(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 638 438**

(51) Int. CI.:

***H04B 1/7143*** (2011.01)
***H04B 7/04*** (2007.01)
***H04L 1/20*** (2006.01)
***H04L 5/00*** (2006.01)
***H04B 7/06*** (2006.01)
***H04L 1/00*** (2006.01)
***H04W 72/08*** (2009.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.04.2006 PCT/US2006/014878**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **26.10.2006 WO06113872**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.04.2006 E 06750827 (5)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.06.2017 EP 1872487**

(54) Título: **Comunicación de calidad de canal para la sectorización adaptativa**

(30) Prioridad:

**27.10.2005 US 261822**
**19.04.2005 US 672575 P**
**22.08.2005 US 710419 P**

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
**20.10.2017**

(73) Titular/es:

**QUALCOMM INCORPORATED (100.0%)**
**5775 MOREHOUSE DRIVE**
**SAN DIEGO, CALIFORNIA 92121, US**

(72) Inventor/es:

**GORE, DHANANJAY, ASHOK;**
**GOROKHOV, ALEXEI;**
**JI, TINGFANG;**
**KHANDEKAR, AAMOD y**
**KADOUS, TAMER**

(74) Agente/Representante:

**FORTEA LAGUNA, Juan José**

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

Comunicación de calidad de canal para la sectorización adaptativa

### ANTECEDENTES

#### I. Campo

**[0001]** La siguiente descripción se refiere en general a comunicaciones inalámbricas, y, entre otras cosas, a los programas de comunicación para sistemas de comunicación inalámbrica.

#### II. Antecedentes

**[0002]** Los sistemas de redes inalámbricas se han convertido en un medio principal mediante el cual se comunica la mayor parte de la gente en todo el mundo. Los dispositivos de comunicación inalámbrica se han vuelto cada vez más pequeños y han adquirido mayores prestaciones con el fin de satisfacer las necesidades de los usuarios y mejorar la portabilidad y el manejo. Los consumidores han encontrado muchos usos para dispositivos de comunicación inalámbrica tales como teléfonos celulares, asistentes digitales personales (PDAs) y similares, exigiendo un servicio fiable y áreas ampliadas de cobertura.

**[0003]** El documento WO 2004/030238 describe la transmisión de datos en paquetes en un sistema MIMO; el documento US 2003/0161282 divulga sistemas MIMO con múltiples modos de transmisión; el documento WO 2004/051872 analiza la detección de un indicador de calidad de canal y su aplicación a un bucle externo y el documento EP 1187506 divulga un sistema de comunicación que tiene una configuración de transmisión flexible.

**[0004]** Una red de comunicación inalámbrica típica (por ejemplo, el empleo de frecuencia, tiempo y técnicas de división de código) incluye una o más estaciones base que proporcionan un área de cobertura y uno o más dispositivos de usuario móviles (por ejemplo, inalámbricos) que pueden transmitir y recibir datos dentro del área de cobertura. Una estación base típica puede transmitir simultáneamente múltiples flujos de datos para servicios de radiodifusión, multidifusión y/o unidifusión, en los que un flujo de datos es un flujo de datos que puede ser de interés de recepción independiente para un dispositivo de usuario. Un dispositivo de usuario dentro del área de cobertura de dicha estación base puede estar interesado en recibir uno, más de uno, o todos los flujos de datos transmitidos por el flujo compuesto. Asimismo, un dispositivo de usuario puede transmitir datos a la estación base o a otro dispositivo de usuario. Dicha comunicación entre la estación base y el dispositivo de usuario o entre dispositivos de usuario puede degradarse debido a variaciones de canal y/o variaciones de potencia de interferencia. Por ejemplo, las variaciones mencionadas pueden afectar a la programación de la estación base, el control de potencia y/o la predicción de velocidad para uno o más dispositivos de usuario.

**[0005]** El rendimiento para un sistema de comunicación inalámbrica puede ser mejorado usando transmisiones formadas por haces para comunicarse desde la estación base a los dispositivos móviles. Se pueden utilizar múltiples antenas de transmisión situadas en una estación base para formar transmisiones formadas por haces. Las transmisiones formadas por haces, también denominadas haces, cubren típicamente un área más estrecha que las transmisiones usando una única antena de transmisión. Un haz puede considerarse un sector virtual que permite generar un sistema virtual de seis sectores a partir de un sistema convencional de tres sectores. Sin embargo, la relación señal / interferencia y ruido (SINR) se mejora dentro del área cubierta por los haces. El sistema de comunicación puede utilizar un conjunto fijo o predeterminado de haces. Aunque el patrón de haz fijo puede actualizarse o adaptarse, en contraste con un sistema de dirección de haz, los haces en un sistema de haz fijo no se actualizan dinámicamente basándose en dispositivos de usuario individuales.

**[0006]** Típicamente, los dispositivos de usuario se deben asignar a haces apropiados para optimizar el rendimiento del canal. Además, el sistema de formación de haces puede utilizar una variedad de técnicas de programación basándose en divisiones espaciales, de frecuencia o de tiempo. El sistema debe seleccionar la técnica o combinación de técnicas para optimizar el rendimiento del canal y, en consecuencia, el rendimiento del sistema. Por lo tanto, existe una necesidad en la técnica de un sistema y/o metodología para supervisar la calidad del canal para optimizar la selección de haces y técnicas de transmisión.

### RESUMEN

**[0007]** A continuación se ofrece un sumario simplificado de uno o más modos de realización con el fin de proporcionar un entendimiento básico de dichos modos de realización. Este sumario no es una visión general extensiva de todos los modos de realización contemplados y no está previsto ni para identificar elementos clave o críticos de todos los modos de realización ni para delimitar el alcance de algunos o de todos los modos de realización. Su único propósito es presentar algunos conceptos de uno o más modos de realización de una forma simplificada como preludio a la descripción más detallada que se presenta a continuación.

**[0008]** De acuerdo con uno o más modos de realización, las características de los cuales se exponen en las

reivindicaciones adjuntas, se describen diversos aspectos en relación con la mejora del rendimiento en un sistema de comunicación inalámbrica por medio de transmisiones de formación de haces. De acuerdo con un aspecto, se supervisa la calidad del canal. Los indicadores de calidad de canal se pueden utilizar para seleccionar una técnica de programación, tal como multiplexación por división espacial (SDM), transmisión de múltiples entradas, múltiples salidas (MIMO) y formación de haces oportunista para uno o más dispositivos de usuario. Además, el CQI puede usarse para determinar la asignación de haz apropiada o para actualizar el patrón de haz. De acuerdo con un aspecto, se supervisa la calidad del canal. Se pueden utilizar indicadores de calidad de canal para seleccionar una técnica de programación, tal como la multiplexación por división espacial (SDM), la transmisión de múltiples entradas, múltiples salidas (MIMO) y la formación de haces oportunista para uno o más dispositivos de usuario. Además, el CQI puede usarse para determinar la asignación de haz apropiada o para actualizar el patrón de haz.

