquemas de retroalimentación explícitos, en los cuales la información de dirección de canal individual (CDI) es retroalimentada. Este problema puede ser relevante solo para el caso en el que se informa sobre una PMI con un rango superior a 1; de lo contrario, la retroalimentación implícita y la explícita pueden ser conceptualmente idénticas y proporcionar un rendimiento muy similar.

[0055] Otro de los desafíos en relación con la retroalimentación de canal pueden proceder de la granularidad relativamente gruesa de la retroalimentación de PMI. La versión 10 de LTE puede utilizar el mismo libro de códigos que la versión 8 de LTE, que proporciona retroalimentación de cuatro bits para los informes de rango 1 y rango 2 en caso de un eNodoB con cuatro antenas de transmisión. Si bien esto puede ser adecuado para el funcionamiento SU-MIMO, el rendimiento de MU-MIMO puede ser más sensible a la cuantificación de retroalimentación, ya que apunta a anular la interferencia a los usuarios co-planificados. Este efecto puede hacer que la selección de usuarios de MU-MIMO en el eNodoB sea más desafiante, ya que es más difícil evaluar cuánta interferencia puede generarse a los UE co-planificados.

[0056] En la presente divulgación, se aborda este último desafío y se proponen procedimientos para el uso de mecanismos de notificación de SU-MIMO regulares para informar al eNodoB de emparejamientos de precodificador favorables.

[0057] En un aspecto de la presente divulgación, un marco unificado de retroalimentación puede mejorar la notificación mediante la selección de PMI en parte basándose en lo bien que cuantifican el canal, en lugar de únicamente basándose en la capacidad que pueden lograr. Específicamente, este procedimiento puede identificar primero una PMI SU-MIMO preferente que puede maximizar la capacidad SU-MIMO. A continuación, en un segundo paso, se puede identificar un conjunto de PMI candidatas con una pérdida de rendimiento como máximo de  $\alpha$ . Esto se puede lograr reexaminando todas las PMI e identificando aquellas que tienen una pérdida de rendimiento no mayor que  $\alpha$  en términos de capacidad SU-MIMO en comparación con la PMI seleccionada inicialmente. Este paso puede garantizar que, sin importar cómo se vuelva a seleccionar la PMI en los siguientes pasos, se puede garantizar que el rendimiento de SU-MIMO sufra, como máximo, un factor  $\alpha$ . A continuación, en un tercer paso, entre el conjunto de las PMI candidatas, puede seleccionarse la que mejor se cuantifica la verdadera dirección de canal. Por ejemplo, en caso de un informe de PMI de rango 2, puede seleccionarse la PMI cuyo precodificador para la capa dominante está más cerca de la dirección propia del canal. Finalmente, se puede informar sobre esta PMI en lugar de la PMI SU-MIMO identificada inicialmente.

#### **AMPLIACIÓN DE RETROALIMENTACIÓN UNIFICADA PARA INCLUIR LOS EMPAREJAMIENTOS DE PRECODIFICADORES PREFERENTES**

[0058] El marco de retroalimentación unificada propuesto en la presente divulgación puede explotar la señalización de PMI, Indicador de Calidad de Canal (CQI), e Indicador de Rango (RI) con el fin de formular una forma unificada de transmitir informes de SU-MIMO con diferentes rangos e informes de MU-MIMO con emparejamientos de precodificadores preferentes. Específicamente, para el informe de retroalimentación específico de MU-MIMO, el UE puede explotar el hecho de que MU-MIMO típicamente funciona en un modo en el que dos usuarios están emparejados y reciben una capa cada uno. Como tal, un informe de rango 1 puede ser típicamente suficiente para que el UE permita la planificación en el lado de eNodoB. Sin embargo, el UE puede explotar el hecho de que puede transmitir un informe de rango más alto para transmitir información adicional sobre cuál sería su velocidad si hubiera otras capas planificadas al mismo tiempo. Esto puede ser especialmente útil para el informe de rango 2, ya que en este caso, los valores de CQI y delta-CQI pueden proporcionar información adicional sobre la fuerza y capacidad que ofrecen ambas capas. Para un rango superior a dos, esta información puede no estar disponible, ya que CQI y delta-CQI son específicos de la palabra en clave y dado que más de dos palabras en clave tal vez no se soporten en LTE, la información individual sobre cada capa puede ser desconocida en este caso.

[0059] En la presente divulgación, se aborda con mayor detalle un procedimiento para transmitir esta información, y se muestra cómo este procedimiento se puede utilizar en el planificador para mejorar el rendimiento. Además, la presente divulgación aborda cómo se puede usar este marco junto con los protocolos de equidad y planificación convencionales en el lado de eNodoB. Además, la presente divulgación se centra en detalle en cómo se puede lograr un funcionamiento unificado. Esto aborda diferentes opciones de señalización basándose en las cuales el eNodoB puede diferenciar entre los informes de SU-MIMO con diferentes rangos (rango 1 y rango 2, en particular) y un informe de MU-MIMO.

#### **INDICACIÓN DE EMPAREJAMIENTOS DE PRECODIFICADOR PREFERENTES**

[0060] Un habilitador clave del funcionamiento eficiente de MU-MIMO puede consistir en encontrar un buen emparejamiento de usuario que puede dar como resultado interferencia intracelular pequeña debido a las capas que se transmiten a los UE co-planificados. Si bien es posible que en las implementaciones típicas de la Red de área amplia (WAN) se realice una búsqueda exhaustiva en todos los emparejamientos del UE, aún puede ser difícil realizar un emparejamiento eficiente ya que los informes de retroalimentación por parte del UE solo pueden transmitir una cantidad limitada de información. El hecho de que estos informes puedan estar, por diseño, más orientados a SU-

MIMO complica la cuestión, especialmente debido a la granularidad relativamente baja de la retroalimentación de PMI y la información limitada de CQI, que puede ser difícil de usar en el caso de una retroalimentación con un rango mayor que uno.

5 **[0061]** Como resultado de estas limitaciones, puede ser bastante difícil estimar el rendimiento que un emparejamiento de UE específico lograría en funcionamiento MU-MIMO simplemente por extrapolación a partir de los informes de la SU-MIMO. Como se mencionó anteriormente en el párrafo [0059], se puede considerar un procedimiento de selección de PMI alternativo, que puede ajustar la selección de PMI de tal manera que la PMI pueda cuantificar mejor el canal en lugar de optimizar la capacidad de la suma. Sin embargo, dado que la granularidad de PMI sigue siendo la misma, la extrapolación del rendimiento de MU-MIMO puede seguir siendo un desafío.

15 **[0062]** En esta divulgación, se propone cambiar la notificación al UE de tal manera que, cuando el UE considere que el funcionamiento MU-MIMO puede ser útil, puede no solo transmitir su propia información de dirección del canal, sino que también puede proporcionar alguna información acerca del emparejamiento de precodificadores preferente. Sin embargo, a diferencia de otros procedimientos, como la mejor retroalimentación de PMI complementaria que puede depender del envío de informes de PMI específicos de MU-MIMO independientes, la presente divulgación propone una forma de integrar la retroalimentación de PMI en el marco de retroalimentación existente.

