

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 623 153**

51 Int. Cl.:

H04L 1/00 (2006.01)

H04B 7/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.05.2007 PCT/US2007/067915**

87 Fecha y número de publicación internacional: **15.11.2007 WO07130963**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.05.2007 E 07761667 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.02.2017 EP 2020093**

54 Título: **Proporcionar realimentación de CQI con velocidad de código común a una estación transmisora**

30 Prioridad:

01.05.2006 US 797014 P
28.12.2006 US 617586

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
10.07.2017

73 Titular/es:

INTEL CORPORATION (100.0%)
2200 Mission College Boulevard
Santa Clara, CA 95054, US

72 Inventor/es:

LI, QINGHUA;
LI, GUANGJIE;
LIN, XINTIAN y
HO, MINNIE

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 623 153 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

Proporcionar realimentación de CQI con velocidad de código común a una estación transmisora

5 Campo técnico

Las formas de realización de la presente invención se refieren al campo de los sistemas de comunicación inalámbrica, más específicamente a procedimientos y aparatos para proporcionar una realimentación de indicador de calidad de canal (CQI) para sistemas de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO) de bucle cerrado.

10

Antecedentes

Puesto que la comunicación inalámbrica es cada vez más popular en las oficinas, los hogares, las escuelas, etc., diferentes tecnologías y aplicaciones inalámbricas pueden funcionar conjuntamente para satisfacer la demanda de cálculo y comunicaciones en cualquier momento y/o en cualquier lugar. Por ejemplo, diversas redes de comunicación inalámbrica pueden coexistir para proporcionar un entorno inalámbrico con mayor capacidad de cálculo y/o comunicación, mayor movilidad y/o, en última instancia, una itinerancia ininterrumpida.

15

En particular, las redes inalámbricas de área personal (WPAN) pueden ofrecer una rápida conectividad de corto alcance en un espacio relativamente pequeño, tal como una oficina o una habitación de una casa. Las redes inalámbricas de área local (WLAN) pueden ofrecer mayor cobertura que las WPAN en edificios de oficinas, hogares, colegios, etc. Las redes inalámbricas de área metropolitana (WMAN) pueden cubrir una mayor distancia que las WLAN al conectar, por ejemplo, edificios entre sí en un área geográfica más amplia. Las redes inalámbricas de área extensa (WWAN) pueden proporcionar la mayor cobertura, ya que tales redes tienen un amplio despliegue en una infraestructura celular. Aunque cada una de las redes de comunicación inalámbrica antes mencionadas permite diferentes usos, la coexistencia de estas redes puede ofrecer un entorno más robusto con una conectividad que puede establecerse en cualquier momento y en cualquier lugar.

20

25

Algunas redes inalámbricas, tales como WMAN, pueden utilizar una técnica de comunicación conocida como múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO). En la técnica MIMO, un nodo de red, tal como una estación base o una estación de abonado, puede comunicarse con otro nodo usando múltiples antenas. Las múltiples antenas pueden usarse para la comunicación con el otro nodo usando múltiples canales espaciales. Existen al menos dos tipos de sistemas MIMO, un sistema MIMO de bucle abierto y un sistema MIMO de bucle cerrado; en un sistema de bucle abierto, el nodo de transmisión puede transmitir señales de datos al nodo de recepción sin recibir primero información de realimentación procedente del nodo de recepción para facilitar tal comunicación. Por el contrario, en un sistema de bucle cerrado, el nodo de transmisión puede recibir desde el nodo de recepción información de realimentación antes de transmitir señales de datos al nodo de recepción. Tal información de realimentación puede facilitar más la transmisión de las señales de datos al nodo de recepción.

30

35

40

La información de realimentación proporcionada al nodo de transmisión puede incluir indicadores de calidad de canal (CQI). Normalmente, un CQI se proporciona para un canal espacial. Un CQI puede especificar un esquema de codificación de modulación (MCS) que puede indicar además dos parámetros, un nivel de modulación y una velocidad de código de corrección de errores en recepción (FEC) (en el presente documento, "velocidad de código"), que el nodo de transmisión puede usar para transmitir un flujo espacial de señales (en el presente documento, "flujo de señales") a través del canal espacial correspondiente. Debe observarse que, en otros casos, un CQI puede especificar otros tipos de indicador de calidad de canal, tal como una relación de señal a interferencia más ruido (SINR), una relación de señal a ruido (SNR), etc., del canal espacial asociado al CQI. Lamentablemente, la realimentación, tal como los CQI, puede consumir grandes cantidades del ancho de banda de realimentación, lo que reduce el rendimiento global de la red inalámbrica. El documento US 2003/185309 A1 da a conocer un procedimiento y un sistema en un transceptor para controlar un canal de comunicaciones MIMO.

45

50

Sumario

Se da a conocer un procedimiento como el descrito en la reivindicación 1, un aparato y un almacenamiento legible por máquina como los descritos en las reivindicaciones 10, 11 y un sistema como el descrito en la reivindicación 12.

55

Breve descripción de los dibujos

Las formas de realización de la presente invención se entenderán fácilmente mediante la siguiente descripción detallada junto con los dibujos adjuntos. Para facilitar esta descripción, los números de referencia similares designan elementos estructurales similares. Las formas de realización de la invención se ilustran a modo de ejemplo y no de manera limitativa en las figuras de los dibujos adjuntos.

60

La FIG. 1 ilustra un sistema de comunicación inalámbrica de ejemplo según varias formas de realización de la presente invención.

65

La FIG. 2 ilustra un sistema de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO) de ejemplo según varias formas de realización de la presente invención.

La FIG. 3 ilustra una estación de abonado de ejemplo según varias formas de realización de la presente invención.

5 La FIG. 4 ilustra indicadores de calidad de canal (CQI) que especifican entradas de esquema de codificación de modulación (MCS) en una tabla que presenta entradas MCS ordenadas según técnicas convencionales.

La FIG. 5 ilustra CQI que especifican entradas MCS en una tabla que presenta entradas MCS ordenadas según varias formas de realización de la presente invención.

La FIG. 6A ilustra una distribución de densidad de probabilidad MCS y un subconjunto seleccionado de entradas MCS de orden inferior no continuas según varias formas de realización de la presente invención.

10 La FIG. 6B ilustra la distribución de densidad de probabilidad MCS y el subconjunto seleccionado de entradas MCS de orden inferior no continuas de la FIG. 6A superpuesto encima de las tablas de las FIG. 4 y 5 según varias formas de realización de la presente invención.

La FIG. 7A ilustra un proceso según varias formas de realización de la presente invención.

La FIG. 7B ilustra otro proceso según varias formas de realización de la presente invención.

15 La FIG. 8 ilustra un aparato según varias formas de realización de la presente invención.

La FIG. 9A ilustra un sistema convencional de transmisión de múltiples palabras de código.

La FIG. 9B ilustra un sistema de transmisión de una sola palabra de código según varias formas de realización de la presente invención.

La FIG. 10 ilustra un sistema de ejemplo según varias formas de realización de la presente invención.

20

Descripción detallada de formas de realización ilustrativas de la invención

En la siguiente descripción detallada se hace referencia a los dibujos adjuntos, que forman parte de la misma, en los que números similares designan partes similares en todos ellos, y en los que se muestran, a modo de ilustración, formas de realización en las que puede llevarse a la práctica la invención. Debe entenderse que pueden utilizarse otras formas de realización y que pueden realizarse cambios estructurales o lógicos sin apartarse del alcance de la presente invención. Por lo tanto, la siguiente descripción detallada no debe tomarse en un sentido limitativo, y el alcance de las formas de realización según la presente invención está definido por las reivindicaciones adjuntas.

25

30 Varias operaciones pueden describirse a su vez como múltiples operaciones discretas, de tal manera que ayuden a entender las formas de realización de la presente invención; sin embargo, no debe considerarse que el orden de descripción implica que estas operaciones dependen del orden.

35

Para los fines de la presente descripción, la expresión "A/B" significa A o B. Para los fines de la presente descripción, la expresión "A y/o B" significa "(A), (B), o (A y B)". Para los fines de la presente descripción, la expresión "al menos uno de A, B y C" significa "(A), (B), (C), (A y B), (A y C), (B y C) o (A, B y C)". Para los fines de la presente descripción, la expresión "(A)B" significa "(B) o (AB)", es decir, A es un elemento opcional.

40

La descripción puede usar las expresiones "en varias formas de realización" o "en algunas formas de realización", las cuales pueden hacer referencia a una o más de la misma o diferentes formas de realización. Además, los términos "que comprende", "que incluye", "que presenta" y similares, usados con respecto a las formas de realización de la presente invención, son sinónimos.

45

Según varias formas de realización de la invención, se proporcionan procedimientos y aparatos que pueden reducir la cantidad de ancho de banda requerida para proporcionar realimentación de calidad de canal a una estación transmisora desde una estación receptora, para permitir que la estación transmisora adapte y configure señales de datos que van a transmitirse a la estación receptora. En las formas de realización, la estación receptora y la estación transmisora pueden utilizar un sistema MIMO de bucle cerrado. En algunas formas de realización de la presente invención, una estación receptora puede transmitir inicialmente a una estación transmisora un primer CQI para indicar a la estación transmisora un primer nivel de modulación y una velocidad de código común, donde el primer nivel de modulación es usado por la estación transmisora para transmitir un primer flujo de señales a la estación receptora, y donde la velocidad de código común es usada por la estación transmisora para transmitir el primer flujo y k-1 flujos adicionales de señales a la estación receptora, donde k es un entero mayor que 1. La estación receptora puede transmitir además a la estación transmisora k-1 CQI adicionales para indicar a la estación transmisora k-1 niveles de modulación que serán usados por la estación transmisora para transmitir los k-1 flujos de señales a la estación receptora. Sin embargo, en formas de realización alternativas de la presente invención, la estación

55

receptora puede transmitir a la estación transmisora un CQI que indica una velocidad de código común única y k niveles de modulación, donde la velocidad de código común será usada por la estación transmisora para transmitir k flujos de señales a la estación receptora y donde cada uno de los k niveles de modulación serán usados por la estación transmisora para transmitir un flujo correspondiente de los k flujos de señales a la estación receptora. Estos y otros aspectos de las formas de realización de la presente invención se describirán a continuación con mayor detalle.

Haciendo referencia a la FIG. 1, un sistema de comunicación inalámbrica 100 de ejemplo puede incluir una o más redes de comunicación inalámbrica, mostradas de manera genérica como 110, 120 y 130. En particular, el sistema de comunicación inalámbrica 100 puede incluir una red inalámbrica de área personal (WPAN) 110, una red inalámbrica de área local (WLAN) 120 y una red inalámbrica de área metropolitana (WMAN) 130. Aunque la FIG. 1 ilustra tres redes de comunicación inalámbrica, el sistema de comunicación inalámbrica 100 puede incluir un número mayor o menor de redes de comunicación inalámbrica. Por ejemplo, el sistema de comunicación inalámbrica 100 puede incluir WPAN, WLAN y/o WMAN adicionales. Los procedimientos y aparatos descritos en el presente documento no están limitados a este respecto.

El sistema de comunicación inalámbrica 100 también puede incluir una o más estaciones de abonado, mostradas de manera genérica como 140, 142, 144, 146 y 148. Por ejemplo, las estaciones de abonado 140, 142, 144, 146 y 148 pueden incluir dispositivos electrónicos inalámbricos tales como un ordenador de escritorio, un ordenador portátil, un ordenador de mano, un ordenador tipo tableta, un teléfono celular, un radiolocalizador, un reproductor de audio y/o de vídeo (por ejemplo, un reproductor MP3 o un reproductor DVD), un dispositivo de juegos, una cámara de vídeo, una cámara digital, un dispositivo de navegación (por ejemplo, un dispositivo GPS), un dispositivo periférico inalámbrico (por ejemplo, una impresora, un escáner, unos auriculares, un teclado, un ratón, etc.), un dispositivo médico (por ejemplo, un controlador de la frecuencia cardíaca, un controlador de la presión sanguínea, etc.) y/u otros dispositivos electrónicos fijos, portátiles o móviles adecuados. Aunque la FIG. 1 ilustra cinco estaciones de abonado, el sistema de comunicación inalámbrica 100 puede incluir un número mayor o menor de estaciones de abonado.

Las estaciones de abonado 140, 142, 144, 146 y 148 pueden usar varias técnicas de modulación, tales como modulación de espectro ensanchado (por ejemplo, acceso múltiple por división de código de secuencia directa (DS-SS) y/o acceso múltiple por división de código y salto de frecuencia (FH-SS)), modulación mediante multiplexación por división de tiempo (TDM), modulación mediante multiplexación por división de frecuencia (FDM), modulación mediante multiplexación por división ortogonal de frecuencia (OFDM), modulación de múltiples portadoras (MDM) y/u otras técnicas de modulación adecuadas para la comunicación a través de enlaces inalámbricos. En un ejemplo, el ordenador portátil 140 puede funcionar según protocolos de comunicación inalámbrica adecuados que requieren muy poca potencia, tales como Bluetooth®, banda ultra-ancha (UWB) y/o identificación mediante radiofrecuencia (RFID), para implementar la WPAN 110. En particular, el ordenador portátil 140 puede comunicarse con dispositivos asociados a la WPAN 110, tales como la cámara de vídeo 142 y/o la impresora 144, a través de enlaces inalámbricos.