**[0009]** A tal fin, un procedimiento para mejorar el rendimiento para un entorno de comunicación inalámbrica se describe en el presente documento. El procedimiento puede incluir generar un primer piloto, transmitir el primer piloto y recibir al menos un indicador de calidad de canal (CQI) basándose al menos en parte en el primer piloto. El procedimiento también puede comprender la programación de al menos un dispositivo de usuario basándose al menos en parte en al menos un CQI. Adicionalmente, el procedimiento puede comprender asignar un dispositivo de usuario a un haz basándose al menos en un CQI. El procedimiento puede comprender también generar un segundo piloto, transmitir el segundo piloto en un segundo haz y recibir un segundo CQI basándose al menos en parte en el segundo piloto. Además, el procedimiento puede comprender recibir un piloto, determinar un CQI basándose al menos en parte en el piloto y transmitir el CQI a una estación base.

**[0010]** De acuerdo con otro aspecto más, un aparato para la comunicación inalámbrica puede comprender un procesador configurado para generar un primer piloto, transmitir el primer piloto y recibir al menos un CQI basándose al menos en parte en el primer piloto y una memoria acoplada con el procesador. El procesador también puede configurarse para programar al menos un dispositivo de usuario basándose al menos en parte en al menos un CQI. Además, un aparato puede comprender un procesador configurado para recibir un piloto, determinar al menos un CQI basándose al menos en parte en el piloto y transmitir el CQI a una estación base.

**[0011]** De acuerdo con otro aspecto, un aparato para mejorar el rendimiento para un entorno de comunicación inalámbrica puede comprender un medio para generar un primer piloto, un medio para transmitir el primer piloto y un medio para recibir al menos un indicador de calidad de canal (CQI) basándose al menos en parte en el primer piloto. El aparato puede comprender también un medio para generar un segundo piloto, un medio para transmitir el segundo piloto por un segundo haz y medios para recibir un segundo CQI basándose al menos en parte en el segundo piloto.

**[0012]** Sin embargo, otro aspecto se refiere a un medio legible por ordenador que tiene almacenado en el mismo instrucciones ejecutables por ordenador para la generación de un primer piloto, la transmisión del primer piloto, la recepción de al menos un indicador de calidad de canal (CQI) basándose al menos en parte en el primer piloto y la programación de al menos un dispositivo de usuario basándose al menos en parte en al menos un CQI. Además, las instrucciones pueden comprender generar un segundo piloto, transmitir el segundo piloto en un segundo haz y recibir un segundo CQI basándose al menos en parte en el segundo piloto.

**[0013]** Sin embargo, otro aspecto se refiere a un procesador que ejecuta instrucciones para mejorar el rendimiento para un entorno de comunicación inalámbrica; las instrucciones pueden comprender la generación de un primer piloto, que transmite el primer piloto, la recepción de al menos un indicador de calidad de canal (CQI) basándose al menos en parte en el primer piloto y la programación de al menos un dispositivo de usuario basándose al menos en parte en al menos un CQI. Además, las instrucciones pueden comprender generar un segundo piloto, transmitir el segundo piloto por un segundo haz y recibir un segundo CQI basándose al menos en parte en el segundo piloto.

**[0014]** Un aspecto adicional expone un dispositivo móvil que puede comprender un componente que genera un primer piloto, un componente que transmite el primer piloto y un componente que recibe al menos un indicador de calidad de canal (CQI) basándose al menos en parte en el primer piloto Además, el dispositivo móvil es al menos uno de un teléfono móvil, un teléfono inteligente, un dispositivo de comunicación portátil, un dispositivo informático portátil, una radio por satélite, un sistema de posicionamiento global, un ordenador portátil y un PDA.

**[0015]** Para el cumplimiento de los objetivos anteriores y relativos, el uno o más modos de realización comprenden las características descritas con detalle de aquí en adelante y expuestas particularmente en las reivindicaciones. La descripción siguiente y los dibujos adjuntos exponen con detalle determinados aspectos ilustrativos del uno o más modos de realización. Sin embargo, estos aspectos solo indican algunas de las diversas maneras en que pueden utilizarse los principios de diversos modos de realización, y los modos de realización descritos pretenden incluir todos dichos aspectos y sus equivalentes.

**BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS.**

**[0016]**

La FIG. 1 es una ilustración de un sistema de comunicación inalámbrica de acuerdo con uno o más aspectos presentados en el presente documento.

La FIG. 2 es una ilustración de un sistema de comunicación inalámbrica de acuerdo con uno o más aspectos presentados en el presente documento.

La FIG. 3 ilustra un patrón de haz para un sistema de comunicación inalámbrica de acuerdo con varios aspectos presentados en el presente documento.

La FIG. 4 ilustra una metodología para supervisar la calidad del canal de acuerdo con uno o más aspectos presentados en el presente documento.

La FIG. 5 ilustra una metodología que utiliza un piloto dedicado para supervisar la calidad del canal de acuerdo con uno o más aspectos presentados en el presente documento.

La FIG. 6 ilustra una metodología para supervisar la calidad del canal usando un CQI a largo plazo de acuerdo con uno o más aspectos presentados en el presente documento.

La FIG. 7 es una ilustración de un sistema que supervisa la calidad del canal para mejorar el rendimiento en un entorno de comunicación inalámbrica de acuerdo con diversos aspectos presentados en el presente documento.

La FIG. 8 es una ilustración de un sistema que supervisa la calidad del canal para mejorar el rendimiento en un entorno de comunicación inalámbrica de acuerdo con diversos aspectos presentados en el presente documento.

La FIG. 9 es una ilustración de un entorno de comunicación inalámbrica que puede utilizarse junto con los diversos sistemas y procedimientos descritos en el presente documento.

**DESCRIPCIÓN DETALLADA**

**[0017]** Se describirán ahora diversos modos de realización con referencia a los dibujos, en los que se usan los mismos números de referencia para referirse a los mismos elementos de principio a fin. En la descripción siguiente, se exponen, para propósitos de explicación, numerosos detalles específicos con el fin de proporcionar un entendimiento profundo de uno o más modos de realización. Sin embargo, puede resultar evidente que tal modo o modos de realización puede llevarse a la práctica sin estos detalles específicos. En otros casos, se representan estructuras y dispositivos bien conocidos en forma de diagrama de bloques con el fin de facilitar la descripción de uno o más modos de realización.

**[0018]** Además, se describen diversos modos de realización en el presente documento en conexión con un dispositivo de usuario. Un dispositivo de usuario también puede denominarse sistema, unidad de abonado, estación de abonado, estación móvil, dispositivo móvil, estación remota, punto de acceso, estación base, terminal remoto, terminal de acceso, terminal de usuario, terminal, agente de usuario, o equipo de usuario (UE). Un dispositivo de usuario puede ser un teléfono móvil, un teléfono inalámbrico, un teléfono de Protocolo de Inicio de Sesión (SIP), una estación de bucle local inalámbrico (WLL), un PDA, un dispositivo manual de comunicaciones o informático que tenga capacidad de conexión inalámbrica, un teléfono inteligente, una radio por satélite, un sistema de posicionamiento global, un portátil u otro dispositivo de procesamiento conectado a un módem inalámbrico.