20 **[0063]** El procedimiento propuesto se puede describir basándose en informes de PMI de rango-2. Más adelante en el texto se proporciona información sobre cómo este procedimiento puede integrarse en la retroalimentación de PMI de rango 1 y rango 2. Específicamente, en lugar de considerar que las columnas de la PMI de rango 2 representan capas que pueden transmitirse a un UE específico, se considera que solo una capa dominante puede transmitirse al UE, mientras que la otra capa se puede usar para un UE co-programado en funcionamiento MU-MIMO. Basándose en este supuesto, el CQI y el delta-CQI correspondientes al informe de retroalimentación pueden utilizarse en un aparato de planificación (por ejemplo, en un eNodoB) para emparejar los UE basándose en su retroalimentación, idealmente de manera que sus precodificadores sean perfectamente compatibles. Si este es el caso, entonces el CQI correspondiente a la capa dominante por UE (determinado mediante los informes de CQI y delta-CQI) puede comprender la interferencia del UE co-planificado y puede mejorar en gran medida la capacidad del eNodoB para pronosticar la eficiencia espectral condicionada en este emparejamiento MU-MIMO.

30 **[0064]** Hay que señalar que si se utilizan informes de rango-2 para el funcionamiento de MU-MIMO solamente, entonces no se requiere enviar dos valores de CQI. Incluso se puede evitar la señalización de dos PMI, si se ponen ciertas suposiciones en el libro de códigos subyacente. Específicamente, el CQI y el delta-CQI se pueden usar únicamente para determinar el CQI real de la capa dominante (suponiendo una transmisión anticipada co-planificada); conocer el CQI exacto para el emparejamiento de precodificadores recomendado tal vez no sea necesario.

35 **[0065]** Lo anterior puede servir como una motivación para perfeccionar el procedimiento. Específicamente, puede ser posible identificar primero un conjunto de todos los precodificadores de rango 1 que pueden proporcionar un rendimiento no peor que  $\alpha$  en comparación con el mejor precodificador de rango 1. Para cada precodificador en este conjunto de PMI candidatos, el UE puede buscar la PMI de rango 2 correspondiente con el precodificador de rango 1 como su primera columna, lo cual puede ser posible siempre que el libro de códigos esté completamente incluido (por ejemplo, el libro de códigos de cuatro antenas de transmisión utilizado para las versiones 8 y 10 de LTE posee esta propiedad). A continuación puede realizarse el cálculo de la capacidad basándose en la PMI de rango 2 correspondiente al precodificador de rango 1 seleccionado, mientras se supone que la otra capa de la PMI de rango 2 se puede utilizar para un UE co-planificado. Por lo tanto, la otra capa puede actuar como interferencia. Finalmente, se puede retroalimentar el índice de precodificación de rango 1 correspondiente al rendimiento de MU-MIMO preferente, junto con el CQI obtenido bajo el supuesto de MU-MIMO.

50 **[0066]** En un aparato de planificación (por ejemplo, eNodoB), la retroalimentación se puede utilizar para llevar a cabo emparejamiento de usuarios de MU-MIMO. Por ejemplo, si se sabe que una PMI se determinó bajo el supuesto de MU-MIMO, entonces el eNodoB puede determinar qué emparejamiento de precodificadores se supuso basándose en el análisis anterior, y puede tratar de encontrar un informe de retroalimentación de otro UE que es compatible. Específicamente, el eNodoB puede determinar si existe otro UE que indique un precodificador que coincida con el supuesto de emparejamiento de precodificadores del primer UE. Si el supuesto de MU-MIMO no se señala explícitamente, entonces se pueden usar algunas suposiciones de umbral implícitas para determinar si se realizó un informe para MU-MIMO.

60 **[0067]** Si hay suficientes usuarios presentes y si el libro de códigos comprende pares de precodificadores intercambiados, entonces puede ser posible encontrar emparejamientos con dos columnas compatibles. Además, en lugar de hacer coincidir dos informes de rango 1, también puede ser posible hacer coincidir a un usuario de rango 1 (con una retroalimentación MU-MIMO, como se describió anteriormente) con una retroalimentación de rango 2 que puede comprender columnas compatibles y cuya capa dominante puede alinearse con el supuesto de emparejamiento de precodificadores del primer UE.

65 **PROCEDIMIENTOS PARA LA SEÑALIZACIÓN DE RETROALIMENTACIÓN**

**[0068]** En lo anterior, se describe una técnica que puede permitir a un UE para explotar la estructura de libro de códigos incluida a fin de utilizar el informe rango-1 SU-MIMO para retroalimentar un informe de MU-MIMO con el emparejamiento de precodificadores supuesto. Se puede observar que, simplemente siguiendo este procedimiento, el eNodoB tal vez no sea capaz de distinguir entre el informe de rango 1 "modificado" calculado bajo la hipótesis MU-MIMO y el informe de SU-MIMO de rango 1 verdadero. Para evitar este problema, puede ser posible adaptar la señalización para transmitir este informe específico MU-MIMO. En particular, hay varias opciones para integrar esta información en el marco de retroalimentación de LTE-A existente.

**[0069]** En un aspecto de la presente divulgación, un valor específico del indicador de Rango (RI) puede reservarse para la señalización de informes de MU-MIMO. Por ejemplo, los buenos candidatos pueden ser algunos de los rangos relativamente altos, como el rango 6 o 7, que probablemente no se usen con frecuencia en la práctica. Sin embargo, establecer RI para que sea igual a 8 no se puede considerar, ya que este valor de RI puede ser necesario para alcanzar los requisitos de velocidad máxima.

**[0070]** Junto con lo anterior, se puede introducir un nuevo bit de señalización, lo cual que puede intercambiar la primera y segunda capas espaciales. Esto puede no ser necesario si está disponible un delta-CQI o el libro de códigos ya incluye todas las entradas simétricas, es decir, para cada precodificador, el par simétrico con las capas primera y segunda intercambiadas también puede ser un elemento del libro de códigos. De forma alternativa, se pueden usar dos valores de RI reservados. El primer valor de RI reservado puede indicar un orden nominal de capas, y el segundo valor de RI reservado puede indicar el orden intercambiado de capas. Es posible que no se requiera el segundo valor de RI reservado, si está disponible un delta-CQI o el libro de códigos ya incluye todas las entradas simétricas.

**[0071]** En otro aspecto de la presente divulgación, algunos valores del delta-CQI pueden estar reservados para indicar el informe específico de MU-MIMO. Dado que solo se puede requerir un valor CQI real para la predicción de la velocidad MU-MIMO, se puede considerar que se reserva el mayor valor positivo y negativo del delta-CQI para indicar el informe de MU-MIMO junto con información sobre cuál de las capas en el informe de rango 2 debe estar asociada con la capa dominante.

#### ADAPTACIÓN DE ENLACE

**[0072]** La adaptación de enlace en el eNodoB puede tener en cuenta la posibilidad de una mayor retroalimentación MU-MIMO, como se propone en la presente divulgación. Sin embargo, se puede observar que las mejoras de rendimiento asociadas con la indicación del emparejamiento de precodificadores preferente pueden ser más pronunciadas cuando el número de UE es grande, porque aumenta la probabilidad de que dos UE tengan informes de retroalimentación compatibles.