En otro ejemplo, el ordenador portátil 140 puede usar modulación de espectro ensanchado de secuencia directa (DSSS) y/o modulación de espectro ensanchado por salto de frecuencia (FHSS) para implementar la WLAN 120 (por ejemplo, la familia de normas 802.11 desarrollada por el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) y/o variantes y evoluciones de estas normas). Por ejemplo, el ordenador portátil 140 puede comunicarse con dispositivos asociados a la WLAN 120, tales como la impresora 144, el ordenador de mano 146 y/o el teléfono inteligente 148, a través de enlaces inalámbricos. El ordenador portátil 140 también puede comunicarse con un punto de acceso (AP) 150 a través de un enlace inalámbrico. El AP 150 puede estar acoplado de manera operativa a un encaminador 152, como se describe posteriormente con mayor detalle. Como alternativa, el AP 150 y el encaminador 152 pueden estar integrados en un único dispositivo (por ejemplo, un encaminador inalámbrico).

El ordenador portátil 140 puede usar modulación OFDM para transmitir grandes cantidades de datos digitales dividiendo una señal de radiofrecuencia en múltiples subseñales pequeñas que, a su vez, se transmiten simultáneamente a diferentes frecuencias. En particular, el ordenador portátil 140 puede usar modulación OFDM para implementar la WMAN 130. Por ejemplo, el ordenador portátil 140 puede funcionar según la familia de normas 802.16 desarrollada por el IEEE para proporcionar redes de acceso inalámbrico de banda ancha (BWA) fijo, portátil y/o móvil (por ejemplo, la norma 802.16-2004 del IEEE (publicada el 18 de septiembre de 2004), la norma 802.16e del IEEE (publicada el 28 de febrero de 2006), la norma 802.16f del IEEE (publicada el 1 de diciembre de 2005), etc.) para la comunicación con estaciones base, mostradas de manera genérica como 160, 162 y 164, a través de enlaces inalámbricos. Además, en algunos casos, la comunicación en la WMAN entre, por ejemplo, estaciones base y estaciones de abonado, puede realizarse mediante tecnología MIMO, tal como tecnología MIMO de bucle cerrado.

Aunque algunos de los ejemplos anteriores se han descrito con respecto a normas desarrolladas por el IEEE, los procedimientos y aparatos dados a conocer en el presente documento pueden aplicarse fácilmente en muchas especificaciones y/o normas desarrolladas por otros grupos y/u organizaciones de desarrollo de normas de interés especial (por ejemplo, la Alianza de Fidelidad Inalámbrica (Wi-Fi), el Foro de Interoperabilidad Mundial para el Acceso por Microondas (WiMAX), la Asociación de Datos por Infrarrojos (IrDA), el Proyecto de Asociación de

Tercera Generación (3GPP), etc.). Los procedimientos y aparatos descritos en el presente documento no están limitados a este respecto.

La WLAN 120 y la WMAN 130 pueden estar acopladas de manera operativa a una red pública o privada común 170, tal como Internet, una red telefónica (por ejemplo, una red telefónica pública conmutada (PSTN)), una red de área local (LAN), una red por cable y/u otra red inalámbrica mediante la conexión a una Ethernet, una línea de abonado digital (DSL), una línea telefónica, un cable coaxial y/o cualquier conexión inalámbrica, etc. En un ejemplo, la WLAN 120 puede estar acoplada de manera operativa a la red pública o privada común 170 a través del AP 150 y/o el encaminador 152. En otro ejemplo, la WMAN 130 puede estar acoplada de manera operativa a la red pública o privada común 170 a través de las estaciones base 160, 162 y/o 164.

El sistema de comunicación inalámbrica 100 puede incluir otras redes de comunicación inalámbrica adecuadas. Por ejemplo, el sistema de comunicación inalámbrica 100 puede incluir una red inalámbrica de área extensa (WWAN) (no mostrada). El ordenador portátil 140 puede funcionar según otros protocolos de comunicación inalámbrica para admitir una WWAN. En particular, estos protocolos de comunicación inalámbrica pueden estar basados en tecnologías de sistemas de comunicación analógicos, digitales y/o de modo dual, tales como el Sistema Global de Comunicaciones Móviles (GSM), tecnología de Acceso Múltiple por División de Código de Banda Ancha (WCDMA), tecnología del Servicio Radioeléctrico General por Paquetes (GPRS), tecnología del Entorno GSM de Datos Mejorado (EDGE), tecnología del Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles (UMTS), tecnología del Proyecto de Asociación de Tercera Generación (3GPP), normas basadas en estas tecnologías, variantes y evoluciones de estas normas y/u otras normas de comunicación inalámbrica adecuadas. Aunque la FIG. 1 ilustra una WPAN, una WLAN y una WMAN, el sistema de comunicación inalámbrica 100 puede incluir otras combinaciones de WPAN, WLAN, WMAN y/o WWAN. Los procedimientos y aparatos descritos en el presente documento no están limitados a este respecto.

El sistema de comunicación inalámbrica 100 puede incluir otros dispositivos de WPAN, WLAN, WMAN y/o WWAN (no mostrados), tales como dispositivos de interfaz de red y dispositivos periféricos (por ejemplo, tarjetas de interfaz de red (NIC)), puntos de acceso (AP), puntos de redistribución, puntos terminales, pasarelas, puentes, concentradores, etc., para implementar un sistema de telefonía celular, un sistema de satélites, un sistema de comunicación personal (PCS), un sistema de radio bidireccional, un sistema de radiolocalización unidireccional, un sistema de radiolocalización bidireccional, un sistema de ordenador personal (PC), un sistema de asistente de datos personal (PDA), un sistema de accesorio informático personal (PCA) y/o cualquier otro sistema de comunicación adecuado. Aunque anteriormente se han descrito ciertos ejemplos, el alcance de cobertura de esta divulgación no está limitado a los mismos.

Haciendo referencia a la FIG. 2, se ilustra un sistema MIMO inalámbrico 200 de ejemplo que puede incluir una estación base 210 (que presenta múltiples antenas 252 a 258) y una o más estaciones de abonado, mostradas de manera genérica como 220 y 225, según varias formas de realización de la presente invención. El sistema MIMO inalámbrico 200 puede incluir un sistema MIMO de punto a punto y/o un sistema MIMO de punto a múltiples puntos. Por ejemplo, un sistema MIMO de punto a punto puede incluir la estación base 210 y la estación de abonado 220. Un sistema MIMO de punto a múltiples puntos puede incluir la estación base 210 y la estación de abonado 225. La estación base 210 puede transmitir los flujos de datos a las estaciones de abonado 220, 225 de manera simultánea a través de múltiples canales espaciales. Por ejemplo, la estación base 210 puede transmitir dos flujos de datos (a través de dos canales espaciales) a la estación de abonado 220 y un flujo de datos a la estación de abonado 225 (a través de un canal espacial). Cada canal espacial que enlaza las estaciones de abonado 220 y 225 con la estación base 210 puede estar asociado a una antena de las estaciones de recepción (por ejemplo, las estaciones de abonado 220 y 225). Por tanto, en este caso, la estación de abonado 220 está enlazada con la estación base 210 a través de dos canales espaciales, mientras que la estación de abonado 225 está enlazada con la estación base 210 a través de un canal espacial. Aunque la FIG. 2 puede ilustrar dos estaciones de abonado 220 y 225, el sistema MIMO inalámbrico 200 puede incluir estaciones de abonado adicionales en formas de realización alternativas. Además, aunque la estación de abonado 220 se ilustra con dos antenas y la estación de abonado 225 se ilustra con una antena, en formas de realización alternativas las estaciones de abonado 220 y 225 pueden tener otro número de antenas. Asimismo, en formas de realización alternativas, la estación base 210 puede tener otro número de antenas en lugar de las cuatro antenas ilustradas en la FIG. 2.

Si el sistema MIMO 200 es un sistema MIMO de bucle cerrado, entonces, antes de que, por ejemplo, la estación base 210 (es decir, la estación transmisora) transmita señales de datos a la estación de abonado 220 (es decir, la estación receptora), la estación de abonado 220 puede medir señales recibidas anteriormente de la estación base 210 recibidas a través de los canales espaciales que enlazan ambas estaciones. En función de las señales recibidas, la estación de abonado 220 puede determinar las calidades de canal de los dos canales espaciales. Como resultado de las determinaciones de calidad de canal, la estación de abonado 220 puede transmitir a la estación base 210 información de realimentación que contiene al menos dos CQI para los dos canales espaciales. En algunas formas de realización, los dos CQI pueden incluir esquemas de codificación de modulación (MCS) para los dos canales espaciales. Una vez que la estación base 210 recibe los dos CQI procedentes de la estación de abonado 220, la estación base 210 puede fijar los niveles de modulación y las velocidades de código para los canales espaciales que se usarán para transmitir señales de datos a la estación de abonado 220.

La FIG. 3 ilustra una estación de abonado según varias formas de realización de la presente invención. La estación de abonado 300 puede incluir un predictor de respuesta de canal 310, un generador de información de realimentación 320, un dispositivo de interfaz de red (NID) 340, un procesador 350 y una memoria 360. El predictor de respuesta de canal 310, el generador de información de realimentación 320, el NID 340, el procesador 350 y la memoria 360 pueden estar acoplados de manera operativa entre sí a través de un bus 370. Aunque la FIG. 3 ilustra componentes de la estación de abonado 300 acoplados entre sí a través del bus 370, estos componentes pueden estar acoplados de manera operativa entre sí a través de otras conexiones directas o indirectas adecuadas (por ejemplo, una conexión de punto a punto o una conexión de punto a múltiples puntos).

El NID 340 puede incluir un receptor 342, un transmisor 344 y una antena 346. La estación de abonado 300 puede recibir y/o transmitir datos a través del receptor 342 y del transmisor 344, respectivamente. La antena 346 puede incluir una o más antenas direccionales u omnidireccionales, tales como antenas dipolo, antenas monopolo, antenas de parche, antenas de bucle, antenas de microbanda y/u otros tipos de antenas adecuadas para la transmisión de señales de radiofrecuencia (RF). Aunque la FIG. 3 ilustra una única antena, la estación de abonado 220 puede incluir antenas adicionales. Por ejemplo, la estación de abonado 300 puede incluir una pluralidad de antenas para implementar un sistema de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO).

Aunque los componentes mostrados en la FIG. 3 se ilustran como bloques diferentes en la estación de abonado 300, las funciones realizadas por algunos de estos bloques pueden integrarse en un único circuito semiconductor o pueden implementarse usando dos o más circuitos integrados diferentes. Por ejemplo, aunque el receptor 342 y el transmisor 344 se ilustran como bloques diferentes en el NID 340, el receptor 342 puede estar integrado en el transmisor 344 (por ejemplo, un transceptor). La presente invención descrita en el presente documento no está limitada a esto.

En general, la realimentación de indicador de calidad de canal (CQI), como se ha descrito antes brevemente, se utiliza ampliamente en sistemas WMAN para la planificación y la adaptación de enlaces. Consume gran parte del ancho de banda de realimentación. En sistemas de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO) de bucle abierto, el CQI para cada antena (o canal o capa espacial) se notifica desde una estación receptora (es decir, una estación de abonado) a una estación transmisora (es decir, una estación base) en función de las mediciones de señales recibidas previamente por la estación receptora desde la estación transmisora a través de los canales espaciales que enlazan ambas estaciones. Tales mediciones pueden permitir que la estación receptora determine las calidades de canal de los canales espaciales. En sistemas MIMO convencionales, puesto que los CQI de las antenas del enlace MIMO pueden estar en cualquier orden, la realimentación proporcionada a la estación transmisora (es decir, la estación base) puede consumir más bits que cuando las calidades están ordenadas. En sistemas MIMO de bucle cerrado, cuando los vectores de conformación de haz para cada uno de los canales espaciales formados por las antenas se proporcionan mediante una estación de abonado y se notifican a una estación base, pueden estar dispuestos en orden según las calidades de canal de los canales espaciales que están asociados a los vectores de conformación de haz. Dado que los vectores de conformación de haz ya se han notificado, los CQI que se notifican a la estación base y que corresponden a los vectores de conformación de haz (así como sus canales espaciales asociados) también pueden ordenarse. Al ordenarse, puede reducirse el número de bits necesarios para los CQI que se notifican a la estación base, es decir, el ancho de banda global necesario, según varias formas de realización de la presente invención.