**[0019]** Además, varios aspectos o características descritos en el presente documento pueden implementarse como un procedimiento, aparato o artículo de fabricación usando técnicas de programación y/o de ingeniería estándar. El término "artículo de fabricación" como se usa en el presente documento está previsto para abarcar un programa informático accesible desde cualquier dispositivo, soporte o medios legibles por ordenador. Por ejemplo, los medios legibles por ordenador pueden incluir, pero sin limitarse a, dispositivos de almacenamiento magnético (por ejemplo, un disco duro, un disco flexible, cintas magnéticas...), discos ópticos (por ejemplo, un disco compacto (CD), un disco versátil digital (DVD)...), tarjetas inteligentes y dispositivos de memoria flash (*por ejemplo*, tarjeta, memoria USB, llave USB, etc.).

**[0020]** Aunque la divulgación analiza la formación de haces como un modo de funcionamiento, la divulgación y sus contenidos pueden sustancialmente aplicarse a transmisiones precodificadas o con dirección de haz. Esto puede realizarse, por ejemplo, utilizando matrices o vectores fijos o predeterminados para los que está programado un usuario.

**[0021]** Con referencia ahora a la **Fig. 1,** se ilustra un sistema de comunicación inalámbrica 100 de acuerdo con diversos modos de realización presentados en el presente documento. El sistema 100 puede comprender una o más estaciones base 102 en uno o más sectores que reciben, transmiten, repiten, *etc*., señales de comunicaciones inalámbricas entre sí y/o hacia uno o más dispositivos móviles 104. Cada estación base 102 puede comprender múltiples cadenas transmisoras y cadenas receptoras, *por ejemplo*, una para cada antena de transmisión y recepción, cada una de las cuales puede comprender a su vez una pluralidad de componentes asociados con la

transmisión y recepción de señales (*por ejemplo*, procesadores, moduladores, multiplexores, desmoduladores, desmultiplexores, antenas, *etc.)*. Los dispositivos móviles 104 pueden ser, por ejemplo, teléfonos celulares, teléfonos inteligentes, ordenadores portátiles, dispositivos de comunicación manuales, dispositivos informáticos manuales, radios por satélite, sistemas de posicionamiento global, PDA y/o cualquier otro dispositivo adecuado para la comunicación a través del sistema inalámbrico 100. Además, cada dispositivo móvil 104 puede comprender una o más cadenas transmisoras y cadenas receptoras, tal como se utiliza para un sistema de múltiples entradas, múltiples salidas (MIMO). Cada cadena transmisora y receptora puede comprender una pluralidad de componentes asociados a la transmisión y la recepción de señales (*por ejemplo*, procesadores, moduladores, multiplexores, desmoduladores, desmultiplexores, antenas, *etc.*), como apreciarán los expertos en la materia.

**[0022]** Haciendo referencia ahora a la **Fig. 2,** se ilustra un sistema de comunicación inalámbrica de acceso múltiple 200 de acuerdo con uno o más modos de realización. Una estación base de 3 sectores 202 incluye grupos de múltiples antenas, uno que incluye las antenas 204 y 206, otro que incluye las antenas 208 y 210, y un tercero que incluye las antenas 212 y la 214. De acuerdo con la figura, 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. Típicamente, las técnicas de formación de haces requieren múltiples antenas de transmisión para transmitir haces. El dispositivo móvil 216 se comunica con las antenas 212 y 214, donde las antenas 212 y 214 transmiten información al dispositivo móvil 216 a través de un enlace directo 220 y reciben información desde el dispositivo móvil 216 a través de un enlace inverso 218. El enlace directo (o enlace descendente) se refiere al enlace de comunicación desde las estaciones base hasta los dispositivos móviles, y el enlace inverso (o enlace ascendente) se refiere al enlace de comunicación desde los dispositivos móviles hasta las estaciones base. El dispositivo móvil 222 se comunica con las antenas 204 y 206, donde las antenas 204 y 206 transmiten información al dispositivo móvil 222 a través de un enlace directo 226 y reciben información desde el dispositivo móvil 222 a través de un enlace inverso 224.

**[0023]** Cada grupo de antenas y/o el área en la cual están designadas para comunicarse puede denominarse sector de estación base 202. En uno o más modos de realización, cada uno de los grupos de antenas está diseñado para comunicarse con dispositivos móviles en un sector o las áreas cubiertas por la estación base 202. Una estación base puede ser una estación fija utilizada para la comunicación con los terminales y también puede denominarse punto de acceso, nodo B, o utilizar otra terminología.

**[0024]** Un sistema de comunicación inalámbrica puede incluir una o más estaciones base en contacto con uno o más dispositivos de usuario. Cada estación base proporciona cobertura para una pluralidad de sectores. En comunicación con un dispositivo de usuario, las antenas de transmisión de una estación base pueden utilizar técnicas de formación de haces para mejorar la relación de señal a ruido de enlaces directos para los diferentes dispositivos móviles. Además, una estación base que utiliza la formación de haces para transmitir a dispositivos móviles dispersados aleatoriamente a través de su área de cobertura puede causar menos interferencia a dispositivos móviles en células o sectores contiguos que una estación base que transmite a través de una sola antena a todos los dispositivos móviles en su área de cobertura. En general, los haces generados por múltiples antenas de transmisión son más estrechos que el área de cobertura de una sola antena. Mientras que los dispositivos de usuario en las áreas cubiertas por haces experimentan un SINR mejorado, los dispositivos de usuario dentro de la región nula experimentan un SINR bajo, posiblemente ocasionando la pérdida de datos. En general, los dispositivos de usuario en la región nula están peor que si se hubiera utilizado una única antena de transmisión para transmitir datos. Además, si un dispositivo de usuario situado dentro de un haz selecciona el haz incorrecto para comunicaciones, el dispositivo de usuario experimentará la misma disminución de rendimiento que los dispositivos de usuario situados en la región nula.

**[0025]** La **Fig. 3** ilustra un patrón de haz 300 para uso en un sistema de comunicación inalámbrica de acuerdo con uno o más modos de realización presentados en el presente documento. Las antenas de transmisión de la estación base pueden generar haces que cubren áreas predeterminadas, dando como resultado un patrón de haz fijo. El patrón de haz puede ser ajustado periódicamente o el ajuste del patrón puede ser impulsado por eventos. Por ejemplo, el patrón de haz se puede modificar basándose en patrones de comunicación entre los dispositivos de usuario y la estación base. En el patrón de haz ilustrado en la Fig. 3, múltiples antenas en una estación base 302 emiten un primer haz fijo 304 y un segundo haz fijo 306 para un sector 308. El número de haces mostrado se ha limitado a dos para simplificar; sin embargo, pueden generarse múltiples haces fijos adicionales. Los haces pueden ser en general ortogonales como se muestra en la Fig. 3 o el área de cobertura de los haces puede solaparse. Los usuarios U1 y U2 están situados dentro del área de cobertura de los haces 306 y 304, respectivamente. En consecuencia, los usuarios U1 y U2 experimentan un SINR mejorado, similar a las ventajas experimentadas por los usuarios en un sistema de dirección de haz. Por el contrario, los usuarios U3 y U4 experimentarán una SNR extremadamente baja puesto que están situados dentro de la región nula de los haces 306 y 304. De hecho, el rendimiento para los usuarios U3 y U4 puede ser peor que si se hubiera utilizado una sola antena de transmisión. Además, los dispositivos de usuario pueden experimentar un SINR reducido si el dispositivo de usuario selecciona el haz incorrecto. Por ejemplo, el dispositivo de usuario U1 está situado dentro de la cobertura del segundo haz 306. Sin embargo, si el dispositivo de usuario U1 hubiera elegido incorrectamente las transmisiones en el primer haz 304 o si el dispositivo de usuario U1 estuviera asignado al primer haz 304 por la estación base, el dispositivo de usuario experimentaría el mismo rendimiento que si el dispositivo de usuario estuviera situado en la región nula.