**[0073]** Con el fin de evitar poner en peligro el rendimiento cuando el número de UE es relativamente pequeño, el eNodoB puede considerar también el funcionamiento regular de MU-MIMO, como se mencionó anteriormente en la presente divulgación. Sin embargo, para sacar provecho del rendimiento mejorado de MU-MIMO en el caso de que se puedan identificar uno o varios informes de UE coincidentes, se puede agregar un retroceso para penalizar el mayor error de adaptación de enlace incurrido por el funcionamiento regular de MU-MIMO.

**[0074]** Los aspectos antes mencionados de la presente divulgación se centran principalmente en el caso en el que los emparejamientos de precodificadores preferentes pueden retroalimentarse usando procedimientos de notificación de SU-MIMO de rango 1. En un aspecto, el formato de notificación de rango 2 que comprende los valores CQI y delta-CQI también se puede usar para este propósito. Específicamente, el uso de este último formato tiene la ventaja de que puede ser posible transmitir el CQI para una transmisión de una única capa bajo la hipótesis de MU-MIMO y SU-MIMO. Por ejemplo, en un aspecto, el valor CQI del informe de rango 2 puede asociarse con la transmisión de una única capa de la capa dominante (identificada como parte del informe de MU-MIMO descrito anteriormente) sin suponer que existe una capa co-planificada. Por otro lado, el valor delta-CQI puede capturar el CQI bajo la hipótesis de que tal capa co-planificada existe. La captura de ambos valores en el mismo informe puede proporcionar el beneficio de aumentar la flexibilidad en el eNodoB, que puede así planificar con mayor precisión al usuario en una transmisión de rango 1 o en el funcionamiento MU-MIMO, respectivamente.

**[0075]** En un aspecto, la selección UE de precodificadores preferente puede ser restringida a un subconjunto de precodificadores disponibles en el libro de códigos. Por ejemplo, esto puede llevarse a cabo mediante señalización semiestática de un conjunto de índices de libro de códigos entre los cuales el UE propone precodificadores preferentes. El subconjunto restringido de precodificadores puede ser señalizado al UE por el eNodoB a través de, por ejemplo, la señalización de Control de Recursos de Radio (RRC). Este enfoque puede tener beneficios en algunos escenarios, como cuando las condiciones del canal son bastante estables y el eNodoB tiene un conocimiento limitado de otros UE que pueden ser buenas opciones de emparejamiento para el UE que se está configurando.

**[0076]** La restricción de subconjunto mencionada anteriormente para los pares de precodificadores preferentes no se puede restringir a la señalización de un conjunto de palabras de código del libro de códigos de precodificación. Por ejemplo, en otro aspecto, se podría considerar realizar el emparejamiento de precodificadores basándose en alguna otra métrica que puede o no depender de la señalización adicional del eNodoB. Específicamente, se podría considerar

la señalización de eNodoB de las direcciones de precodificación preferentes basándose en las cuales el UE puede clasificar los pares de precodificadores y seleccionar un par preferente para informar en consecuencia.

5 **[0077]** En otro aspecto, las técnicas de señalización descritas en esta divulgación pueden usarse para otros fines distintos a indicar informes específicos de MU-MIMO. Por ejemplo, en el contexto de redes heterogéneas, los informes de retroalimentación correspondientes a diferentes intercalados de tiempo pueden experimentar condiciones de interferencia muy diferentes. A su vez, se espera que esto afecte el rango que se puede soportar en dichos intercalados. Sin embargo, puede que no sea posible configurar un valor de RI para cada intercalado y, por lo tanto, es útil habilitar técnicas en las que el rango puede ser transmitido por algún otro medio, por ejemplo, como parte de la información de PMI o CQI.

10 **[0078]** Las técnicas de señalización capturadas en esta divulgación son un medio para lograr este objetivo. Específicamente, como resultado de condiciones de interferencia muy diferentes en diferentes intercalados, también se espera que los valores CQI varíen en gran medida. Por ejemplo, se podría considerar que el rango 2 se soporta la mayor parte del tiempo en un conjunto de "buenos" intercalados, mientras que el rango 1 sería más beneficioso en un conjunto diferente de intercalados. Para esos intercalados, aunque es necesario enviar un informe de rango 2, algunas combinaciones del CQI o delta-CQI podrían reservarse y, por lo tanto, podrían transmitir que el rango 1 es de hecho más beneficioso en ese intercalado específico.

15 **[0079]** La FIG. 4 ilustra operaciones de ejemplo 400 que pueden realizarse en un primer UE para notificar retroalimentación de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación. En 402, el primer UE puede generar un informe de retroalimentación con una estructura unificada para comunicaciones SU y MU. En 504, el eNodoB puede identificar, basándose en los informes de retroalimentación, al menos dos de los UE para transmisiones potencialmente simultáneas desde el eNodoB, en el que la información en uno de los primeros informes de retroalimentación transmitida desde uno de los al menos dos UE puede coincidir con la información en un segundo de los informes de retroalimentación transmitida desde un segundo de los al menos dos UE.

20 **[0080]** La FIG. 5 ilustra un ejemplo de operaciones 500 que pueden realizarse en un eNodoB de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación. En 502, el eNodoB puede recibir, de una pluralidad de UE, informes de retroalimentación con una estructura unificada para comunicaciones SU y MU. En 504, el eNodoB puede identificar, basándose en los informes de retroalimentación, al menos dos de los UE para transmisiones potencialmente simultáneas desde el eNodoB, en el que la información en uno de los primeros informes de retroalimentación transmitida desde uno de los al menos dos UE puede coincidir con la información en un segundo de los informes de retroalimentación transmitida desde un segundo de los al menos dos UE.

25 **[0081]** Las diversas operaciones de los procedimientos descritos anteriormente se pueden realizar por cualquier medio adecuado que pueda realizar las funciones correspondientes. Los medios pueden incluir diversos componente(s) y/o módulo(s) de hardware y/o software que incluyen, pero no se limitan a un circuito, un circuito integrado específico de la aplicación (ASIC) o procesador. En general, cuando haya operaciones ilustradas en las figuras, esas operaciones pueden tener unos componentes de medios más función equivalentes correspondientes con una numeración similar. Por ejemplo, las operaciones 400 y 500, ilustradas en las FIGs. 4 y la FIG. 5 corresponden a los componentes 400A y 500A, ilustrados en las FIGs. 4A y 5A.