Un ejemplo de CQI para un sistema de control de velocidad por antena (PARC) y un sistema MIMO de bucle abierto se ilustra en la FIG. 4. En particular, la FIG. 4 muestra una tabla que comprende una pluralidad de entradas MCS ordenadas, donde cada una de las entradas MCS está asociada a un nivel diferente de calidad de canal. Como se ilustra, hay 32 entradas en la tabla y cada entrada identifica de manera correspondiente un MCS diferente. La calidad de canal disminuye con el índice de entrada. Por ejemplo, la entrada treinta y una, que está en la parte inferior de la tabla (es decir, MCS31), puede estar asociada al canal de mayor calidad de entre un conjunto de canales espaciales a modo de ejemplo asociados a las entradas MCS de la tabla, mientras que la entrada cero, en la parte superior de la tabla (es decir, MCS0), puede estar asociada al canal de peor calidad de entre un conjunto de canales espaciales a modo de ejemplo asociados a las entradas MCS de la tabla. Por tanto, en esta tabla, MCS31 es una entrada de orden superior a la MCS0. Asimismo, MCS9 es una entrada de orden superior a la MCS7. Por tanto, la tabla ilustrada en la FIG. 4 muestra una pluralidad de entradas MCS ordenadas. Cada una de las entradas MCS de la tabla puede estar asociada a un nivel de modulación y una velocidad de código de corrección de errores en recepción (FEC). Por tanto, aunque no se ilustra, la tabla tiene esencialmente dos dimensiones, una a lo largo del nivel de modulación y otra a lo largo de la velocidad de código FEC. Las dos dimensiones se fusionan en una dimensión ordenada por la calidad de canal. Por tanto, cada combinación de nivel de modulación y de velocidad de código pueden correlacionarse con una calidad de canal. Como resultado, un nivel de modulación inferior y/o una velocidad de código inferior pueden utilizarse en un canal espacial de menor calidad.

Como se ha descrito anteriormente, una estación de abonado (por ejemplo, la estación de abonado 220 de la FIG. 2) puede notificar un CQI para cada uno de sus canales espaciales para facilitar la transmisión de señales de datos desde la estación base (por ejemplo, la estación base 210). Por ejemplo, supóngase que la estación de abonado 220 tiene tres antenas en lugar de las dos antenas ilustradas en la FIG. 2; la estación de abonado 220 puede enviar

entonces a la estación base 210 tres CQI (es decir, el CQI 1, el CQI 2 y el CQI 3) para tres canales espaciales (por ejemplo, los canales espaciales 1, 2 y 3) antes de que la estación base 210 envíe señales de datos a la estación de abonado 220. Con técnicas convencionales, los tres CQI notificados a la estación base 210 pueden estar en un orden aleatorio. Por tanto, el CQI 1, el CQI 2 y el CQI 3 que se notifican a la estación base 210 identificarán, como se ilustra en la FIG. 4, entradas para MCS7, MCS5 y MCS9, respectivamente.

Los CQI pueden identificar entradas MCS ya sea directa o indirectamente mediante, por ejemplo, la indexación con respecto a una pluralidad de entradas MCS ordenadas, como se muestra en la FIG. 4. Algunos sistemas convencionales pueden usar 5, 3 y 3 bits para identificar las tres entradas MCS para los tres CQI. Es decir, tanto la estación base 210 como la estación de abonado 220 pueden estar dotadas de una tabla de entradas MCS ordenadas como la ilustrada en la FIG. 4 que, junto con los CQI de 5, 3 y 3 bits proporcionados por la estación de abonado 220, pueden permitir que la estación base 210 pueda determinar las entradas MCS especificadas por los CQI que tienen 5, 3 y 3 bits. Por ejemplo, en sistemas convencionales, el CQI 1 puede incluir 5 bits (por ejemplo, $2^5 = 32$ entradas) para identificar directamente una entrada MCS de entre 32 entradas MCS, y el CQI 2 (o 3) puede incluir 3 bits para identificar indirectamente otra entrada en un conjunto de 8 entradas en torno a la entrada del CQI 1. Debido a la naturaleza aleatoria de los sistemas convencionales, el CQI 3 (así como el CQI 2) puede identificar, en sistemas convencionales, una entrada MCS que es una entrada MCS de orden inferior o superior a la entrada MCS identificada por el CQI 1. En este caso, el CQI 3 identifica la entrada MCS9, que es una entrada de orden superior a la entrada (es decir, la entrada MCS7) identificada por CQI 1. Debido a la mayor gama o variación dinámica de CQI 3 y CQI 2, con respecto a CQI 1, pueden necesitarse más bits para su especificación en comparación a que, por ejemplo, el CQI 3 y el CQI 2 solo pudieran ser inferiores a CQI.

En general, los procedimientos y aparatos descritos en el presente documento pueden reducir la cantidad de ancho de banda necesaria para la realimentación de canal en sistemas MIMO de conformación de haz. Los procedimientos y aparatos descritos en el presente documento no están limitados a este respecto. En sistemas MIMO de conformación de haz (o de precodificación), los vectores de conformación de haz para un conjunto de canales espaciales pueden notificarse a una estación transmisora desde una estación receptora, y los vectores pueden ordenarse según la calidad de canal. Esto significa que la calidad del canal espacial que corresponde a un primer vector de conformación de haz puede ser el mejor de entre un conjunto de canales espaciales, y la calidad del canal espacial que corresponde a un segundo vector de conformación de haz puede ser el segundo mejor de entre el conjunto de canales espaciales, donde el conjunto de canales espaciales puede enlazar de manera comunicativa la estación receptora a la estación transmisora. Como resultado, los CQI asociados al conjunto de canales espaciales y sus vectores de conformación de haz asociados también pueden ordenarse. Debe observarse que la calidad de canal puede medirse en la salida de un descodificador MIMO que puede utilizar forzado a cero, mínimo error cuadrático medio (MMSE), cancelación sucesiva de interferencias, cancelación paralela de interferencias y/u otros procesos.

Debido a los vectores de conformación de haz ordenados proporcionados a la estación transmisora (es decir, la estación base 210), en la estación transmisora puede determinarse qué CQI del grupo de CQI recibidos desde la estación receptora (por ejemplo, la estación de abonado 220) estará asociado al canal espacial de mayor calidad de entre el conjunto de canales espaciales que enlazan de manera comunicativa la estación transmisora con la estación receptora. El CQI determinado como asociado al canal de mayor calidad también puede especificar, en una pluralidad de entradas MCS ordenadas, la entrada MCS ordenada más alta con respecto a las otras entradas MCS que se identificarán directa o indirectamente mediante los otros CQI. Esto se ilustra en la FIG. 5, en la que el CQI 1 identifica directamente la entrada MCS más alta con respecto a las entradas MCS que pueden identificarse indirectamente mediante el CQI 2 y el CQI 3. Debe observarse que en el presente documento se usan las palabras "directamente" e "indirectamente". Esto se debe a que el CQI 1 puede necesitar cinco bits para identificar una entrada MCS (por tanto, una identificación "directa") de entre las 32 entradas, mientras que el CQI 2 y el CQI 3 pueden necesitar menos bits para identificar sus entradas MCS correspondientes (por tanto, una identificación "indirecta") ya que las entradas MCS para el CQI 2 y el CQI 3 serán entradas MCS de orden inferior con respecto a la entrada MCS identificada por el CQI 1. Es decir, las entradas MCS para el CQI 2 y el CQI 3 serán, en la tabla de entradas MCS ordenadas, entradas MCS de orden inferior con respecto a la entrada MCS identificada mediante el CQI 1. Por tanto, las entradas MCS para el CQI 2 y 3 no tendrán que identificarse completamente (es decir, una identificación de 5 bits) ya que las entradas MCS para el CQI 2 y 3 pueden identificarse haciendo referencia o indexando las mismas con respecto a la entrada MCS identificada por el CQI 1, como se describirá posteriormente con mayor detalle. Como resultado, el CQI 2 y el CQI 3 pueden necesitar menos bits para identificar sus entradas MCS respectivas siempre que se conozca la identidad de la entrada MCS para el CQI 1. Por tanto, según varias formas de realización de la presente invención, este orden de los CQI puede utilizarse para reducir la cantidad de ancho de banda necesario para la realimentación de CQI para los canales espaciales de conformación de haz.

La reducción de ancho de banda necesario para la realimentación de CQI puede facilitarse además determinando de manera genérica o no genérica una distribución de densidad de probabilidad (es decir, función de densidad de probabilidad) para un segundo canal espacial dado un primer canal espacial, como se ilustra en la FIG. 6A. Tal distribución estadística puede ser también una distribución de densidad de probabilidad MCS para una segunda entrada MCS dada una primera entrada MCS. Al generarse una distribución estadística de este tipo, puede reducirse el número de bits necesarios para identificar una segunda entrada MCS (como la identificada indirectamente

mediante un segundo CQI, es decir, el CQI 2) dada una primera entrada MCS (como la identificada directamente mediante un primer CQI, es decir, el CQI 1). Tal distribución estadística puede generarse, por ejemplo, generando de manera aleatoria muchos canales de conformación de haz y calculando un primer y un segundo CQI (CQI 1 y CQI 2), los cuales usan 5 bits, y recopilando las estadísticas acerca de la diferencia entre el CQI 1 y el CQI 2, es decir, CQI 1 - CQI 2. La distribución de densidad de probabilidad empírica de la diferencia puede calcularse después. La distribución de densidad de probabilidad MCS puede usarse después para predeterminar un subconjunto seleccionado de entradas MCS de orden inferior no continuas ilustradas como S2 en la FIG. 6A. Debe observarse que en el presente documento se usan de manera intercambiable los términos "distribución de densidad de probabilidad" y "función de densidad de probabilidad" y, por lo tanto, son sinónimos.

Los elementos del subconjunto seleccionado de entradas MCS de orden inferior no continuas (en el presente documento, "subconjunto seleccionado") son entradas MCS candidatas, una de las cuales puede identificarse indirectamente mediante CQI 2. Dado el tamaño de S2, por ejemplo 4, puede calcularse el patrón de S2. En esta ilustración, la primera entrada MCS es la MCS i (identificada por el CQI 1). Dada la primera entrada MCS, MCS i, los cuatro elementos del subconjunto seleccionado basado en la distribución estadística son las entradas MCS i-2, MCS i-3, MCS i-5 y MCS i-8, que son entradas MCS de orden inferior sucesivas. En algunas formas de realización, el subconjunto seleccionado de entradas MCS, MCS i-2, MCS i-3, MCS i-5 y MCS i-8, puede ser genérico, por lo que puede usarse independientemente del valor del primer MCS (es decir, el valor de "i" en MCS i). Como alternativa, el subconjunto seleccionado de entradas MCS puede no ser genérico y puede depender del valor del primer MCS. Aunque el subconjunto seleccionado de entradas MCS, MCS i-2, MCS i-3, MCS i-5 y MCS i-8, son entradas MCS de orden inferior sucesivas, algunos elementos sucesivos del subconjunto seleccionado pueden no ser sucesivos de manera correlativa.

Por ejemplo, un elemento que no pertenece al subconjunto, la entrada MCS i-4, está entre los elementos de subconjunto MCS i-3 y MCS i-5. Asimismo, elementos que no pertenecen al subconjunto, las entradas MCS i-6 y MCS i-7, están entre los elementos de subconjunto MCS i-5 y MCS i-8. Esto es como resultado de la distribución de densidad de probabilidad MCS y de la densidad de probabilidad inferior a medida que nos alejamos de la primera entrada MCS (es decir, MCS i). Como resultado, el subconjunto seleccionado no es continuo. Sin embargo, en formas de realización alternativas, el subconjunto seleccionado puede ser continuo (es decir, no hay ningún elemento, que no sea miembro, dispuesto entre los elementos del subconjunto seleccionado).

Además, las entradas MCS del subconjunto seleccionado son entradas MCS de orden inferior ya que los elementos del subconjunto tienen un orden inferior a la primera entrada MCS (es decir, MCS i). En este ejemplo, el CQI 1 puede indexar directamente la primera entrada MCS (MCS i) en una pluralidad de entradas MCS ordenadas (es decir, la tabla de la FIG. 6A), mientras que el CQI 2 puede indexar indirectamente una segunda entrada MCS perteneciente al subconjunto seleccionado de entradas MCS de orden inferior no continuas con respecto a la primera entrada MCS indexada.

Debe observarse que la distribución de densidad de probabilidad MCS y/o el subconjunto seleccionado, como se ha indicado anteriormente, pueden ser genéricos, por lo que la distribución de densidad de probabilidad MCS y/o el subconjunto seleccionado pueden usarse para determinar una tercera entrada MCS para un tercer CQI (CQI 3) dada la segunda entrada MCS (identificada indirectamente por el CQI 2). Evidentemente, una vez que se determine la tercera entrada MCS para el tercer CQI, el tercer CQI, que puede identificar indirectamente la tercera entrada MCS, puede transmitirse a la estación transmisora. Este proceso para identificar indirectamente las entradas MCS para CQI diferentes al CQI 1 (asociado al canal de mayor calidad) puede repetirse una y otra vez para CQI adicionales si CQI adicionales para canales espaciales adicionales van a transmitirse a la estación transmisora usando la misma distribución de densidad de probabilidad MCS genérica y/o el subconjunto seleccionado. Como alternativa, la distribución de densidad de probabilidad MCS y/o el subconjunto seleccionado pueden no ser genéricos y pueden depender de, por ejemplo, el valor del primer CQI (por ejemplo, el primer MCS identificado por el primer CQI). En tales casos, puede ser necesario determinar la distribución de densidad de probabilidad MCS y/o el subconjunto seleccionado para cada CQI adicional.