**[0026]** Las técnicas de formación de haces pueden usarse para proporcionar direcciones de transmisión fijas en sectores o pueden usarse en lugar de sectores. Por ejemplo, los patrones de haz pueden proporcionar múltiples direcciones de transmisión en los sectores de una estación base de 3 sectores, dando como resultado una estación base virtual de 6 sectores. Esta capacidad de subdividir los sectores cuando se combina con varias técnicas de programación resulta en una mayor capacidad del sistema.

**[0027]** Las transmisiones formadas por haces pueden utilizarse con una serie de esquemas de programación diferentes, incluyendo la multiplexación por división espacial (SDM). SDM es una técnica utilizada en un sistema de comunicación de antenas múltiples que utiliza las dimensiones espaciales para soportar dispositivos de usuario adicionales para transmisiones de datos. En un sistema de acceso múltiple por división espacial (SDMA), la estación base puede utilizar las mismas frecuencias para transmitir a múltiples dispositivos de usuario al mismo tiempo donde los dispositivos de usuario están asignados a haces separados.

**[0028]** Las técnicas de programación de formación de haces oportunista y múltiples entradas, múltiples salidas (MIMO) se pueden utilizar con los patrones de formación de haces fijos. En particular, los dispositivos de usuario con canales matriciales bien acondicionados se pueden programar usando MIMO. En un sistema MIMO, múltiples secuencias de datos correspondientes a un único dispositivo de usuario están programadas en el mismo tiempo y frecuencia en múltiples haces, aumentando así la velocidad de datos. Por el contrario, en la formación de haces oportunista, también denominada selección de haz, la estación base transmite a un único dispositivo de usuario por un conjunto dado de frecuencias y tiempo usando un único haz. No se utilizan otros haces para la transmisión a ningún otro usuario por esas frecuencias y en esos momentos.

**[0029]** SDM, MIMO y la formación de haces oportunista se pueden usar con sistemas de división de frecuencia tales como un sistema de acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal (OFDMA). Un sistema OFDMA divide el ancho de banda global del sistema en múltiples sub-bandas ortogonales. Estas sub-bandas también se denominan tonos, portadoras, sub-portadoras, bins y/o canales de frecuencia. Cada sub-banda se asocia con una sub-portadora respectiva que puede modularse con datos. Un sistema OFDMA puede utilizar multiplexación por división de tiempo y/o frecuencia para conseguir la ortogonalidad entre múltiples transmisiones de datos para dispositivos de múltiples usuarios. A los grupos de dispositivos de usuario se les pueden asignar sub-bandas separadas, y la transmisión de datos para cada dispositivo de usuario puede ser enviada a la(s) sub-banda(s) asignada(s) a este dispositivo de usuario. SDMA, MIMO y formación de haces oportunista pueden ser implementados para el dispositivo de usuario asignado a diferentes regiones de frecuencia.

**[0030]** En un sistema de transmisión formado por haces, las técnicas de formación de haces se pueden utilizar para proporcionar las direcciones de transmisión fijas en sectores o pueden utilizarse en lugar de los sectores. Por ejemplo, los patrones de haz pueden proporcionar múltiples direcciones de transmisión en los sectores de una estación base de 3 sectores, dando como resultado una estación base virtual de 6 sectores. Esta capacidad de subdividir los sectores da como resultado una mayor capacidad del sistema. Los dispositivos de usuario atendidos por un sector de estación base pueden indicar una preferencia por un haz dado. La estación base puede programar la transmisión con el dispositivo de usuario en el haz dado usando SDM, MIMO, formación de haces oportunista o cualquier otro procedimiento de programación. Además, la formación de haces con un patrón de haz fijo permite que una estación base utilice simultáneamente técnicas de programación de formación de haces oportunista, SDM y MIMO. Por ejemplo, los dispositivos de usuario espacialmente ortogonales pueden programarse usando SDM, los dispositivos de usuario con canales matriciales bien condicionados podrían programarse usando MIMO y se podrían programar usuarios adicionales usando la formación de haces oportunista. Debe observarse que en el caso de precodificación o dirección de haz, las direcciones mostradas pueden ser una dirección o la dirección dominante del haz.

**[0031]** Con referencia a las **Figs. 4-7**, se ilustran metodologías relativas al mayor rendimiento y capacidad en sistemas de comunicación inalámbrica. Por ejemplo, las metodologías pueden referirse a la utilización de formación de haces y supervisión de calidad de los canales en un entorno SDMA, un entorno FFDMA, un entorno ODMA, un entorno CDMA, un entorno WCDMA, un entorno TDMA o en cualquier otro entorno inalámbrico adecuado. Aunque, para propósitos de simplicidad de la explicación, las metodologías se muestran y se describen como una serie de actos, cabe entenderse y apreciarse que las metodologías no están limitadas por el orden de los actos, ya que algunos actos, de acuerdo con uno o más modos de realización, se producen en órdenes diferentes y/o de forma concurrente con otros actos a partir de lo que se muestra y describe en el presente documento. Por ejemplo, los expertos en la técnica entenderán y apreciarán que una metodología podría representarse de forma alternativa como una serie de estados o eventos interrelacionados, tal como en un diagrama de estado. Además, puede que no se utilicen todos los actos ilustrados para implementar una metodología de acuerdo con uno o más modos de realización.

**[0032]** Con referencia ahora a la **Fig. 4**, se ilustra una metodología 400 para supervisar la calidad del canal de acuerdo con uno o más aspectos. En 402, un piloto puede transmitirse a los dispositivos de usuario. Un piloto, tal como se utiliza en el presente documento, es una señal, transmitida en general a través de un sistema de comunicación y puede utilizarse para fines de control, sincronización o referencia. Se puede determinar o estimar un indicador de calidad de canal (CQI) basándose en el piloto recibido en 404. Típicamente, un CQI puede ser una

cantidad tal como el SINR para el canal o la velocidad soportable por el canal. Después de que se determina el CQI, se puede comunicar a la estación base en 406. En 408, el CQI puede usarse para determinar la técnica de programación y/o la asignación de haz para uno o más dispositivos de usuario. El uso de CQI en la determinación de programación y asignación puede optimizar el rendimiento de canal individual y general del sistema.