30 **[0082]** Por ejemplo, los medios para generar pueden comprender un circuito integrado específico de aplicación, por ejemplo, el procesador 270 del terminal de usuario 250 de la FIG. 2, o el procesador 304 del dispositivo inalámbrico 302 de la FIG. 3. Los medios para transmitir pueden comprender un transmisor, por ejemplo, el transmisor 254 del terminal de usuario 250, o el transmisor 310 del dispositivo inalámbrico 302. Los medios para la identificación pueden comprender un circuito integrado específico de aplicación, por ejemplo, el procesador 230 del punto de acceso 210, de la FIG. 2, el procesador 270 o el procesador 304. Los medios de señalización pueden comprender un transmisor, por ejemplo, el transmisor 254 o el transmisor 310. Los medios para recibir pueden comprender un receptor, por ejemplo, el receptor 222 del punto de acceso 210, el receptor 254 del terminal de usuario 250, o el receptor 312 del dispositivo inalámbrico 302. Los medios para coincidencia pueden comprender un circuito integrado específico de aplicación, por ejemplo, el procesador 230 o el procesador 304. Los medios para evaluación pueden comprender un circuito integrado específico de aplicación, por ejemplo, el procesador 230 o el procesador 304. Los medios para indicación pueden comprender un circuito integrado específico de aplicación, por ejemplo, el procesador 230 o el procesador 304. Los medios para planificación pueden comprender un circuito integrado específico de aplicación, por ejemplo, el procesador 230 o el procesador 304.

35 **[0083]** Como se usa en el presente documento, el término "determinar" engloba una amplia variedad de acciones. Por ejemplo, «determinar» puede incluir calcular, computar, procesar, obtener, investigar, consultar (por ejemplo, consultar una tabla, una base de datos u otra estructura de datos), averiguar y similares. Asimismo, «determinar» puede incluir recibir (por ejemplo, recibir información), acceder (por ejemplo, acceder a datos en una memoria) y similares. Asimismo, «determinar» puede incluir resolver, seleccionar, elegir, establecer y similares.

40 **[0084]** Como se usa en el presente documento, una frase que hace referencia a "al menos uno de" una lista de elementos se refiere a cualquier combinación de esos elementos, incluyendo elementos individuales. Como ejemplo, "al menos uno entre: a, b o c" está concebido para incluir: a, b, c, a-b, a-c, b-c y a-b-c.

5 **[0085]** Los diversos bloques lógicos, módulos y circuitos ilustrativos descritos en relación con la presente divulgación se pueden implementar o realizar con un procesador de uso general, un procesador de señales digitales (DSP), un  
 10 circuito integrado específico de la aplicación (ASIC), una matriz de puertas programables *in situ* (FPGA) u otro dispositivo de lógica programable (PLD), lógica de puertas discretas o de transistores, componentes de hardware discretos o cualquier combinación de los mismos diseñada para realizar las funciones descritas en el presente documento. Un procesador de uso general puede ser un microprocesador pero, de forma alternativa, el procesador puede ser cualquier procesador, controlador, microcontrolador o máquina de estados disponible comercialmente. Un procesador también se puede implementar como una combinación de dispositivos informáticos, por ejemplo, una combinación de un DSP y un microprocesador, una pluralidad de microprocesadores, uno o más microprocesadores junto con un núcleo de DSP o cualquier otra configuración de este tipo.

15 **[0086]** Los pasos de un procedimiento o algoritmo descrito en relación con la presente divulgación se pueden realizar directamente en hardware, en un módulo de software ejecutado por un procesador o en una combinación de los dos. Un módulo de software puede residir en cualquier forma de medio de almacenamiento que se conoce en la técnica. Algunos ejemplos de medios de almacenamiento que se pueden usar incluyen memoria de acceso aleatorio (RAM), memoria de solo lectura (ROM), memoria flash, memoria EPROM, memoria EEPROM, registros, un disco duro, un disco extraíble, un CD-ROM, etc. Un módulo de software puede comprender una única instrucción o muchas instrucciones, y se puede distribuir por varios segmentos de código diferentes, entre programas diferentes y a través de múltiples medios de almacenamiento. Un medio de almacenamiento se puede acoplar a un procesador de modo que el procesador pueda leer información de, y escribir información en, el medio de almacenamiento. De forma alternativa, el medio de almacenamiento puede estar integrado en el procesador.

25 **[0087]** Los procedimientos divulgados en el presente documento comprenden uno o más pasos o acciones para lograr el procedimiento descrito. Los pasos y/o acciones de procedimiento se pueden intercambiar entre sí sin apartarse del alcance de las reivindicaciones. En otras palabras, a menos que se especifique un orden específico de pasos o acciones, el orden y/o el uso de pasos y/o acciones específicas se pueden modificar sin apartarse del alcance de las reivindicaciones.

30 **[0088]** Las funciones descritas se pueden implementar en hardware, software, firmware o en cualquier combinación de los mismos. Si se implementa en hardware, una configuración de hardware de ejemplo puede comprender un sistema de procesamiento en un nodo inalámbrico. El sistema de procesamiento se puede implementar con una arquitectura de bus. El bus puede incluir cualquier número de buses y puentes de interconexión, dependiendo de la aplicación específica del sistema de procesamiento y de las restricciones de diseño globales. El bus puede enlazar conjuntamente diversos circuitos, incluyendo un procesador, medios legibles por máquina y una interfaz de bus. La interfaz de bus se puede usar para conectar un adaptador de red, entre otras cosas, al sistema de procesamiento por medio del bus. El adaptador de red se puede usar para implementar las funciones de procesamiento de señales de la capa PHY. En el caso de un terminal de usuario 120 (véase la FIG. 1), una interfaz de usuario (por ejemplo, panel de teclas, pantalla, ratón, palanca de juegos, etc.) también puede conectarse al bus. El bus también puede conectar diversos otros circuitos tales como fuentes de temporización, periféricos, reguladores de tensión, circuitos de administración de energía y similares, que son bien conocidos en la técnica y, por lo tanto, no se describirán más.

45 **[0089]** El procesador puede ser responsable de gestionar el bus y el procesamiento general, incluyendo la ejecución de software almacenado en los medios legibles por máquina. El procesador se puede implementar con uno o más procesadores de uso general y/o uso especial. Los ejemplos incluyen microprocesadores, microcontroladores, procesadores DSP y otros circuitos que pueden ejecutar software. El significado de software se deberá interpretar ampliamente como instrucciones, datos o cualquier combinación de los mismos, independientemente de si se denomina software, firmware, middleware, microcódigo, lenguaje de descripción de hardware o de otro modo. Los medios legibles por máquina pueden incluir, a modo de ejemplo, RAM (memoria de acceso aleatorio), memoria flash, ROM (memoria de solo lectura), PROM (memoria programable de solo lectura), EPROM (memoria programable de solo lectura y borrrable), EEPROM (memoria programable de solo lectura eléctricamente borrrable), registros, discos magnéticos, discos ópticos, discos duros o cualquier otro medio de almacenamiento adecuado, o cualquier combinación de los mismos. Los medios legibles por máquina se pueden integrar en un producto de programa informático. El producto de programa informático puede comprender materiales de embalaje.

55 **[0090]** En una implementación de hardware, los medios legibles por máquina pueden formar parte del sistema de procesamiento independiente del procesador. Sin embargo, como apreciarán fácilmente los expertos en la técnica, los medios legibles por máquina, o cualquier porción de los mismos, pueden ser externos al sistema de procesamiento. A modo de ejemplo, los medios legibles por máquina pueden incluir una línea de transmisión, una onda portadora modulada por datos y/o un producto informático independiente del nodo inalámbrico, donde el procesador pueda acceder a todos ellos a través de la interfaz de bus. De forma alternativa, o además, los medios legibles por máquina, o cualquier porción de los mismos, se pueden integrar en el procesador, tal como puede ser el caso con la memoria caché y/o los archivos de registro generales.