En algunas formas de realización, la distribución de densidad de probabilidad MCS y/o el subconjunto seleccionado resultante pueden generarse mediante la estación receptora (por ejemplo, la estación de abonado 220), y la estación transmisora (por ejemplo, la estación base 210) puede incluir la distribución de densidad de probabilidad MCS y/o del subconjunto seleccionado para facilitar que la estación transmisora determine las entradas MCS que pueden identificarse indirectamente mediante los CQI proporcionados por la estación receptora.

Un ejemplo de cómo la distribución de densidad de probabilidad y el subconjunto seleccionado resultante de entradas MCS de orden inferior (S2) pueden reducir los requisitos de bit para los CQI se describe a continuación con referencia a la FIG. 6B. En particular, la FIG. 6B ilustra la tabla de entradas MCS ordenadas de las FIG. 4 y 5, con la distribución de densidad de probabilidad y el conjunto seleccionado (S2) de FIG. 6A superpuesto encima de la tabla. Supóngase que un primer CQI (CQI 1) asociado al canal de mayor calidad de un conjunto de canales espaciales (es decir, un conjunto de canales espaciales que enlazan una estación receptora con una estación transmisora) necesita 5 bits para identificar directamente una entrada MCS de las 32 entradas MCS, en este caso la entrada MCS9. Para que el segundo CQI (CQI 2) identifique indirectamente una segunda entrada MCS, un subconjunto seleccionado de

entradas, S2, puede determinarse en función de, al menos, la distribución de densidad de probabilidad MCS. Los miembros de S2 son, en este caso, las entradas MCS7, MCS6, MCS4 y MCS1. Como se ilustra, S2 solo tiene cuatro entradas en lugar de ocho, como era el caso de los sistemas convencionales descritos anteriormente en la FIG. 4.

5 Como resultado, solo puede necesitarse dos bits (en lugar de los tres bits necesarios en los sistemas convencionales) para identificar, al menos indirectamente, la segunda entrada MCS para el CQI 2. Es decir, si el dispositivo transmisor (es decir, la estación base 210) que recibe el CQI 2 (con los dos bits que identifican indirectamente la segunda entrada MCS) ya incluye la tabla de entradas MCS ordenadas (de las FIG. 4, 5 y 6B) y la distribución de densidad de probabilidad o el conjunto seleccionado de la FIG. 6A, puede determinar la identidad del
 10 segundo MCS, identificado indirectamente por el CQI 2, dado el primer MCS identificado directamente por el CQI 1. Asimismo, para el CQI 3, el subconjunto seleccionado de entradas MCS de orden inferior no continuas, si el subconjunto seleccionado es genérico, puede usarse para facilitar la identificación de una tercera entrada MCS que se identifica indirectamente con un CQI 3 de dos bits dada la segunda entrada MCS que se identificó indirectamente mediante el CQI 2.

15 Por otro lado, si la distribución de densidad de probabilidad MCS y/o el subconjunto seleccionado no son genéricos, entonces puede determinarse una nueva distribución de densidad de probabilidad MCS y/o el subconjunto seleccionado para el CQI 3, dado el CQI 2. La determinación de la distribución de densidad de probabilidad MCS puede realizarse, en algunas formas de realización, en un estado desconectado. En tal escenario, una vez que se determine el subconjunto seleccionado en función de la distribución de densidad de probabilidad MCS determinada en un estado desconectado, la estación receptora puede generar y notificar una realimentación (es decir, un CQI que identifica indirectamente un MCS) según el subconjunto, y la estación transmisora puede seleccionar después un MCS según el subconjunto y la realimentación, lo que puede suceder durante el modo de utilización (es decir, durante el estado conectado).

20 Debe observarse que puede ser posible que para el segundo CQI, el CQI 2, la entrada MCS real debe ser una entrada MCS diferente a las incluidas en el subconjunto seleccionado (es decir, MCS7, MCS6, MCS4 y MCS1). Por ejemplo, supóngase que la entrada MCS real para el CQI 2 debe ser MCS2, que no es un elemento del subconjunto seleccionado. Esta discrepancia puede ignorarse ya que la entrada MCS puede redondearse a un elemento de subconjunto seleccionado, tal como MCS1. Además, la entrada MCS (es decir, MCS1) que va a identificarse indirectamente mediante el CQI 2 usando el enfoque de redondeo que, de nuevo, puede no ser el valor MCS real, puede estar asociada a un canal de muy baja calidad, dando por tanto como resultado un canal espacial que no se utiliza, ya que tal canal espacial puede no ser adecuado para transmitir señales de datos. Por tanto, el enfoque de redondeo, particularmente cuando se usa en entradas MCS de orden inferior, puede no afectar al rendimiento global de un sistema MIMO de bucle cerrado. Debe observarse que en algunas formas de realización, una de las entradas MCS del subconjunto seleccionado puede estar reservada para transmisiones de elementos de información que no son datos para el canal espacial correspondiente, es decir, el canal espacial 2.

40 Aunque en algunas formas de realización de la presente invención los procedimientos y aparatos descritos en esta descripción pueden estar asociados al Proyecto de Asociación de Tercera Generación (3GPP) para la Evolución a Largo Plazo (LTE), los procedimientos y aparatos descritos en esta descripción pueden aplicarse fácilmente a otras tecnologías inalámbricas, protocolos y/o normas adecuados.

45 Los enfoques anteriores para reducir el ancho de banda necesario para la realimentación de CQI pueden facilitarse o mejorarse adicionalmente usando los procedimientos y/o los aparatos que se describirán a continuación. Como se ha descrito anteriormente, en sistemas MIMO de bucle cerrado convencionales, un CQI puede identificar normalmente un indicador de calidad tal como un MCS, que puede indicar además dos parámetros o palabras de código, un nivel de modulación y una velocidad de código FEC (es decir, velocidad de código). Por consiguiente, un CQI convencional indica o especifica un nivel de modulación y una velocidad de código que usará una estación transmisora para configurar y adaptar un flujo de señales que se transmitirá a través de un canal espacial a la estación receptora.

55 Además, en sistemas MIMO de bucle cerrado convencionales, los sistemas pueden funcionar en un modo de múltiples palabras de código en el que, en cualquier periodo o incremento de tiempo dado, la estación receptora envía a la estación transmisora múltiples palabras de código FEC (es decir, velocidades de código FEC) a través de múltiples canales espaciales en paralelo. Por el contrario, y según varias formas de realización de la presente invención, en un modo de palabra de código única, la estación receptora solo puede enviar a la estación transmisora una única velocidad de código FEC a través de un único canal espacial en cualquier periodo o incremento de tiempo dado, la velocidad de código FEC única (en el presente documento, la estación transmisora puede usar la "velocidad de código común" para transmitir múltiples flujos de señales a través de múltiples canales espaciales). Según varias formas de realización de la invención, los resultados de usar una única velocidad de código común para transmitir múltiples flujos de señales mediante una estación transmisora pueden ser muy similares a los resultados obtenidos usando múltiples velocidades de código.

65 En particular, una estación receptora que está enlazada de manera comunicativa con una estación transmisora a través de k canales espaciales puede transmitir un primer CQI a la estación transmisora que indica un nivel de

modulación que será usado por la estación transmisora para transmitir (es decir, para configurar la transmisión de) un primer flujo de k flujos de señales que se transmitirán a la estación receptora. El primer CQI puede incluir además una velocidad de código común que será usada por la estación transmisora para transmitir el primero de los k flujos de señales, así como para transmitir el resto de los $k-1$ flujos adicionales de señales a la estación receptora. La estación receptora puede transmitir además a la estación transmisora $k-1$ CQI adicionales para indicar a la estación transmisora los $k-1$ niveles de modulación que serán usados por la estación transmisora para transmitir los $k-1$ flujos adicionales de señales a la estación receptora.

Como alternativa, la estación receptora puede transmitir a la estación transmisora un único CQI que indica una única velocidad de código común y múltiples, k , niveles de modulación, donde la velocidad de código común podrá ser usada por la estación transmisora para transmitir k flujos de señales a la estación receptora y donde cada uno de los k niveles de modulación serán usados por la estación transmisora para transmitir un flujo correspondiente de los k flujos de señales a la estación receptora. En cualquiera de los dos procedimientos anteriores, la velocidad de código común y los niveles de modulación pueden indicarse en los CQI mediante su indexación. Además, puesto que las calidades de los canales espaciales pueden variar en el tiempo en ambos procedimientos anteriores, la transmisión de los CQI o del CQI puede producirse durante un primer incremento de tiempo, y los procesos pueden repetirse para transmitir otro conjunto de CQI u otro CQI durante un segundo incremento de tiempo posterior al primer incremento de tiempo. Esto puede repetirse una y otra vez en incrementos de tiempo adicionales.

Las FIG. 7A y 7B ilustran dos procesos según varias formas de realización de la presente invención. Los procesos de ejemplo 700 y 750 de las FIG. 7A y 7B pueden implementarse como instrucciones accesibles por máquina utilizando cualquiera de muchos códigos de programación diferentes almacenados en cualquier combinación de medios accesibles por máquina, tales como una memoria volátil o una memoria no volátil u otro dispositivo de almacenamiento masivo (por ejemplo, un disco flexible, un CD y un DVD). Por ejemplo, las instrucciones accesibles por máquina pueden implementarse en un medio accesible por máquina tal como una matriz de puertas programables, un circuito integrado de aplicación específica (ASIC), una memoria de solo lectura borrable programable (EPROM), una memoria de solo lectura (ROM), una memoria de acceso aleatorio (RAM), un medio magnético, un medio óptico y/o cualquier otro tipo de medio adecuado.

El proceso 700 puede comenzar cuando una estación transmisora y una estación receptora acuerdan utilizar un modo de palabra de código única para transmitir k flujos de señales desde la estación transmisora a la estación receptora a través de k canales espaciales en 702. La estación transmisora puede enviar después una solicitud a la estación receptora para proporcionar una realimentación de CQI para el modo de palabra de código única en 704. Tras obtener la solicitud, la estación receptora puede determinar un primer CQI para un primer flujo de los k flujos de señales que van a transmitirse mediante la estación transmisora, donde el primer CQI indica un nivel de modulación que será usado por la estación transmisora para transmitir el primero de los k flujos de señales que van a transmitirse a la estación receptora, y una velocidad de código común que será usada por la estación transmisora para transmitir todos los k flujos de señales (es decir, el primero y los $k-1$ flujos adicionales de señales). La estación receptora puede determinar además $k-1$ CQI adicionales que indican niveles de modulación que serán usados por la estación transmisora para transmitir los otros $k-1$ flujos de señales en 706. Por tanto, los $k-1$ CQI adicionales pueden ser CQI de palabra de código única que solo especifican niveles de modulación pero que no especifican velocidades de código. Después de haberse determinado los CQI, la estación receptora puede enviar después los CQI a la estación transmisora en 708.

Según varias formas de realización de la presente invención, cada uno de los $k-1$ CQI adicionales que se transmitirá a la estación transmisora puede tener un tamaño de datos de dos bits para indicar una selección de uno de tres o cuatro niveles de modulación candidatos para la estación transmisora. Por ejemplo, para la LTE 3GPP, si la estación transmisora y la estación receptora son parte de una red WiMAX, entonces cada uno de los $k-1$ CQI adicionales puede indicar una selección de entre tres niveles de modulación posibles QPSK, 16QAM y 64QAM. Por otro lado, si la estación transmisora y la estación receptora son parte de una red Wi-Fi, entonces cada uno de los $k-1$ CQI adicionales puede indicar una selección de entre cuatro niveles de modulación posibles BPSK, QPSK, 16QAM y 64QAM. Para facilitar el proceso 700, la estación receptora puede notificar directa o indirectamente a la estación transmisora un orden de los k canales espaciales con respecto a las calidades relativas entre los k canales espaciales. Como se ha descrito anteriormente, esto puede conseguirse, por ejemplo, si la estación receptora proporciona a la estación transmisora vectores ordenados de conformación de haz asociados a los k canales espaciales.

En algunas formas de realización alternativas de la invención, cada uno de los $k-1$ CQI adicionales que van a transmitirse a la estación transmisora tiene un tamaño de datos de 1 bit para indicar a la estación transmisora si usar el mismo nivel de modulación u otro inferior como un nivel de modulación indicado por otro CQI, siendo el otro CQI uno de los otros $k-1$ CQI adicionales o el primer CQI que se transmitirá a la estación transmisora, donde cada uno de los $k-1$ CQI adicionales puede estar asociado a un canal espacial ordenado por calidad correspondiente que sucede inmediatamente a otro canal espacial ordenado por calidad asociado al otro CQI.