**[0033]** En referencia ahora a la **Fig. 5**, se ilustra una metodología 500 para transmitir un piloto dedicado de acuerdo con uno o más aspectos. En un sistema piloto dedicado, la estación base transmite un piloto independiente para cada haz en el sector. El uso de haces dedicados permite determinar el CQI para cada haz. En 502, se genera un piloto para un haz particular. En 504, se determina si hay haces adicionales dentro del sector. Si es así, el procedimiento retorna a 502 para generar un piloto para el siguiente haz. Si no, todos los pilotos pueden transmitirse en sus haces respectivos en 506. De forma alternativa, todos los pilotos pueden calcularse y transmitirse de uno en uno. En uno o más aspectos, los pilotos se pueden almacenar en una tabla de búsqueda. Los pilotos se pueden leer desde la tabla de consulta antes de la transmisión en los haces, en lugar de generar los pilotos cada vez que los pilotos se van a transmitir. Los pilotos pueden recalcularse y la tabla de búsqueda actualizarse periódicamente o el nuevo cálculo y la actualización de la tabla pueden ser impulsados por eventos. Por ejemplo, los pilotos pueden actualizarse basándose en cambios en el patrón de haz.

**[0034]** La transmisión del piloto a los dispositivos de usuario proporciona a los dispositivos de usuario los datos necesarios para determinar un CQI por haz o sector virtual. Los pilotos permiten realizar mediciones de canal de banda ancha. El piloto también se puede utilizar para reconstruir el canal cuando se usan simultáneamente haces. Por ejemplo, cuando se utiliza la técnica de programación SDMA, el piloto permite que se reconstruya el canal y se calcule el CQI de SDMA. El uso de pilotos dedicados puede ser particularmente eficaz cuando el número de haces es menor que el número de antenas de transmisión en el sector.

**[0035]** En una o más aspectos, un piloto común se puede utilizar para determinar CQIs. Un piloto común se transmite en cada antena de transmisión para el sector. Las antenas de transmisión pueden ser entrenadas en varias direcciones. Los dispositivos de usuario pueden reconstruir los haces basándose en un conjunto de ponderaciones de haz. El uso de un piloto común es particularmente útil cuando hay más haces en el patrón de haz que antenas de transmisión disponibles. Por ejemplo, cuando hay tres antenas de transmisión y ocho haces en el sector, las antenas se pueden entrenar en tres direcciones distintas y los dispositivos de usuario pueden utilizar un conjunto de ponderaciones de haz para cada uno de los ocho haces para reconstruir los haces. Los dispositivos de usuario pueden recibir el piloto común y estimar el canal de banda ancha en cada antena de transmisión basándose en el piloto común. Los dispositivos de usuario pueden reconstruir los canales y la interferencia y luego calcular el CQI basándose en las estimaciones de canal y un conjunto de ponderaciones de haz para el haz apropiado. En uno o más modos de realización, los haces se forman usando un conjunto de ponderaciones, que alteran la fase, amplitud o fase y amplitud de un símbolo o muestra de transmisión particular. Estas ponderaciones se pueden almacenar en una tabla de búsqueda en la memoria. El patrón de haz se puede actualizar modificando las ponderaciones almacenadas en la tabla de búsqueda. Las ponderaciones de haz se pueden almacenar en una tabla de búsqueda para su uso en cálculos de CQI. Los haces pueden fijarse o la estación base puede señalar un conjunto de ponderaciones de haz a los dispositivos de usuario usando los canales de sobrecarga. El uso del piloto común puede ser particularmente eficaz cuando los haces se fijan o cambian muy lentamente, de tal manera que las ponderaciones del haz no necesitan ser actualizadas frecuentemente. Si se actualiza el patrón de haz, la estación base debe señalar al dispositivo de usuario y enviar / señalar el conjunto actualizado de ponderaciones de haz. Debe entenderse que si las ponderaciones de haz son conocidas por el dispositivo de usuario, no es necesario transmitirlas al dispositivo de usuario.

**[0036]** Los dispositivos de usuario pueden utilizar piloto ya sea común o dedicado para estimar una selección de haz, CQI de SDMA y/o MIMO para el sector que da servicio el dispositivo de usuario. La selección de haz, los CQIs de SDMA y MIMO se pueden comparar para determinar el procedimiento de programación óptimo para un dispositivo de usuario. Además, el dispositivo de usuario puede estimar los CQI para haces de otros sectores. Los CQI de los haces de otros sectores se pueden comunicar a un ritmo más lento que el CQI para el sector que presta servicios al dispositivo de usuario para reducir la sobrecarga. Además, el dispositivo de usuario puede rastrear el canal de control de CQI. En general, el canal de control se transmite en el haz con la mayor área de cobertura. El CQI para el canal de control es particularmente importante para propósitos tales como control de potencia.

**[0037]** En uno o más aspectos, el dispositivo de usuario informa de uno o más CQI a la estación base. La estación base puede utilizar la realimentación CQI para determinar la técnica de programación apropiada para los dispositivos de usuario. El dispositivo de usuario puede informar de CQIs dentro de la señal, de manera que la estación base recibe CQIs continuamente. Por ejemplo, el dispositivo de usuario puede informar al CQI para todas las técnicas de programación dentro de cada trama o paquete de datos transmitido a la estación base. Sin embargo, esto puede dar como resultado una sobrecarga excesiva para el sistema. De forma alternativa, los dispositivos de usuario pueden enviar el CQI para el modo en el que está programado el dispositivo de usuario. Por ejemplo, un dispositivo de usuario programado usando la selección de haz puede transmitir la selección de haz CQI basándose en el programa de selección de haz; un dispositivo de usuario que utiliza SDMA puede transmitir el CQI de SDMA basándose en el programa SDMA y así sucesivamente. Además, los dispositivos de usuario pueden transmitir usando codificación perforada. El CQI de canal de control puede perforarse con alguna combinación de los CQI de canal sin control.

**[0038]** Haciendo referencia ahora a la **Fig. 6**, se ilustra una metodología 600 para supervisar la calidad del canal usando un CQI a largo plazo de acuerdo con uno o más aspectos. En uno o más aspectos, el sistema puede utilizar un CQI a largo plazo para seleccionar técnicas de programación y/o asignaciones de haz para dispositivos de usuario. El uso de un CQI a largo plazo en lugar de un CQI instantáneo puede impedir que un dispositivo de usuario cambie entre haces o técnicas de programación debido a fluctuaciones temporales en el CQI instantáneo. En 602, se calcula un CQI instantáneo. Un CQI a largo plazo se puede calcular basándose en el CQI instantáneo, en 604. El CQI a largo plazo se puede calcular promediando el CQI instantáneo con valores CQI previos. Se puede almacenar una tabla de valores CQI previos y/o el promedio de valores previos y los valores o el promedio utilizado para calcular el CQI a largo plazo. Además, el promedio ponderado se puede utilizar para calcular el CQI a largo plazo. En 606, se determina si se han cumplido las condiciones para comunicar el CQI a largo plazo a la estación base. En caso afirmativo, el CQI a largo plazo se transmite en 608. Si no, el siguiente CQI instantáneo se calcula en 602. El CQI se puede comunicar periódicamente basándose en un período de tiempo predeterminado o basándose en el número de CQI instantáneos calculados. De forma alternativa, la transmisión de los CQIs a largo plazo puede ser impulsada por eventos. Por ejemplo, los CQI a largo plazo pueden ser comunicados a la estación base cuando el patrón de haz cambia, cuando un dispositivo de usuario se desplaza de una región cubierta por un haz a una región cubierta por un segundo haz o cuando el CQI cae por debajo de un determinado umbral predeterminado. Además, los dispositivos de usuario pueden comunicar CQIs a largo plazo e instantáneos a la estación base.