65 **[0091]** El sistema de procesamiento se puede configurar como un sistema de procesamiento de uso general proporcionando uno o más microprocesadores la funcionalidad del procesador y proporcionando una memoria externa

al menos una porción de los medios legibles por máquina, todos enlazados entre sí con otros circuitos de soporte, a través de una arquitectura de bus externa. De forma alternativa, el sistema de procesamiento se puede implementar con un ASIC (circuito integrado específico de la aplicación), con el procesador, la interfaz de bus, la interfaz de usuario (en el caso de un terminal de acceso), los circuitos de soporte y al menos una porción de los medios legibles por máquina, integrados en un único chip o con una o más FPGA (matrices de puertas programables *in situ*), PLD (dispositivos de lógica programable), controladores, máquinas de estados, lógica de puertas, componentes de hardware discretos o cualquier otro circuito adecuado, o cualquier combinación de circuitos que pueda realizar la diversa funcionalidad descrita a lo largo de la presente divulgación. Los expertos en la técnica reconocerán el mejor modo de implementar la funcionalidad descrita para el sistema de procesamiento, dependiendo de la aplicación particular y de las restricciones de diseño globales impuestas al sistema global.

**[0092]** Los medios legibles por máquina pueden comprender una serie de módulos de software. Los módulos de software incluyen instrucciones que, cuando se ejecutan por el procesador, hacen que el sistema de procesamiento realice diversas funciones. Los módulos de software pueden incluir un módulo de transmisión y un módulo de recepción. Cada módulo de software puede residir en un único dispositivo de almacenamiento o se puede distribuir a través de múltiples dispositivos de almacenamiento. A modo de ejemplo, un módulo de software se puede cargar en una RAM desde un disco duro cuando se produce un suceso de activación. Durante la ejecución del módulo de software, el procesador puede cargar parte de las instrucciones en memoria caché para aumentar la velocidad de acceso. Una o más líneas de memoria caché se pueden cargar a continuación en un archivo de registro general para su ejecución por el procesador. Cuando se haga referencia a la funcionalidad de un módulo de software a continuación, se entenderá que dicha funcionalidad se implementa por el procesador cuando ejecuta instrucciones de ese módulo de software.

**[0093]** Si se implementan en software, las funciones se pueden almacenar o transmitir como una o más instrucciones o código por un medio legible por ordenador. Los medios legibles por ordenador incluyen tanto medios de almacenamiento informáticos como medios de comunicación, incluyendo cualquier medio que facilite la transferencia de un programa informático de un lugar a otro. Un medio de almacenamiento puede ser cualquier medio disponible al que pueda accederse mediante un ordenador. A modo de ejemplo y no de limitación, dichos medios legibles por ordenador pueden comprender RAM, ROM, EEPROM, CD-ROM u otros dispositivos de almacenamiento en disco óptico, almacenamiento en disco magnético u otros dispositivos de almacenamiento magnético, o cualquier otro medio que pueda utilizarse para transportar o almacenar código de programa deseado en forma de instrucciones o estructuras de datos y al que pueda accederse mediante un ordenador. Además, cualquier conexión recibe adecuadamente la denominación de medio legible por ordenador. Por ejemplo, si el software se transmite desde una página web, servidor u otra fuente remota, usando un cable coaxial, cable de fibra óptica, par trenzado, línea de abonado digital (DSL) o tecnologías inalámbricas tales como infrarrojos (IR), radio y microondas, entonces el cable coaxial, cable de fibra óptica, par trenzado, DSL o tecnologías inalámbricas tales como infrarrojos, radio y microondas se incluyen en la definición de medio. El término disco, como se usa en el presente documento, incluye disco compacto (CD), disco láser, disco óptico, disco versátil digital (DVD), disco flexible y disco Blu-ray®, donde algunos discos reproducen habitualmente los datos magnéticamente, mientras que otros discos reproducen los datos ópticamente con láseres. Por tanto, en algunos aspectos, los medios legibles por ordenador pueden comprender medios legibles por ordenador no transitorios (por ejemplo, medios tangibles). Además, para otros aspectos, los medios legibles por ordenador pueden comprender medios transitorios legibles por ordenador (por ejemplo, una señal). Las combinaciones de los anteriores también se deberían incluir dentro del alcance de los medios legibles por ordenador.

**[0094]** Por lo tanto, determinados aspectos pueden comprender un producto de programa informático para realizar las operaciones presentadas en el presente documento. Por ejemplo, un producto de programa informático de este tipo puede comprender un medio legible por ordenador que tenga instrucciones almacenadas (y/o codificadas) en el mismo, siendo las instrucciones ejecutables por uno o más procesadores para realizar las operaciones descritas en el presente documento. Para determinados aspectos, el producto de programa informático puede incluir material de embalaje.

**[0095]** Además, debería apreciarse que los módulos y/u otros medios adecuados para realizar los procedimientos y las técnicas descritos en el presente documento pueden descargarse y/u obtenerse de otra forma por un terminal de usuario y/o una estación base, según corresponda. Por ejemplo, un dispositivo de este tipo puede estar acoplado a un servidor para facilitar la transferencia de medios para realizar los procedimientos descritos en el presente documento. De forma alternativa, diversos procedimientos descritos en el presente documento se pueden proporcionar mediante medios de almacenamiento (por ejemplo, RAM, ROM, un medio de almacenamiento físico tal como un disco compacto (CD) o un disco flexible, etc.), de tal manera que un terminal de usuario y/o una estación base puedan obtener los diversos procedimientos tras acoplarse o proporcionar los medios de almacenamiento al dispositivo. Además, se puede utilizar cualquier otra técnica adecuada para proporcionar a un dispositivo los procedimientos y técnicas descritos en el presente documento.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Un procedimiento para comunicaciones inalámbricas, con el procedimiento realizado por un primer dispositivo de usuario que funciona en una comunicación de múltiples entradas y múltiples salidas, MIMO, de un único usuario, SU, y capaz de funcionar en una comunicación MIMO de múltiples usuarios, MU, y que comprende:
- 10 determinar que el funcionamiento de comunicación MIMO de múltiples usuarios, MU, es preferente y proporcionar información sobre el emparejamiento de precodificadores preferente para el funcionamiento MU-MIMO a un aparato de planificación, en el que proporcionar dicha información comprende:
- 15       generar (402) un informe de retroalimentación para las comunicaciones SU-MIMO y MU-MIMO, con el informe de retroalimentación que comprende una información de matriz de precodificación, PMI, para el funcionamiento MU-MIMO, en el que:
- una columna de la PMI corresponde a una capa dominante que se utilizará para la transmisión mediante el aparato de planificación al primer dispositivo de usuario; y
  - una columna de la PMI corresponde a una capa que se utilizará para la transmisión simultánea mediante el aparato de planificación a un segundo dispositivo de usuario; y
- 20       transmitir (404) el informe de retroalimentación, que incluye una indicación explícita o implícita de información de emparejamiento de precodificadores preferente, al aparato de planificación para realizar el emparejamiento de dispositivos de usuario de comunicación de múltiples usuarios, MU.
- 25 2. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que el informe de retroalimentación se hace corresponder con otro informe de retroalimentación transmitido al aparato de planificación por el segundo dispositivo de usuario.
3. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que:
- 30 la información de la matriz de precodificación, PMI, se elige como preferente entre un conjunto de información de la matriz de precodificación, PMI.
4. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 3, que comprende además:
- 35 recibir señalización, desde el aparato de planificación, basándose en la señalización de Control de Recursos de Radio, RRC, sobre el conjunto de información de la matriz de precodificación, PMI.
5. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que:
- 40       el informe de retroalimentación comprende un indicador de calidad del canal, CQI, calculado para la capa transmitida mediante el aparato de planificación al primer dispositivo de usuario en la comunicación de la SU, y
- 45       el informe de retroalimentación comprende otro Indicador de calidad de canal, CQI, calculado para la capa transmitida mediante el aparato de planificación al primer dispositivo de usuario en comunicación MU.
6. Un aparato para comunicaciones inalámbricas, que comprende medios para realizar el procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5.
- 50 7. Un medio legible por ordenador que contiene instrucciones ejecutables para comunicaciones inalámbricas, con las instrucciones ejecutables que comprenden instrucciones que, cuando son ejecutadas por un ordenador, hacen que el ordenador realice el procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5.
- 55 8. Un procedimiento para comunicaciones inalámbricas, con el procedimiento que se realiza mediante un aparato de planificación y que comprende:
- 60 determinar que se prefiere el funcionamiento de comunicación de múltiples entradas y múltiples salidas, MIMO, de múltiples usuarios, MU, y recibir información sobre el emparejamiento de precodificadores preferente para el funcionamiento MU-MIMO desde un primer dispositivo de usuario, en el que el primer dispositivo de usuario funciona en comunicación MIMO de un único usuario, SU, y es capaz de funcionar en comunicación MU-MIMO, y en el que recibir dicha información comprende:
- 65       recibir (502), desde el primer dispositivo de usuario, un informe de retroalimentación para las comunicaciones SU-MIMO y MU-MIMO, con el informe de retroalimentación que comprende una información de matriz de precodificación, PMI, para el funcionamiento MU-MIMO, en el que:

- una columna de la PMI corresponde a una capa dominante para ser utilizada para las transmisiones mediante el aparato de planificación al primer dispositivo de usuario; y

- una columna de la PMI corresponde a una capa que debe utilizarse para las transmisiones simultáneas mediante el aparato de planificación a un segundo dispositivo de usuario, y

realizar emparejamiento de dispositivo de usuario de comunicación de múltiples usuarios, MU (504), basándose en el informe de retroalimentación, con el informe de retroalimentación que incluye una indicación explícita o implícita de la información de emparejamiento de precodificadores preferente.

10 **9.** Un aparato de planificación para comunicaciones inalámbricas, que comprende medios para realizar el procedimiento según la reivindicación 8.

15 **10.** Un medio legible por ordenador que contiene instrucciones ejecutables para comunicaciones inalámbricas, con las instrucciones ejecutables que comprenden instrucciones que, cuando son ejecutadas por un ordenador, hacen que el ordenador realice el procedimiento según la reivindicación 8.



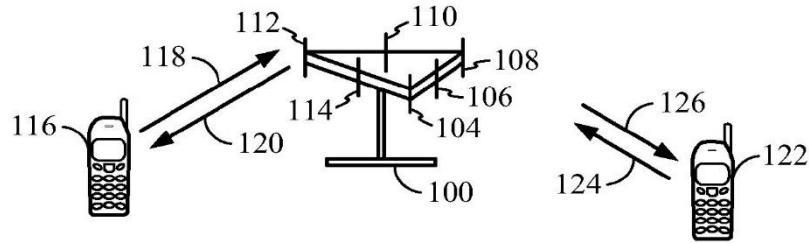


FIG. 1

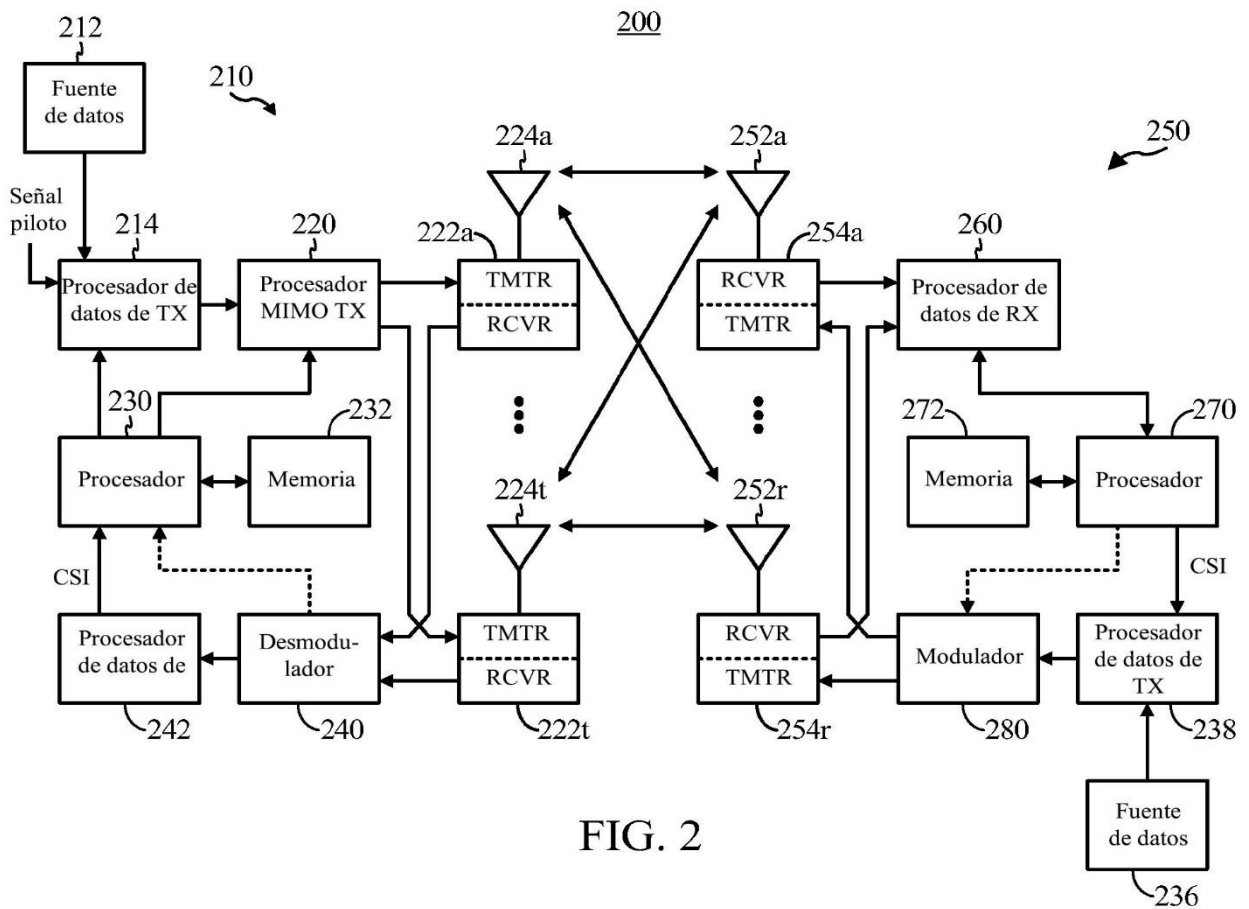


FIG. 2

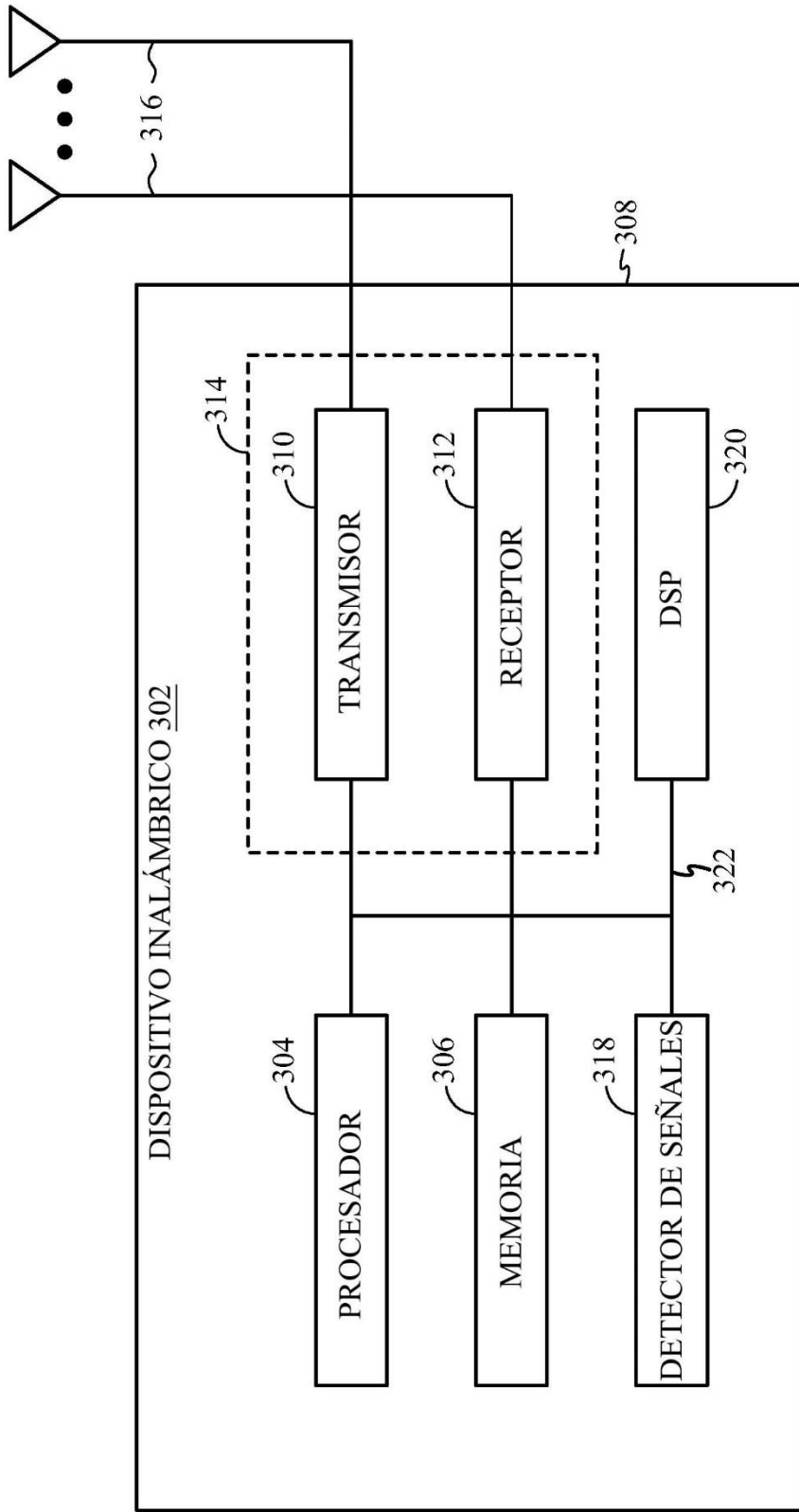


FIG. 3

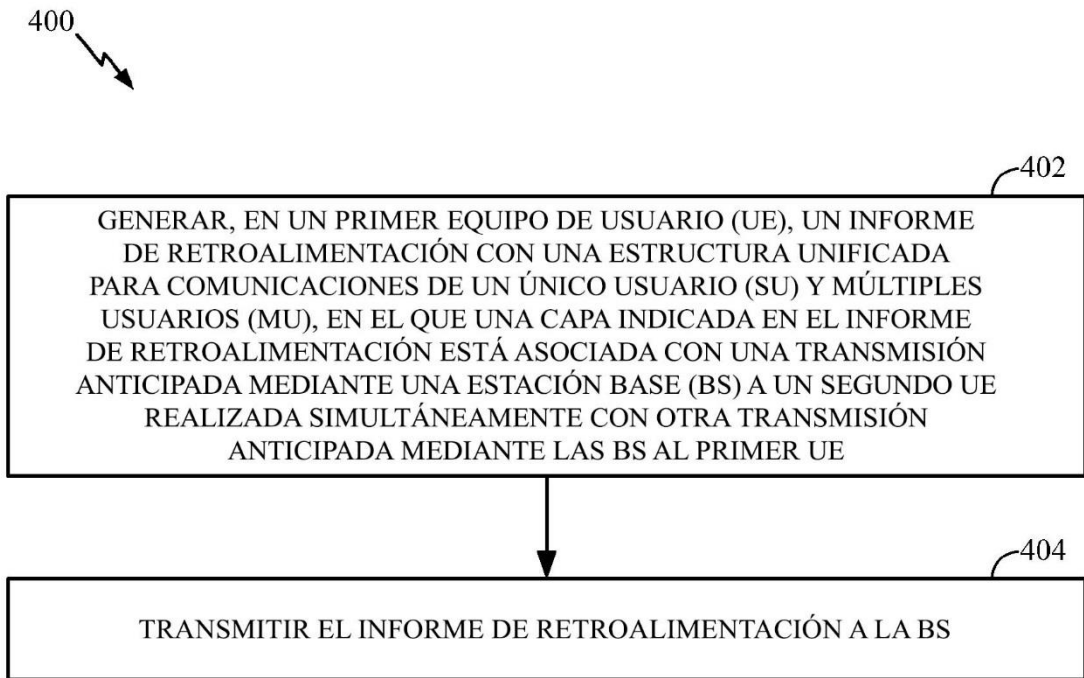


FIG. 4

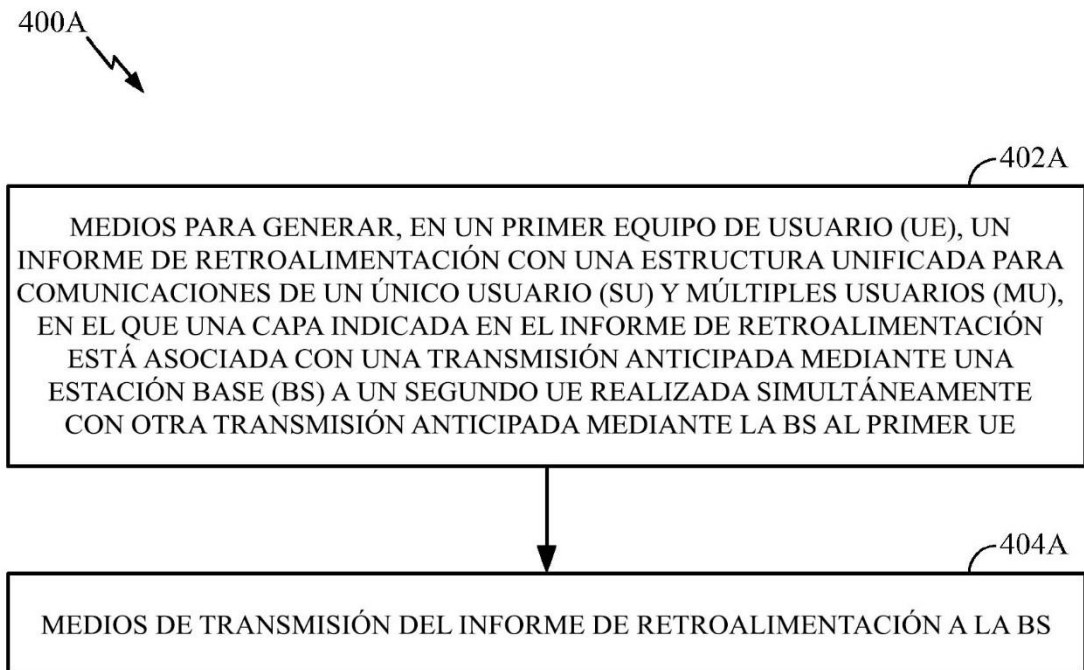


FIG. 4A

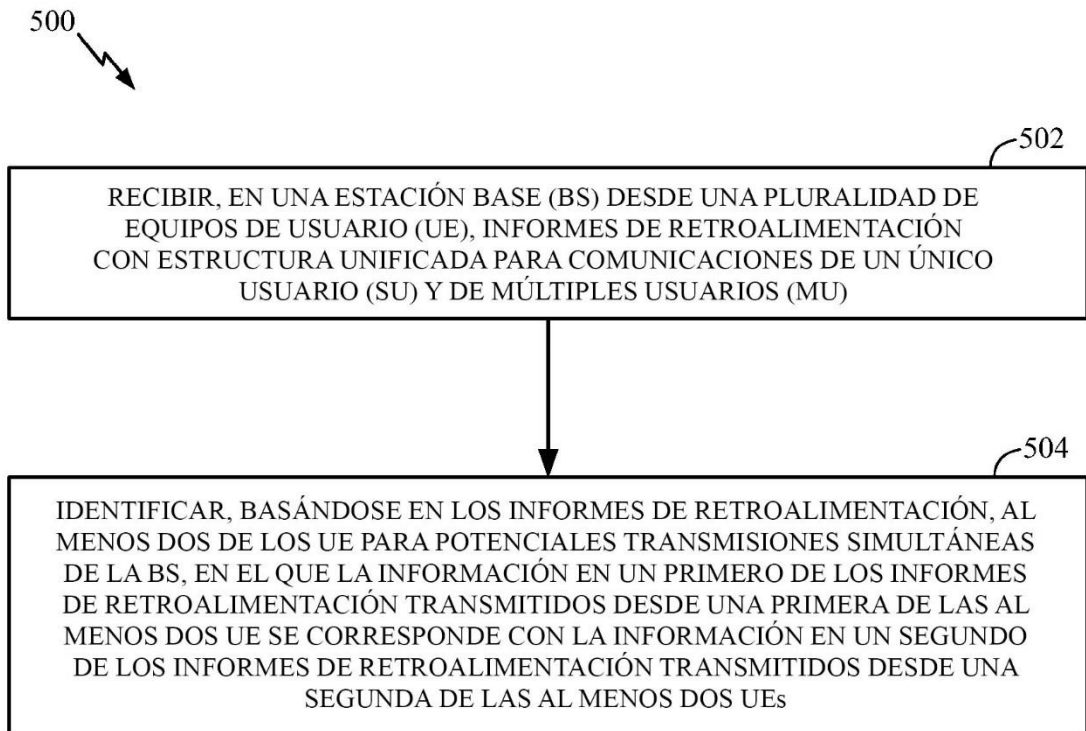


FIG. 5

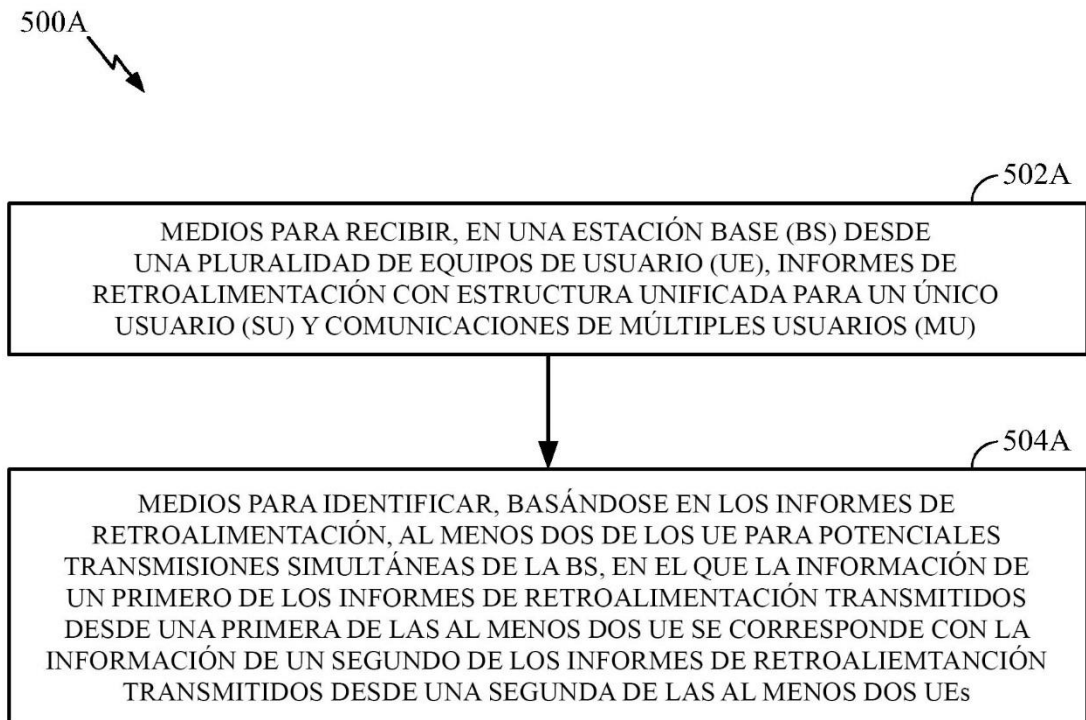


FIG. 5A