Dicho de otro modo, puesto que cada CQI está asociado a un canal espacial correspondiente, los propios CQI pueden ordenarse si sus canales espaciales correspondientes se ordenan a través de, por ejemplo, los vectores de

conformación de haz ordenados. Usando la ordenación del canal espacial (así como los CQI), solo puede necesitarse 1 bit para especificar o indicar un nivel de modulación para un CQI. Por ejemplo, supóngase que hay tres CQI (es decir, CQI 1, CQI 2 y CQI 3) que se transmitirán desde la estación receptora a la estación transmisora, donde los tres CQI están asociados a tres canales espaciales correspondientes. Supóngase además que el CQI 1 está asociado al canal espacial de mayor calidad, que el CQI 2 está asociado al canal espacial con la segunda mejor calidad (es decir, el canal espacial de CQI 2 sucede inmediatamente al canal espacial de mayor calidad de CQI 1), y que el CQI 3 está asociado al canal espacial de peor calidad (es decir, el canal espacial de CQI 3 sucede inmediatamente al canal espacial con la segunda mayor calidad de CQI 2). Dado el nivel de modulación indicado por CQI 1, solo puede necesitarse 1 bit para indicar el nivel de modulación del CQI 2. Si el bit se fija a un "0" lógico, por ejemplo, puede indicar que el nivel de modulación de CQI 2 es igual al nivel de modulación de CQI 1. Por otro lado, si el bit se fija a un "1" lógico, puede indicar que el nivel de modulación de CQI 2 es uno o dos niveles de modulación inferior al nivel de modulación de CQI 1. Asimismo, solo puede necesitarse 1 bit para indicar el nivel de modulación de CQI 3 o de cualquier otro CQI asociado a canales espaciales que son canales espaciales de menor calidad que el canal espacial asociado al CQI 1.

Haciendo de nuevo referencia al proceso 700 de la FIG. 7A, tras recibir los CQI de la estación receptora, la estación transmisora puede enviar señales de datos a la estación receptora según los CQI notificados. En varias formas de realización de la presente invención, la estación transmisora también puede proporcionar múltiples niveles de modulación y una velocidad de código común en la cabecera de paquete (o a través de un canal de control) usando el mismo formato que el usado por la estación receptora en 710.

De manera similar al proceso 700, el proceso 750 de la FIG. 7B puede comenzar cuando una estación transmisora y una estación receptora acuerdan utilizar un modo de palabra de código única para transmitir k flujos de señales desde la estación transmisora a la estación receptora a través de k canales espaciales en 752. La estación transmisora puede enviar después una solicitud a la estación receptora para proporcionar una realimentación de CQI para el modo de palabra de código única en 754. Tras obtener la solicitud, la estación receptora puede determinar un CQI que indica una velocidad de código común y múltiples, k , niveles de modulación, donde la velocidad de código común será usada por la estación transmisora para transmitir múltiples, k , flujos de señales a la estación receptora y donde cada uno de los k niveles de modulación serán usados por la estación transmisora para transmitir un flujo correspondiente de los k flujos de señales a la estación receptora en 756. Tras determinar el CQI, la estación receptora puede enviar el CQI a la estación transmisora en 758.

En algunas formas de realización de la presente invención, el CQI transmitido por la estación receptora puede incluir dos bits por cada uno de los $k-1$ de los k niveles de modulación que serán indicados por el CQI. Cada uno de los dos bits puede indicar una selección de uno de tres niveles de modulación candidatos para la estación transmisora, como se ha descrito previamente para el proceso 700 (es decir, para la LTE 3GPP, cada uno de los $k-1$ CQI adicionales puede indicar una selección de entre tres niveles de modulación posibles QPSK, 16QAM y 64QAM). En algunas formas de realización, para facilitar el proceso 700, la estación receptora puede notificar directa o indirectamente a la estación transmisora un orden de los canales espaciales con respecto a las calidades respectivas entre los canales espaciales. Esto puede conseguirse, por ejemplo, si la estación receptora proporciona a la estación transmisora vectores ordenados de conformación de haz asociados a los canales espaciales.

En algunas formas de realización alternativas de la invención, el CQI puede incluir solamente 1 bit por cada uno de los $k-1$ de los k niveles de modulación que serán indicados por el CQI. En particular, cada uno de los $k-1$ niveles de modulación que serán indicados por el CQI usando 1 bit puede estar asociado a un canal espacial correspondiente ordenado por calidad que sucede inmediatamente a otro canal espacial ordenado por calidad asociado a otro nivel de modulación indicado por el CQI. En algunas formas de realización, si el bit para uno cualquiera de los $k-1$ niveles de modulación se fija a un "0" lógico, puede indicar que ese nivel de modulación es igual al nivel de modulación del otro nivel de modulación indicado por el CQI. Por otro lado, si el bit se fija a un "1" lógico, puede indicar que ese nivel de modulación es uno o dos niveles de modulación inferior al otro nivel de modulación indicado por el CQI.

Tras recibir los CQI desde la estación receptora, la estación transmisora puede enviar señales de datos a la estación receptora según el CQI notificado. La estación transmisora también puede proporcionar múltiples niveles de modulación y una velocidad de código común en la cabecera de paquete (o a través de un canal de control) usando el mismo formato que el usado por la estación receptora en 760.

Obsérvese de nuevo que, puesto que las calidades de los canales espaciales pueden variar en el tiempo, los CQI de los canales espaciales que enlazan la estación receptora con la estación transmisora pueden proporcionarse de manera continua o periódica desde la estación receptora a la estación transmisora. Por tanto, los procesos 700 y 750 ilustrados en las FIG. 7A y 7B pueden repetirse una y otra vez durante el transcurso del tiempo. Por ejemplo, la estación receptora puede transmitir un conjunto de CQI para canales espaciales correspondientes (generados, por ejemplo, mediante los procesos 700 o 750) a la estación transmisora durante un primer incremento de tiempo, y después puede transmitir otro conjunto de CQI para los mismos canales espaciales durante un segundo incremento de tiempo posterior al primer incremento de tiempo. Esto puede repetirse una y otra vez.

La FIG. 8 ilustra un diagrama de bloques de un aparato según varias formas de realización de la presente invención. En lo que respecta a las formas de realización, el aparato 800 puede utilizarse por o es parte de, por ejemplo, una estación receptora para proporcionar, entre otras cosas, uno o más CQI a una estación transmisora según los procedimientos descritos anteriormente. Como se muestra, el aparato 800 incluye un controlador 810, un transceptor 820 y una pluralidad de antenas 830, acoplados entre sí como se muestra. La pluralidad de antenas 830 puede estar diseñada para la comunicación en una red inalámbrica, tal como una WMAN. Debe observarse que aunque se muestran tres antenas 830, en formas de realización alternativas puede utilizarse un número mayor o menor de antenas. Los componentes del aparato 800 pueden usarse para llevar a cabo los diversos procedimientos y operaciones descritos anteriormente.

Por ejemplo, el transceptor 820 puede estar diseñado para transmitir y recibir señales hacia y desde una estación transmisora. El controlador 810 puede estar diseñado para controlar el transceptor para transmitir a la estación transmisora un primer CQI que indica a la estación transmisora al menos una velocidad de código común que se usará para transmitir un primer flujo y $k-1$ flujos adicionales de señales al aparato 800, donde k es un entero mayor que 1. El controlador 810 puede estar diseñado además para controlar el transceptor 820 para transmitir a la estación transmisora $k-1$ CQI adicionales para indicar a la estación transmisora $k-1$ niveles de modulación que serán usados por la estación transmisora para transmitir $k-1$ flujos de señales al aparato 810. Como se ha indicado previamente en los procesos antes descritos, estas transmisiones de los CQI pueden repetirse una y otra vez durante múltiples incrementos de tiempo. El controlador 810 puede estar diseñado además para controlar el transceptor 820 para transmitir CQI que tienen tamaños de datos de dos o un bit cada uno, de la misma manera que los procedimientos antes descritos, para indicar niveles de modulación que serán usados por una estación transmisora para transmitir flujos de señales, y para controlar el transceptor para notificar directa o indirectamente a la estación transmisora el orden de canales espaciales que enlazan de manera comunicativa el aparato a la estación transmisora proporcionando vectores de conformación de haz asociados a los canales espaciales en orden a la estación transmisora, donde los canales espaciales están asociados de manera correspondiente a los CQI que serán transmitidos por el transceptor 820.

La FIG. 9A ilustra un sistema convencional de múltiples palabras de código 900 para transmitir múltiples flujos de señales a través de múltiples canales espaciales. El sistema convencional 900 incluye un controlador de carga de bits adaptativa (ABL) 902, un transmisor de múltiples palabras de código 901 y una pluralidad de antenas 912, como se muestra. El transmisor de múltiples palabras de código 901 incluye además múltiples cadenas 904 (donde cada una incluye un codificador FEC, un eliminador selectivo, un entrelazador, y un correlacionador de modulación de amplitud en cuadratura (QAM)), un conformador de haz 906, bloques de transformada rápida inversa de Fourier (IFFT) 908 y bloques de procesamiento analógico 910. Cada cadena 904 puede servir para transmitir un flujo correspondiente de señales que van a transmitirse.

La FIG. 9B ilustra un sistema de transmisión de palabra de código única 950 (en el presente documento, "sistema") según varias formas de realización de la presente invención. En lo que respecta a las formas de realización, el sistema 950 puede utilizarse por o ser parte de una estación receptora o transmisora, tal como una estación base o de abonado. El sistema 950 incluye un transmisor de palabra de código única 951, un controlador ABL 902 y una pluralidad de antenas 912, acoplados entre sí como se muestra. En varias formas de realización, las antenas 912 pueden ser antenas omnidireccionales. El transmisor de palabra de código única 951 incluye un codificador FEC común 952, un eliminador selectivo común 954, un analizador de bits de código y entrelazador de frecuencia espacial 956, correlacionadores QAM 958, un conformador de haz 906, bloques IFFT 908 y bloques de procesamiento analógico 910, acoplados entre sí como se muestra. El transmisor de palabra de código única 951 puede incluir, además de los componentes ilustrados, otros componentes adicionales no ilustrados para transmitir múltiples flujos de señales a través de múltiples canales espaciales usando una velocidad de código común y múltiples niveles de modulación, así como para facilitar los diversos procedimientos y operaciones antes descritos (es decir, proporcionar una velocidad de código común y múltiples niveles de modulación a una estación transmisora). Por ejemplo, en algunas formas de realización, el transmisor de palabra de código única 951 puede estar diseñado para transmitir un indicador de calidad de canal (CQI) a una estación transmisora, donde el CQI indica una única velocidad de código común y k niveles de modulación, donde la velocidad de código común será usada por la estación transmisora para transmitir k flujos de señales al sistema 950 y donde cada uno de los k niveles de modulación serán usados por la estación transmisora para transmitir un flujo correspondiente de los k flujos de señales al sistema 950. El codificador FEC común 952 y el eliminador selectivo común 954 pueden estar acoplados entre sí, como se muestra, para conseguir una velocidad de código objetivo y un entrelazador común.

La FIG. 10 es un diagrama de bloques de un sistema 2000 adaptado para implementar los procedimientos y las operaciones descritas anteriormente. El sistema 2000 puede ser un ordenador de escritorio, un ordenador portátil, un ordenador de mano, una tableta web, un asistente personal digital (PDA), un servidor, un codificador, un electrodoméstico inteligente, un radiolocalizador, un dispositivo de mensajería, un dispositivo de juegos, un teléfono móvil inalámbrico y/o cualquier otro tipo de dispositivo informático.

El sistema 2000 ilustrado en la FIG. 10 incluye un conjunto de chips 2010 que incluye un controlador de memoria 2012 y un controlador de entrada/salida (E/S) 2014. El conjunto de chips 2010 puede proporcionar funciones de gestión de memoria y/o de E/S, así como una pluralidad de registros de propósito general y/o de propósito especial,

temporizadores, etc., que son accesibles o que pueden usarse por un procesador 2020. En algunas formas de realización, el conjunto de chips 2010 puede ser un conjunto de chips de comunicación configurado para recibir señales de datos desde una estación transmisora y para proporcionar a la estación transmisora indicadores de calidad de canal (CQI). Los CQI proporcionados a la estación transmisora pueden estar asociados de manera correspondiente a las antenas para la estación transmisora y pueden usarse por la estación transmisora para seleccionar esquemas de codificación de modulación (MCS) que se usarán para transmitir las señales de datos al sistema. Al menos un primer CQI de los CQI proporcionados a la estación transmisora pueden identificar directamente un primer MCS de entre una pluralidad de entradas MCS ordenadas y un segundo CQI de los CQI para identificar indirectamente un segundo MCS de entre la pluralidad de entradas MCS ordenadas, siendo la segunda entrada MCS una entrada de un subconjunto seleccionado de entradas MCS de orden inferior no continuas o continuas con respecto a la primera entrada MCS.

El procesador 2020 puede implementarse usando uno o más procesadores, componentes WLAN, componentes WMAN, componentes WWAN y/u otros componentes de procesamiento adecuados. Por ejemplo, el procesador 2020 puede implementarse usando uno o más de entre la tecnología Intel® Pentium®, la tecnología Intel® Itanium®, la tecnología Intel® Centrino™, la tecnología Intel® Xeon™ y/o la tecnología Intel® XScale®. Como alternativa, puede usarse otra tecnología de procesamiento para implementar el procesador 2020. El procesador 2020 puede incluir una memoria caché 2022, que puede implementarse usando una memoria caché unificada de primer nivel (L1), una memoria caché unificada de segundo nivel (L2), una memoria caché unificada de tercer nivel (L3) y/o cualquier otra estructura adecuada para almacenar datos.