**[0039]** Los dispositivos de usuario se pueden reasignar a haces o todo el patrón de haz se puede modificar dependiendo de los valores de CQI. En general, los dispositivos de usuario pueden reubicarse o ser reubicados durante la transmisión de voz o datos, y pueden moverse dentro o fuera del área de cobertura proporcionada por el haz al que están asignados. Los dispositivos de usuario deben reasignarse a medida que se mueven a través del sector desde el área de cobertura de un haz a otro. Además, basándose en los CQI comunicados por múltiples usuarios, la estación base puede ajustar el patrón de haz para prestar un mejor servicio al grupo de dispositivos de usuario.

**[0040]** Debe apreciarse que, de acuerdo con uno o más modos de realización descritos en el presente documento, pueden realizarse inferencias en lo que respecta a formatos de transmisión, frecuencias, *etc.* Tal y como se utiliza en el presente documento, el término "inferir" o "inferencia" se refiere en general al proceso de razonamiento o a los estados de inferencia del sistema, entorno y/o usuario a partir de un conjunto de observaciones realizadas a través de eventos y/o datos. La inferencia puede emplearse para identificar un contexto o acción específico o puede generar una distribución de probabilidad a través de estados, por ejemplo. La inferencia puede ser probabilística, es decir, el cálculo de una distribución de probabilidad a través de estados de interés basándose en una consideración de datos y eventos. La inferencia puede referirse también a las técnicas empleadas para componer los eventos de nivel más alto a partir de un conjunto de eventos y/o datos. Dicha inferencia da como resultado la construcción de nuevos eventos o acciones a partir de un conjunto de eventos observados y/o de datos de eventos almacenados, si están o no correlacionados los eventos en una proximidad temporal cercana o si vienen los eventos y los datos desde una o más fuentes de eventos y datos.

**[0041]** De acuerdo con un ejemplo, uno o más procedimientos presentados anteriormente pueden incluir hacer inferencias relativas a la técnica de programación o asignación de haz para uno o más dispositivos de usuario. Por ejemplo, se puede determinar que el dispositivo de usuario ha dejado la región cubierta por un primer haz y accedido a una región cubierta por un segundo haz y, por lo tanto, el dispositivo de usuario debería ser reasignado al segundo haz. Además, puede determinarse que el patrón de haz es subóptimo para dispositivos de múltiples usuarios y el patrón de haz puede modificarse.

**[0042]** De acuerdo con otro ejemplo, se pueden hacer inferencias relativas a las técnicas de programación a emplear durante varias horas del día, semana, *etc.*, tales como las horas pico y similares. Se apreciará que los ejemplos anteriores son de naturaleza ilustrativa y no pretenden limitar el número de inferencias que pueden hacerse o la manera en la que dichas inferencias se hacen junto con los diversos modos de realización y/o procedimientos descritos en el presente documento.

**[0043]** La **Fig. 7** es una ilustración de un sistema 700 que facilita la formación de haces en un entorno de comunicación inalámbrica para aumentar los límites de capacidad del sistema de acuerdo con uno o más modos de realización expuestos en el presente documento. El sistema 700 puede residir en una estación base y/o en un dispositivo de usuario, como apreciará un experto en la técnica. El sistema 700 comprende un receptor 702 que recibe una señal, por ejemplo, desde una o más antenas de recepción, y lleva a cabo acciones típicas (*por ejemplo*, filtra, amplifica, reduce en frecuencia, *etc.*) en la señal recibida y digitaliza la señal acondicionada para obtener muestras. Un desmodulador 704 puede desmodular y proporcionar símbolos piloto recibidos a un procesador 706 para la estimación de canal.

**[0044]** El procesador 706 puede ser un procesador dedicado a analizar la información recibida por el componente receptor 702 y/o a generar información para su transmisión por un transmisor 714. El procesador 706 puede ser un procesador que controla una o más componentes del dispositivo de usuario 700 y/o un procesador que analiza la información recibida por el receptor 702, genera información para su transmisión por un transmisor 714 y controla

una o más componentes del dispositivo de usuario 700. El procesador 806 puede utilizar cualquiera de las metodologías descritas en el presente documento, incluyendo las descritas con respecto a las Figs. 4-6, para coordinar las comunicaciones. Además, el dispositivo de usuario 700 puede incluir un componente de optimización 708 que coordina las asignaciones de haz y/o selecciona técnicas de programación. El componente de optimización 708 puede estar incorporado en el procesador 706. Debe apreciarse que el componente de optimización 708 puede incluir código de optimización que realiza análisis basándose en utilidades, en relación con la asignación de dispositivos de usuario a haces y / o técnicas de programación. El código de optimización puede utilizar procedimientos basándose en inteligencia artificial, en relación con la realización de inferencia y/o determinaciones probabilísticas y/o determinación basándose en estadísticas, en relación con la optimización de asignaciones de haces de dispositivos de usuario.

**[0045]** El dispositivo de usuario 700 puede comprender adicionalmente la memoria 710 que está acoplada operativamente al procesador 706 y que puede almacenar información relacionada con la información del patrón del haz, datos CQI, tablas de consulta que comprenden información relacionada con el mismo, y cualquier otra información adecuada relacionada con la formación de haces y la supervisión de canal como se describe en el presente documento. La memoria 710 puede, además, almacenar protocolos asociados a la generación de tablas de consulta, *etc.,* de modo que el dispositivo de usuario 700 pueda emplear protocolos y/o algoritmos almacenados para aumentar la capacidad y el rendimiento del sistema. Se apreciará que los componentes de almacenamiento de datos (por ejemplo, memorias) descritos en el presente documento pueden ser memoria volátil o memoria no volátil, o pueden incluir memoria tanto volátil como no volátil. A modo de ilustración, y no de manera limitativa, la memoria no volátil puede incluir memoria de solo lectura (ROM), ROM programable (PROM), ROM eléctricamente programable (EPROM), ROM eléctricamente borrable (EEPROM) o memoria flash. La memoria volátil puede incluir memoria de acceso aleatorio (RAM), que actúa como memoria caché externa. A modo de ilustración, y no de manera limitativa, la RAM está disponible de muchas formas, tales como RAM síncrona (SRAM), RAM dinámica (DRAM), DRAM síncrona (SDRAM), SDRAM de doble velocidad de datos (DDR SDRAM), SDRAM mejorada (ESDRAM), DRAM de enlace síncrono (SLDRAM) y RAM de Rambus directo (DRRAM). La memoria 710 de los presentes sistemas y procedimientos comprende, sin estar limitada a, estos y otros tipos adecuados de memoria. El procesador 706 está conectado a un modulador de símbolos 712 y al transmisor 714 que transmite la señal modulada.