El controlador de memoria 2012 puede realizar funciones que permiten al procesador 2020 acceder y comunicarse con una memoria principal 2030, que incluye una memoria volátil 2032 y una memoria no volátil 2034, a través de un bus 2040. La memoria volátil 2032 puede implementarse mediante una memoria de acceso aleatorio dinámica síncrona (SDRAM), una memoria de acceso aleatorio dinámica (DRAM), una memoria de acceso aleatorio dinámica RAMBUS (RDRAM) y/o cualquier otro tipo de dispositivo de memoria de acceso aleatorio. La memoria no volátil 2034 puede implementarse usando memoria flash, memoria de solo lectura (ROM), memoria de solo lectura eléctricamente borrrable y programable (EEPROM) y/o cualquier otro tipo deseado de dispositivo de memoria.

El sistema de procesamiento 2000 puede incluir además un circuito de interfaz 2050 que está acoplado al bus 2040. El circuito de interfaz 2050 puede implementarse usando cualquier tipo de norma de interfaz, tal como una interfaz de Ethernet, un bus serie universal (USB), una interfaz de entrada/salida de tercera generación (3GIO) y/o cualquier otro tipo de interfaz adecuado.

Uno o más dispositivos de entrada 2060 pueden estar conectados al circuito de interfaz 2050. El/los dispositivo(s) de entrada 2060 permite(n) a una persona introducir datos y comandos en el procesador 2020. Por ejemplo, el/los dispositivo(s) de entrada 2060 puede(n) implementarse mediante un teclado, un ratón, una pantalla sensible al tacto, un panel táctil, un bola de seguimiento, un dispositivo de control del cursor y/o un sistema de reconocimiento de voz.

Uno o más dispositivos de salida 2070 pueden estar conectados también al circuito de interfaz 2050. Por ejemplo, el/los dispositivo(s) de salida 2070 puede(n) implementarse mediante dispositivos de visualización (por ejemplo, una pantalla de emisión de luz (LED), una pantalla de cristal líquido (LCD), una pantalla de tubo de rayos catódicos (CRT), una impresora y/o altavoces). El circuito de interfaz 2050 puede incluir, entre otras cosas, una tarjeta de controlador de gráficos.

El sistema de procesamiento 2000 puede incluir además uno o más dispositivos de almacenamiento masivo 2080 para almacenar software y datos. Ejemplos de tales dispositivos de almacenamiento masivo 2080 incluyen unidades y discos flexibles, unidades de disco duro, unidades y discos compactos y unidades y discos versátiles digitales (DVD).

El circuito de interfaz 2050 puede incluir además un dispositivo de comunicación tal como un módem o una tarjeta de interfaz de red para facilitar el intercambio de datos con ordenadores externos a través de una red. Aunque no se muestran, una pluralidad de antenas pueden estar acopladas al circuito de interfaz 2050, tal como una pluralidad de antenas omnidireccionales. En algunas formas de realización, las antenas pueden estar diseñadas para la comunicación en una red inalámbrica, tal como una WMAN.

El acceso al/a los dispositivo(s) de entrada 2060, al/a los dispositivo(s) de salida 2070, al/a los dispositivo(s) de almacenamiento masivo 2080 y/o a la red puede controlarse mediante el controlador de E/S 2014. En particular, el controlador de E/S 2014 puede realizar funciones que permiten al procesador 2020 comunicarse con el/los dispositivo(s) de entrada 2060, el/los dispositivo(s) de salida 2070, el/los dispositivo(s) de almacenamiento masivo 2080 y/o la red a través del bus 2040 y el circuito de interfaz 2050.

Aunque los componentes mostrados en la FIG. 10 se ilustran como bloques diferentes en el sistema de procesamiento 2000, las funciones realizadas por algunos de estos bloques pueden integrarse en un único circuito semiconductor o pueden implementarse usando dos o más circuitos integrados diferentes. Por ejemplo, aunque el controlador de memoria 2012 y el controlador de E/S 2014 se ilustran como bloques diferentes dentro del conjunto

de chips 2010, el controlador de memoria 2012 y el controlador de E/S 2014 pueden estar integrados en un único circuito semiconductor.

5 Aunque en el presente documento se han ilustrado y descrito determinadas formas de realización, los expertos en la técnica apreciarán que una gran variedad de formas de realización alternativas y/o equivalentes calculadas para conseguir los mismos objetivos pueden sustituir a las formas de realización mostradas y descritas sin apartarse del alcance de la presente invención. Los expertos en la técnica apreciarán fácilmente que las formas de realización según la presente invención pueden implementarse de muchas formas diferentes. Esta solicitud pretende abarcar cualquier adaptación o variación de las formas de realización descritas en el presente documento. Por lo tanto, se
10 señala de manera manifiesta que las formas de realización según la presente invención solo están limitadas por las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento, que comprende:

5 transmitir mediante una estación receptora (220), a una estación transmisora (210), un primer indicador de calidad de canal, CQI, para indicar a la estación transmisora (210) un primer nivel de modulación y una velocidad de código común, donde el primer nivel de modulación será usado por la estación transmisora (210) para transmitir un primer flujo de señales a la estación receptora (220), y donde la velocidad de código común será usada por la estación transmisora para transmitir el primer flujo y k-1 flujos adicionales de
10 señales a la estación receptora, donde k es un entero mayor que 1; y
transmitir mediante la estación receptora (220), a la estación transmisora (210), k-1 CQI adicionales para indicar a la estación transmisora (210) k-1 niveles de modulación que serán usados por la estación transmisora (210) para transmitir k-1 flujos adicionales de señales a la estación receptora (220), donde cada uno de los k-1 CQI adicionales tiene un tamaño de datos de uno o dos bits, donde el uno o dos bits indican
15 niveles de modulación respectivos con respecto al primer nivel de modulación.

2. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que cada uno de los k-1 CQI adicionales que tiene el tamaño de datos de dos bits o menos indica una selección de los niveles de modulación respectivos de entre tres o cuatro niveles de modulación candidatos.

3. El procedimiento según la reivindicación 1, que comprende además:

25 transmitir a la estación transmisora (210), mediante la estación receptora (220), una pluralidad de vectores de conformación de haz asociados a una pluralidad de canales espaciales (230) para notificar a la estación transmisora (210) un orden de la pluralidad de canales espaciales (230) con respecto a calidades relativas entre la pluralidad de canales espaciales (230).

4. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que al menos uno de los k-1 CQI adicionales tiene un tamaño de datos de un bit para indicar un nivel de modulación que será usado por la estación transmisora (210).

5. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la estación receptora (220) realiza dichas transmisiones en un primer incremento de tiempo y repite dichas transmisiones en un segundo incremento de tiempo posterior al primer incremento de tiempo.

6. El procedimiento según la reivindicación 1, que comprende además que la estación receptora (220) se ponga de acuerdo con la estación transmisora (210) para utilizar un modo de palabra de código única para transmitir el primer flujo y k-1 flujos adicionales de señales a la estación receptora (220).

7. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la estación transmisora (210) es una estación base de una red inalámbrica, y la estación receptora (220) es una estación de abonado de la red inalámbrica.

8. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que:

45 el primer CQI tiene un tamaño de datos de cinco bits; y
el primer CQI especifica una entrada de esquema de codificación de modulación, MCS, en una tabla que presenta una pluralidad de entradas MCS ordenadas por calidad, donde la entrada MCS está asociada al primer nivel de modulación.

9. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que:

50 el primer CQI tiene un tamaño de datos de cinco bits para especificar la entrada MCS más alta ordenada por calidad de una tabla que presenta treinta y dos entradas MCS ordenadas por calidad; y
al menos un CQI de los k-1 CQI adicionales tiene un tamaño de datos de uno o dos bits para especificar otra entrada MCS de la tabla que presenta treinta y dos entradas MCS ordenadas por calidad, estando asociada la otra entrada MCS a un segundo nivel de modulación.

10. Un aparato que comprende medios para llevar a cabo un procedimiento según cualquier reivindicación anterior.

11. Medio de almacenamiento legible por máquina que incluye instrucciones legibles por máquina que, cuando se ejecutan, implementan un procedimiento como el reivindicado en las reivindicaciones 1 a 9.

12. Un sistema, que comprende:

65 una pluralidad de antenas omnidireccionales (912);
un controlador; y

un transmisor (951) acoplado al controlador y a las antenas (912), donde el transmisor comprende el aparato según la reivindicación 10.

5 13. El sistema según la reivindicación 12, en el que el CQI incluye dos bits para indicar una selección de un segundo nivel de modulación de los k-1 niveles de modulación de entre tres o cuatro niveles de modulación candidatos que será usado por la estación de transmisión para transmitir un segundo flujo de señales de los k-1 flujos adicionales de señales.

10 14. El sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el controlador es un controlador de carga de bits adaptativa (902).

15 15. El sistema según cualquier reivindicación anterior, en el que el transmisor comprende un codificador de corrección de errores en recepción, FEC, común (952) acoplado a un eliminador selectivo común (954) para conseguir una velocidad de código objetivo y un entrelazador común.