**[0046]** La **Fig. 8** es una ilustración de un sistema 800 que facilita el aumento de la capacidad del sistema o el rendimiento en un entorno de comunicación de acuerdo con diversos modos de realización. El sistema 800 comprende una estación base 802 con un receptor 810 que recibe señal(es) procedentes de uno o más dispositivos de usuario 804 por medio de una o más antenas de recepción 806 y que transmite a los uno o más dispositivos de usuario 804 a través de una pluralidad de antenas de transmisión 808. En uno o más modos de realización, las antenas de recepción 806 y las antenas de transmisión 808 se puede implementar usando un único conjunto de antenas. El receptor 810 puede recibir información desde las antenas receptoras 806 y está asociado de forma operativa a un desmodulador 812 que desmodula la información recibida. El receptor 810 puede ser, por ejemplo, un receptor de espectro distribuido (por ejemplo, una técnica que procesa individualmente los componentes de trayectorias múltiples de la señal usando una pluralidad de correlacionadores de banda base, ...), un receptor basándose en MMSE o algún otro receptor adecuado para distinguir dispositivos de usuario asignados al mismo, tal como apreciará un experto en la técnica. De acuerdo a varios aspectos, pueden emplearse múltiples receptores (por ejemplo, uno por antena de recepción), y tales receptores pueden comunicarse entre sí para proporcionar estimaciones mejoradas de los datos de usuario. Los símbolos desmodulados son analizados por un procesador 814 que es similar al procesador descrito anteriormente con respecto a la Fig. 7, y que está acoplado a una memoria 816 que almacena la información relacionada con las asignaciones de dispositivos de usuario, las tablas de consulta relacionados con los mismos y similares. La salida del receptor para cada antena puede ser procesada conjuntamente por el receptor 810 y/o el procesador 814. Un modulador 818 puede multiplexar la señal para su transmisión mediante un transmisor 820 a través de las antenas de transmisión 808 a los dispositivos de usuario 804.

**[0047]** La estación base 802 comprende además un componente de asignación 822, que puede ser un procesador distinto de o integral al procesador 814, y que puede evaluar un grupo de todos los dispositivos de usuario en un sector servido por la estación base 804 y puede asignar dispositivos de usuario a haces y/o técnicas de programación basándose al menos en parte en los CQI para el canal de los dispositivos de usuario individuales.

**[0048]** La **Fig. 9** muestra un sistema de comunicación inalámbrica 900 a modo de ejemplo. El sistema de comunicación inalámbrica 900 representa una estación base y un dispositivo de usuario en aras de la brevedad. Sin embargo, debe apreciarse que el sistema puede incluir más de una estación base y/o más de un dispositivo de usuario, en el que las estaciones base y/o los dispositivos de usuario adicionales pueden ser muy similares o diferentes de la estación base y del dispositivo de usuario descritos posteriormente a modo de ejemplo. Además, debe apreciarse que la estación base y/o el dispositivo de usuario pueden emplear los sistemas (**Figs. 7-9**) y/o los procedimientos (**Figs. 4-6**) descritos en el presente documento para facilitar una comunicación inalámbrica entre los mismos.

**[0049]** Haciendo referencia ahora a la **Fig. 9**, en un enlace descendente, en el punto de acceso 905, un

procesador de datos de transmisión (TX) 910 recibe, formatea, codificada, intercala y modula (o asigna con símbolos) datos de tráfico y proporciona símbolos de modulación ("símbolos de datos"). Un modulador de símbolos 915 recibe y procesa los símbolos de datos y los símbolos piloto y proporciona un flujo de símbolos. Un modulador de símbolos 915 multiplexa símbolos piloto y de datos y los proporciona a una unidad de transmisión (TMTR) 920. Cada símbolo de transmisión puede ser un símbolo de datos, un símbolo piloto o un valor de señal de cero. Los símbolos piloto pueden enviarse de manera continua en cada período de símbolo. Los símbolos piloto pueden multiplexarse por división de frecuencia (FDM), multiplexarse por división de frecuencia ortogonal (OFDM), multiplexarse por división de tiempo (TDM), multiplexarse por división de frecuencia (FDM) o multiplexarse por división de código (CDM).

**[0050]** El TMTR 920 recibe y convierte el flujo de símbolos en una o más señales analógicas y acondiciona adicionalmente (*e.g*, amplifica, filtra y convierte de manera ascendente en frecuencia) las señales analógicas para generar una señal de enlace descendente adecuada para su transmisión a través del canal inalámbrico. A continuación, la señal de enlace descendente se transmite a través de una antena 925 a los dispositivos de usuario. En el dispositivo de usuario 930, una antena 935 recibe la señal de enlace descendente y entrega una señal recibida a una unidad de recepción (RCVR) 940. La unidad de recepción 940 acondiciona (*por ejemplo*, filtra, amplifica y convierte de manera descendente en frecuencia) la señal recibida y digitaliza la señal acondicionada para obtener muestras. Un desmodulador de símbolos 945 desmodula y proporciona símbolos piloto recibidos a un procesador 950 para la estimación de canal y los cálculos de CQI. El desmodulador de símbolos 945 recibe además una estimación de respuesta de frecuencia para el enlace descendente desde el procesador 950, lleva a cabo una desmodulación de datos en los símbolos de datos recibidos para obtener estimaciones de símbolos de datos (que son estimaciones de los símbolos de datos transmitidos), y proporciona las estimaciones de símbolos de datos a un procesador de datos RX 955, que desmodula (*es decir,* desasigna los símbolos), desintercala y descodifica las estimaciones de símbolos de datos para recuperar los datos de tráfico transmitidos. El procesamiento del desmodulador de símbolos 945 y el procesador de datos de RX 955 es complementario al realizado por el modulador de símbolos 915 y el procesador de datos de TX 910, respectivamente, en el punto de acceso 905.

**[0051]** En el enlace ascendente, un procesador de datos de TX 960 procesa los datos de tráfico y proporciona símbolos de datos. Los símbolos de datos pueden incluir datos CQI basándose en el piloto recibido. Un modulador de símbolos 965 recibe y multiplexa los símbolos de datos con símbolos piloto, lleva a cabo una modulación y proporciona un flujo de símbolos. A continuación, una unidad de transmisión 970 recibe y procesa el flujo de símbolos para generar una señal de enlace ascendente, que se transmite mediante la antena 935 al punto de acceso 905.

**[0052]** En el punto de acceso 905, la señal de enlace ascendente del dispositivo de usuario 930 se recibe mediante la antena 925 y se procesa mediante una unidad de receptor 975 para obtener muestras. A continuación, un desmodulador de símbolos 980 procesa las muestras y proporciona símbolos piloto recibidos y estimaciones de símbolos de datos para el enlace ascendente. Un procesador de datos de RX 985 procesa las estimaciones de símbolos de datos para recuperar los datos de tráfico transmitidos por el dispositivo de usuario 930. Un procesador 990 lleva a cabo una estimación de canal para cada dispositivo de usuario activo que transmite en el enlace ascendente. Múltiples dispositivos de usuario pueden transmitir pilotos de manera concurrente en el enlace ascendente en sus respectivos conjuntos asignados de sub-bandas piloto, donde los conjuntos de sub-bandas piloto pueden estar intercaladas.

**[0053]** Los procesadores 990 y 950 dirigen (*por ejemplo,* controlan, coordinan, gestionan, *etc.*) el funcionamiento en el punto de acceso 905 y el dispositivo de usuario 930, respectivamente. Los procesadores 990 y 950 respectivos pueden estar asociados a unidades de memoria (no mostradas) que almacenan códigos de programa y datos. Los procesadores 990 y 950 pueden utilizar cualquiera de las metodologías descritas en el presente documento, incluyendo las ilustradas en las Figs. 4-6 para seleccionar una técnica de programación o asignación de haz para el dispositivo de usuario 930. Los procesadores respectivos 990 y 950 también pueden realizar cálculos para obtener las estimaciones de la respuesta en frecuencia y de impulso para el enlace ascendente y el enlace descendente, respectivamente.