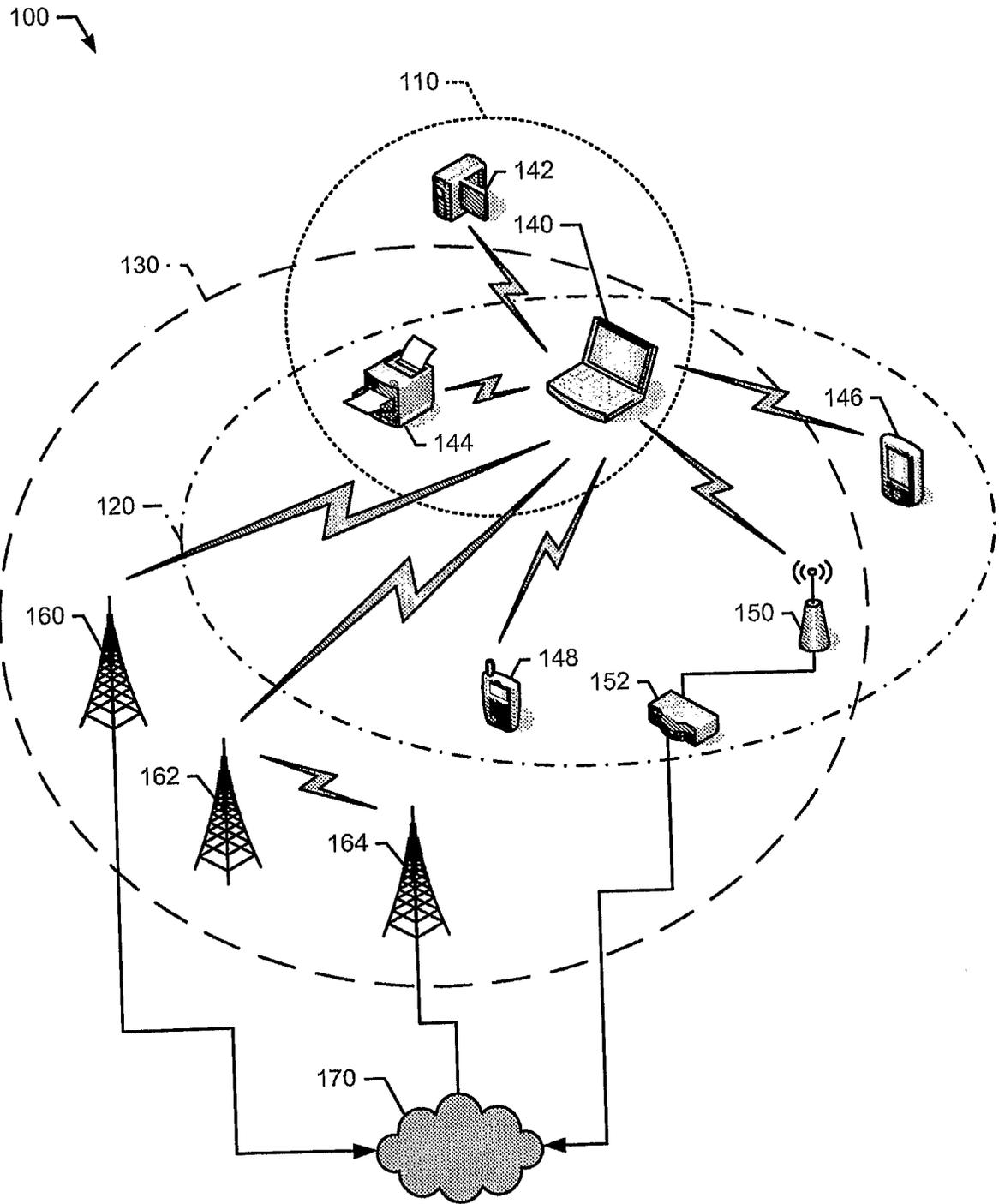


FIG. 1

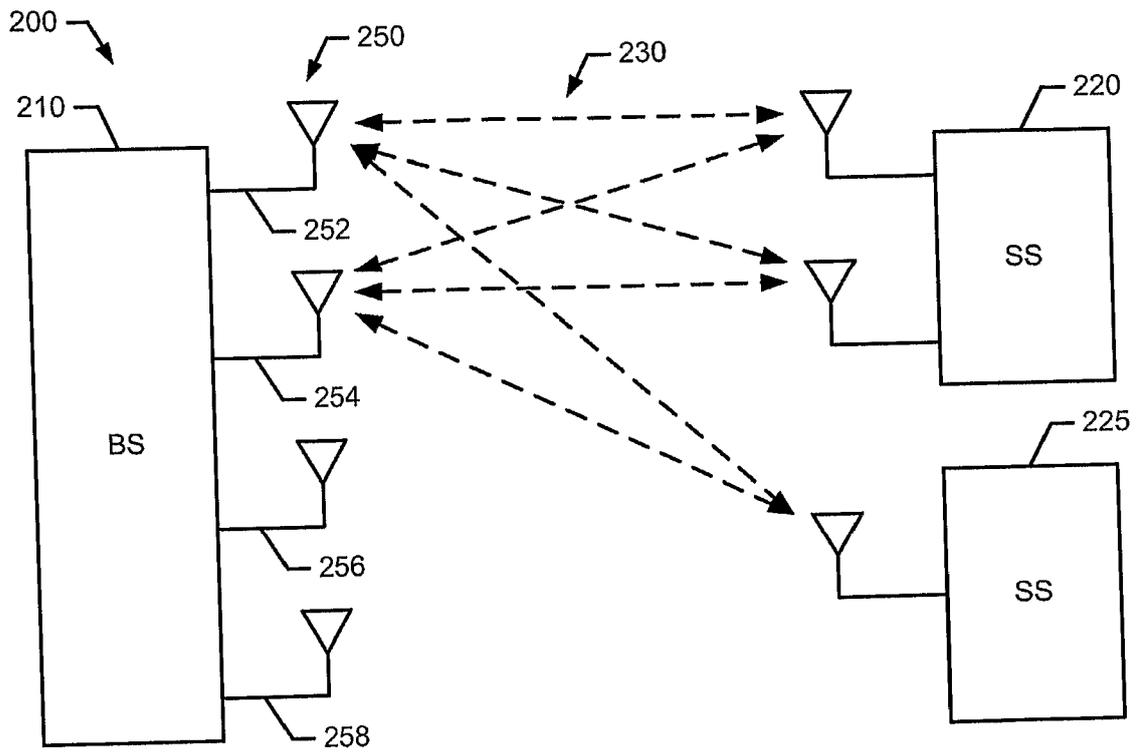


FIG. 2

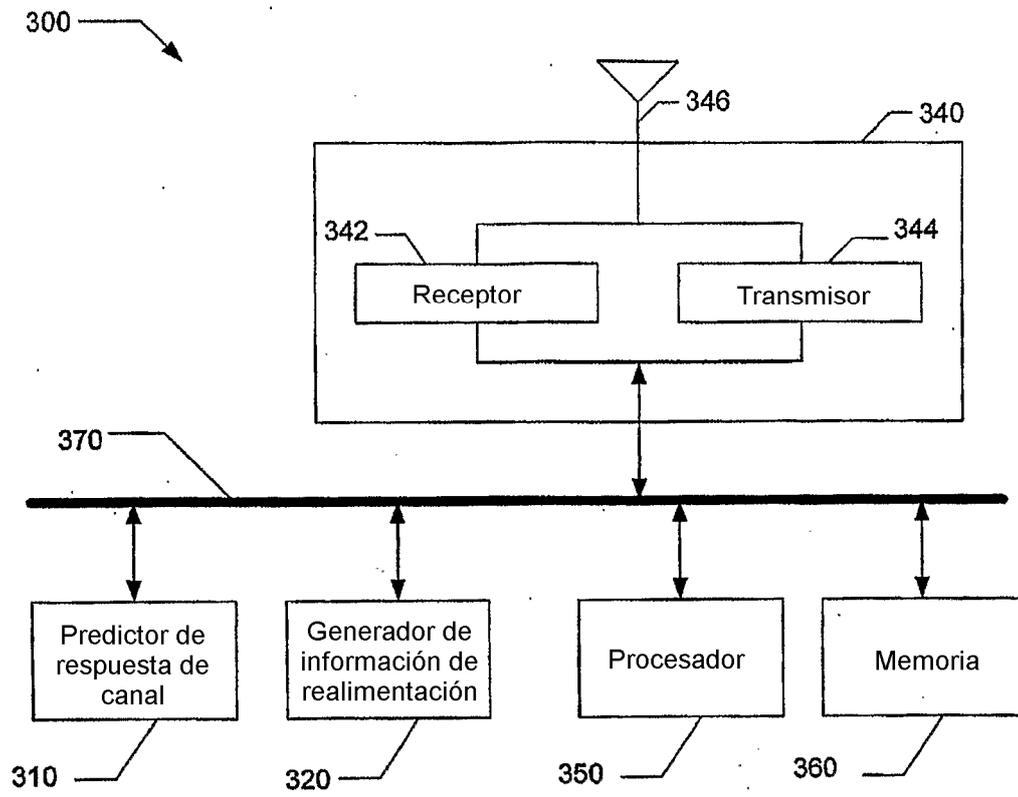
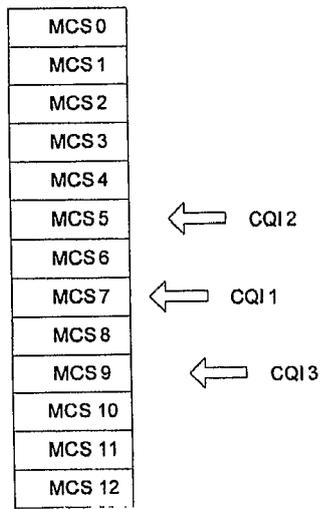


FIG. 3



⋮

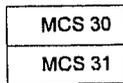
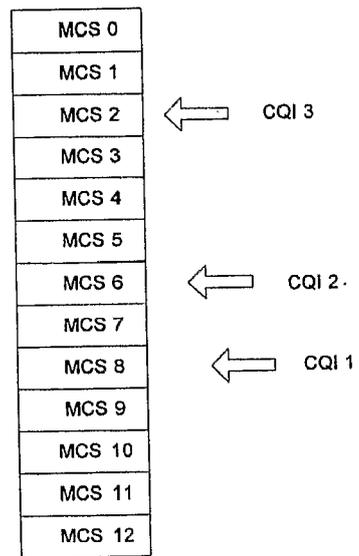


FIG. 4



⋮

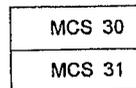


FIG. 5

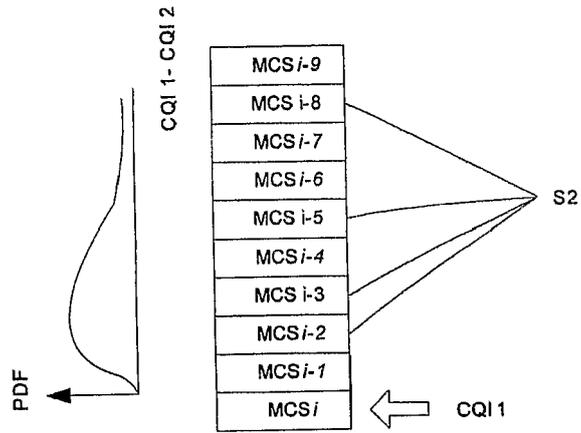


FIG. 6A

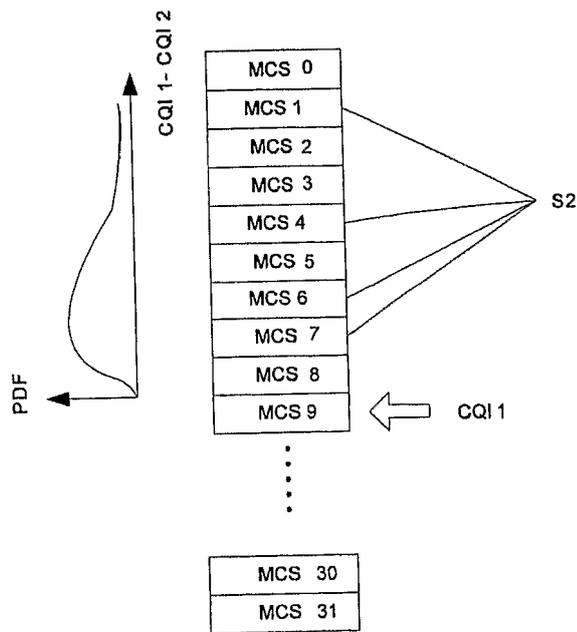


FIG. 6B

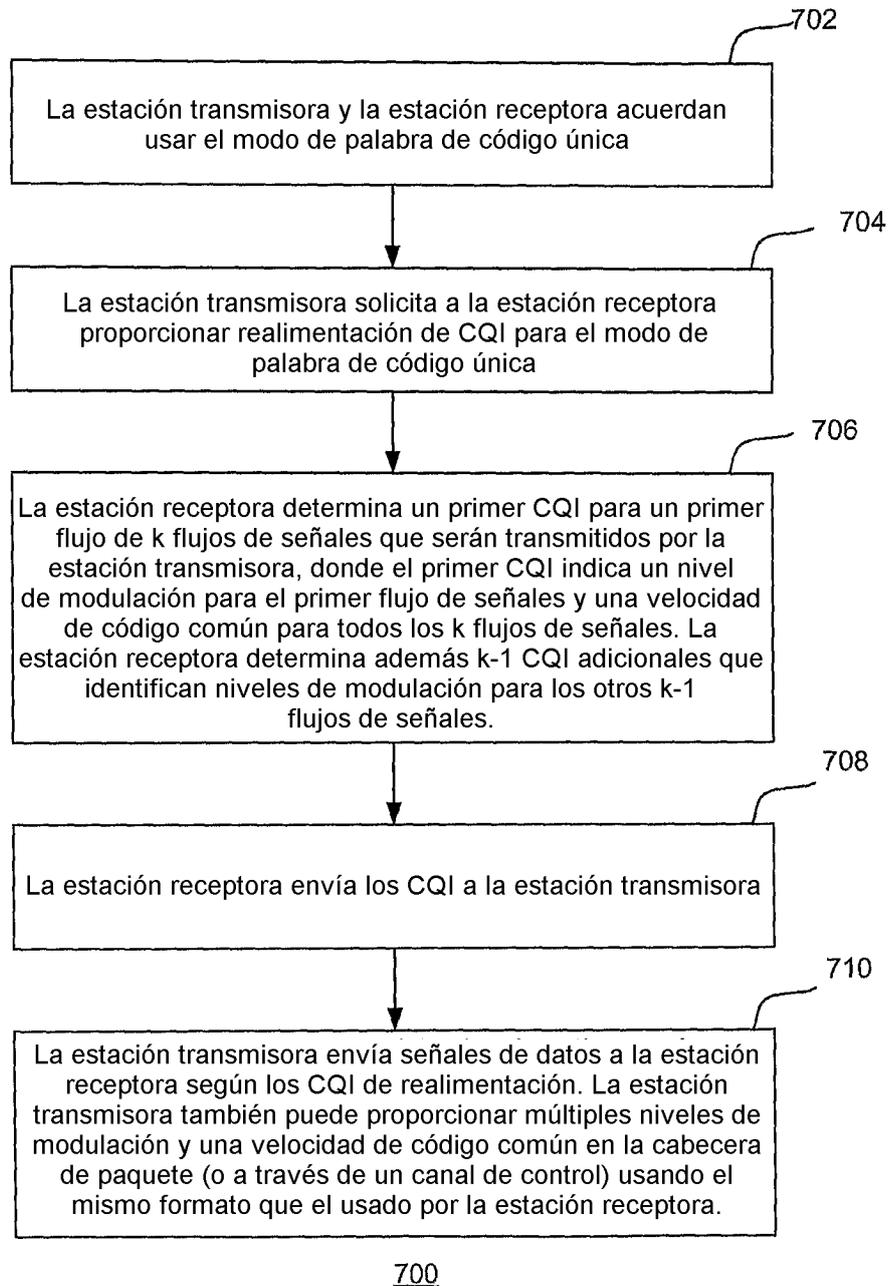
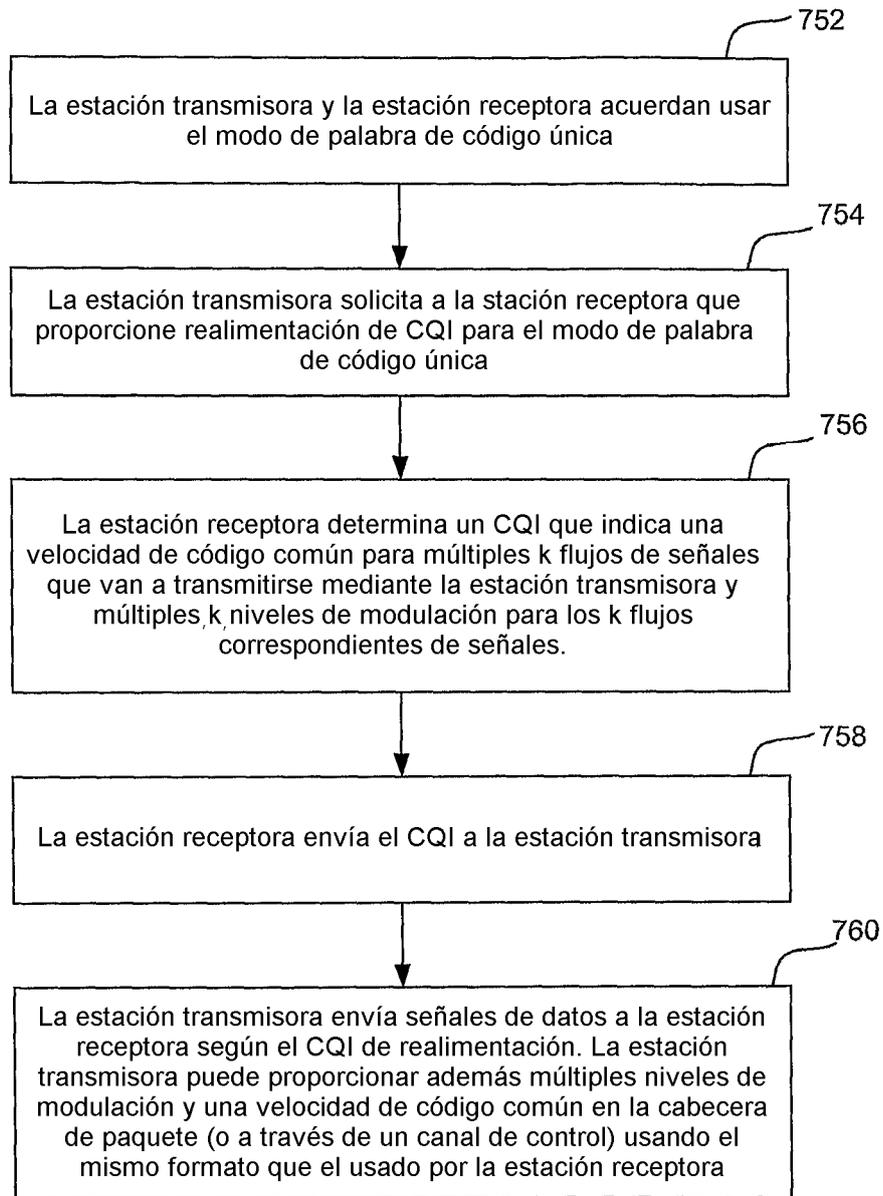


FIG. 7A



750

FIG. 7B

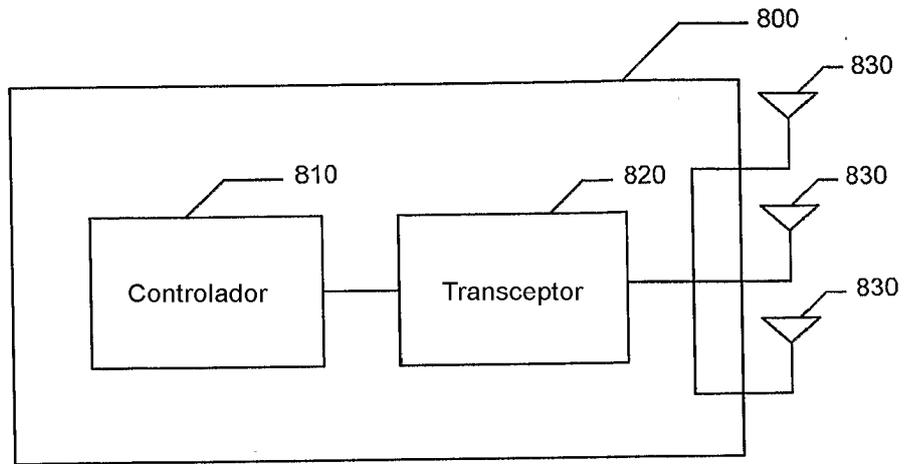
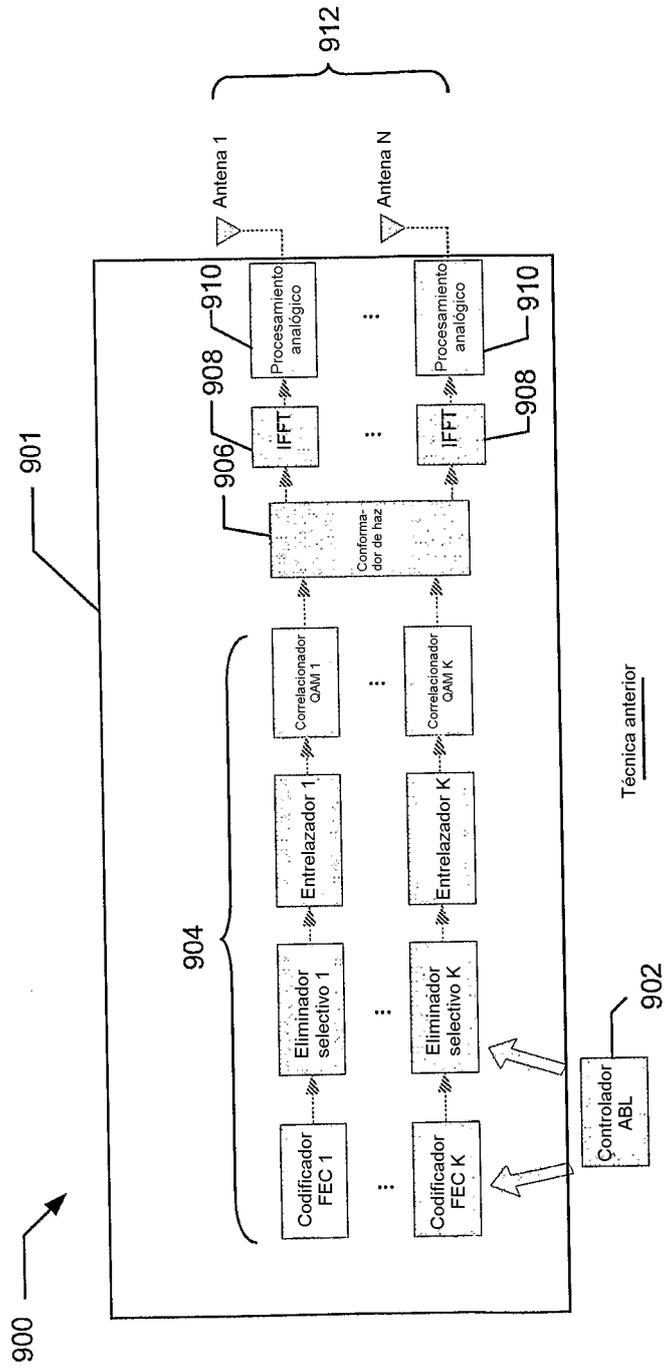


FIG. 8



Técnica anterior

FIG. 9A

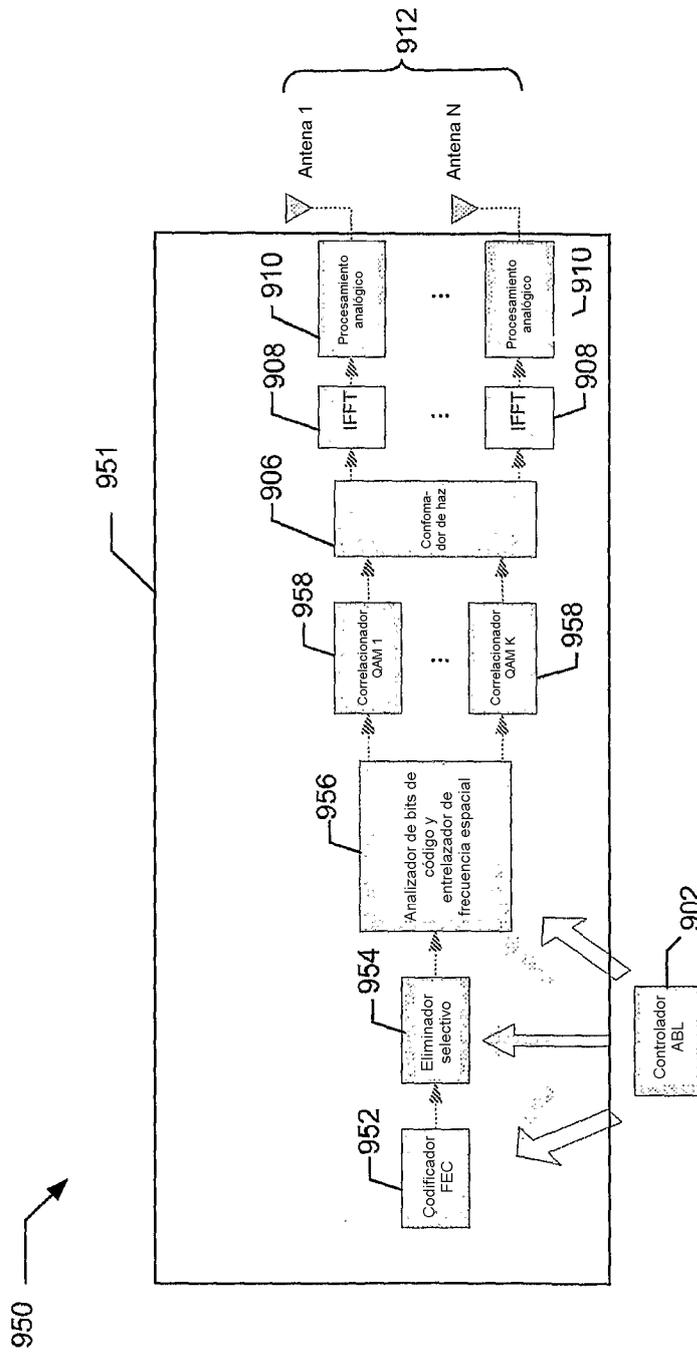


FIG. 9B

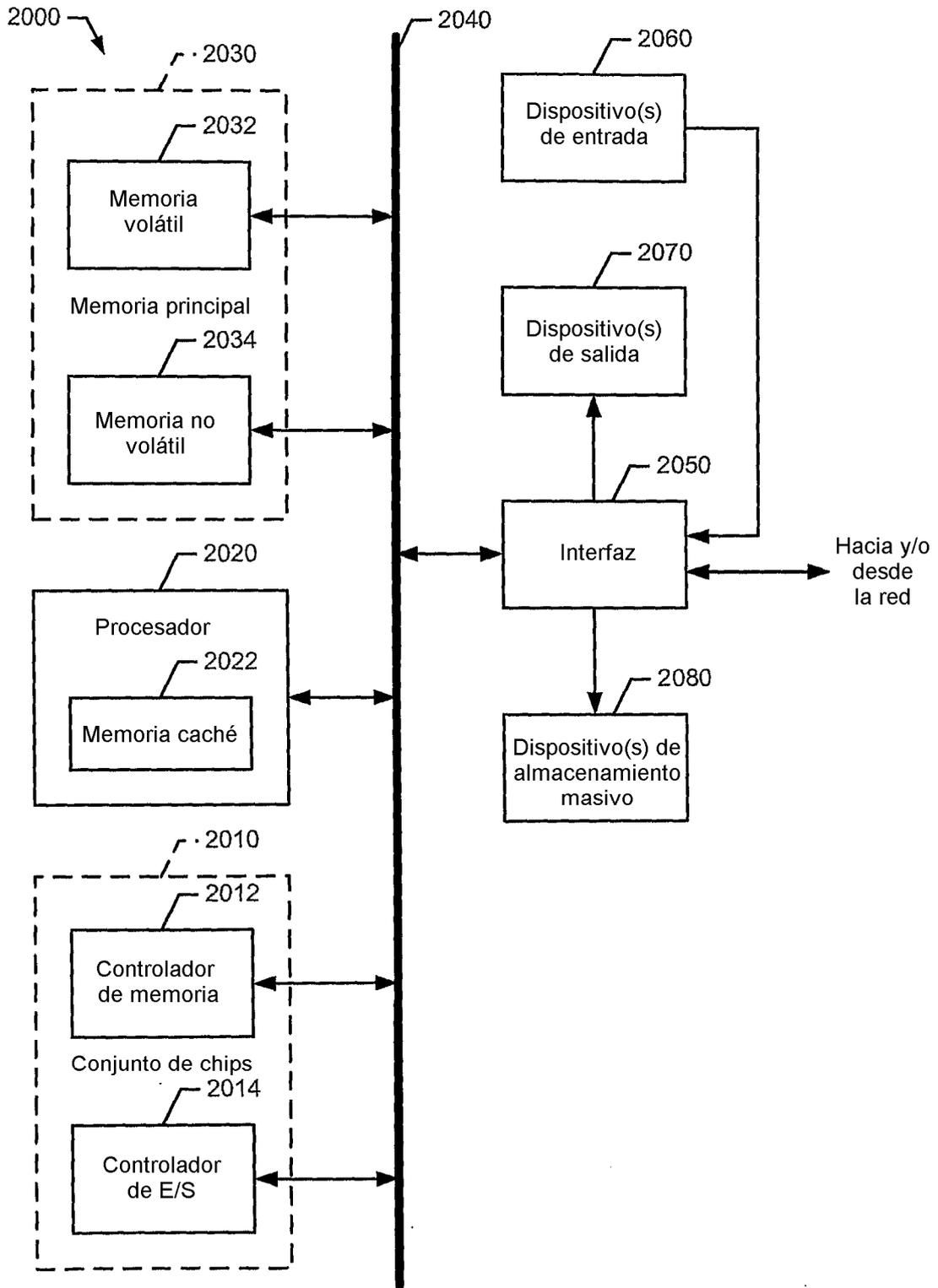


FIG 10