**[0054]** Para un sistema de acceso múltiple (*por ejemplo,* FDMA, OFDMA, CDMA, TDMA, SDMA, *etc.*), múltiples dispositivos de usuario pueden transmitir de manera concurrente en el enlace ascendente. Para un sistema de este tipo, las sub-bandas piloto pueden compartirse entre diferentes dispositivos de usuario. Las técnicas de estimación de canal pueden usarse en casos en los que las sub-bandas piloto para cada dispositivo de usuario abarcan toda la banda de funcionamiento (excepto posiblemente los límites de la banda). Una estructura de sub-bandas piloto de este tipo es deseable para obtener diversidad de frecuencia para cada dispositivo de usuario. Las técnicas descritas en el presente documento pueden implementarse mediante diversos medios. Por ejemplo, estas técnicas pueden implementarse en hardware, software o una combinación de ambos. Para una implementación de hardware, las unidades de procesamiento usadas para la estimación de canal pueden implementarse dentro de uno o más circuitos integrados de aplicación específica (ASIC), procesadores digitales de señales (DSP), dispositivos de procesamiento digital de señales (DSPD), dispositivos lógicos programables (PLD), matrices de puertas programables por campo (FPGA), procesadores, controladores, micro-controladores, microprocesadores, otras unidades electrónicas diseñadas para realizar las funciones descritas en el presente documento, o una combinación

de los mismos. Con software, la implementación puede realizarse mediante módulos (*por ejemplo,* procedimientos, funciones, etc.) que lleven a cabo las funciones descritas en el presente documento. Los códigos de software pueden almacenarse en unidades de memoria y ejecutarse mediante los procesadores 990 y 950.

**[0055]** Para una implementación en software, las técnicas descritas en el presente documento pueden implementarse con módulos (*por ejemplo,* procedimientos, funciones, etc.) que lleven a cabo las funciones descritas en el presente documento. Los códigos de software pueden almacenarse en unidades de memoria y ejecutarse mediante procesadores. La unidad de memoria puede implementarse dentro del procesador o de manera externa al procesador, en cuyo caso puede acoplarse de manera comunicativa al procesador mediante varios medios, como se conoce en la técnica.

**[0056]** Lo que se ha descrito anteriormente incluye ejemplos de uno o más modos de realización. No es posible, por supuesto, describir cada combinación concebible de componentes o metodologías para los propósitos de describir los modos de realización mencionados anteriormente, pero un experto en la técnica medio puede reconocer que son posibles muchas otras combinaciones y permutaciones de diversos modos de realización. Por consiguiente, los modos de realización descritos pretenden abarcar todas dichas alteraciones, modificaciones y variaciones que estén dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas. Además, en la medida en que se usa el término "incluye" en la descripción detallada o en las reivindicaciones, dicho término está previsto para ser inclusivo de una manera similar al término "que comprende" ya que "que comprende" se interpreta cuando se emplea como una palabra de transición en una reivindicación.

**REIVINDICACIONES**

**1.** Un procedimiento (400) para mejorar el rendimiento de un entorno de comunicación inalámbrica (100) que utiliza una transmisión formada por haces para comunicarse con los dispositivos de usuario, que comprende:

generar un primer piloto;

transmitir el primer piloto (402) a una pluralidad de dispositivos de usuario, en el que el primer piloto es un piloto común y se transmite en cada antena de un sector;

recibir al menos un indicador de calidad de canal de cada uno de la pluralidad de dispositivos de usuario, en el que cada indicador de calidad de canal se basa al menos en parte en el primer piloto;

programar cada uno de la pluralidad de dispositivos de usuario basándose al menos en parte en al menos un indicador de calidad de canal utilizando al menos una de las técnicas de programación de multiplexación por división espacial, múltiples entradas, múltiples salidas y formación de haces oportunista.

**2.** El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende además asignar un dispositivo de usuario a un haz basándose al menos en un indicador de calidad de canal.

**3.** El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende además el uso de una señal para la relación interferencia / ruido (SINR) como el indicador de calidad de canal.

**4.** El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende además el uso de una velocidad soportable por el canal como el indicador de calidad de canal.

**5.** El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el primer piloto es transmitido por un primer haz y que comprende además:

generar un segundo piloto;

transmitir el segundo mensaje a un segundo haz; y

recibir un segundo indicador de calidad de canal basándose al menos en parte en el segundo piloto.

**6.** El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el primer piloto es transmitido por un área que incluye una pluralidad de haces.

**7.** El procedimiento de la reivindicación 6, en el que al menos un indicador de calidad de canal se basa al menos en parte en un conjunto de ponderaciones de haz.

**8.** El procedimiento de la reivindicación 7, que comprende además utilizar el conjunto de ponderaciones de haz.

**9.** El procedimiento de la reivindicación 1, en el que al menos un indicador de calidad de canal se recibe cada trama.

**10.** El procedimiento de la reivindicación 1, en el que se recibe al menos un indicador de calidad de canal basándose al menos en una programación de multiplexación por división espacial, múltiples entradas, múltiples salidas y formación de haces oportunista.

**11.** El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende además recibir un indicador de calidad de canal de control.

**12.** El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende además modificar un haz basándose al menos en parte en al menos un indicador de calidad de canal.

**13.** Un aparato de comunicación inalámbrica para mejorar el rendimiento para un entorno de comunicación inalámbrica que utiliza una transmisión formada por haces para comunicarse con los dispositivos de usuario, que comprende:

medios para generar un primer piloto;

medios para transmitir el primer piloto a una pluralidad de dispositivos de usuario, en el que el primer piloto es un piloto común y se transmite en cada antena de un sector; medios para recibir al menos un indicador de calidad de canal de cada uno de la pluralidad de dispositivos de usuario, en el que cada

indicador de calidad de canal se basa al menos en parte en el primer piloto; y

medios para programar cada uno de la pluralidad de dispositivos de usuario basándose al menos en parte en el al menos un indicador de calidad de canal utilizando al menos una de técnicas de programación de multiplexación por división espacial, múltiples entradas, múltiples salidas y formación de haces oportunista.

**14.** El aparato de comunicación inalámbrica según la reivindicación 13, en el que:

los medios de generación, los medios de transmisión, y los medios de recepción comprenden un procesador configurado para generar un primer piloto, un transmisor configurado para transmitir el primer piloto como piloto común en cada antena de transmisión para un sector y un receptor configurado para recibir al menos un indicador de calidad de canal de cada uno de una pluralidad de dispositivos de usuario, en el que cada indicador de calidad de canal se basa al menos en parte en el primer piloto; y

una memoria acoplada con el procesador.

**15.** Un medio legible por ordenador que tiene almacenadas en el mismo instrucciones ejecutables por ordenador que, cuando son ejecutadas por un procesador, realizan los pasos del procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1, 2 ó 5.

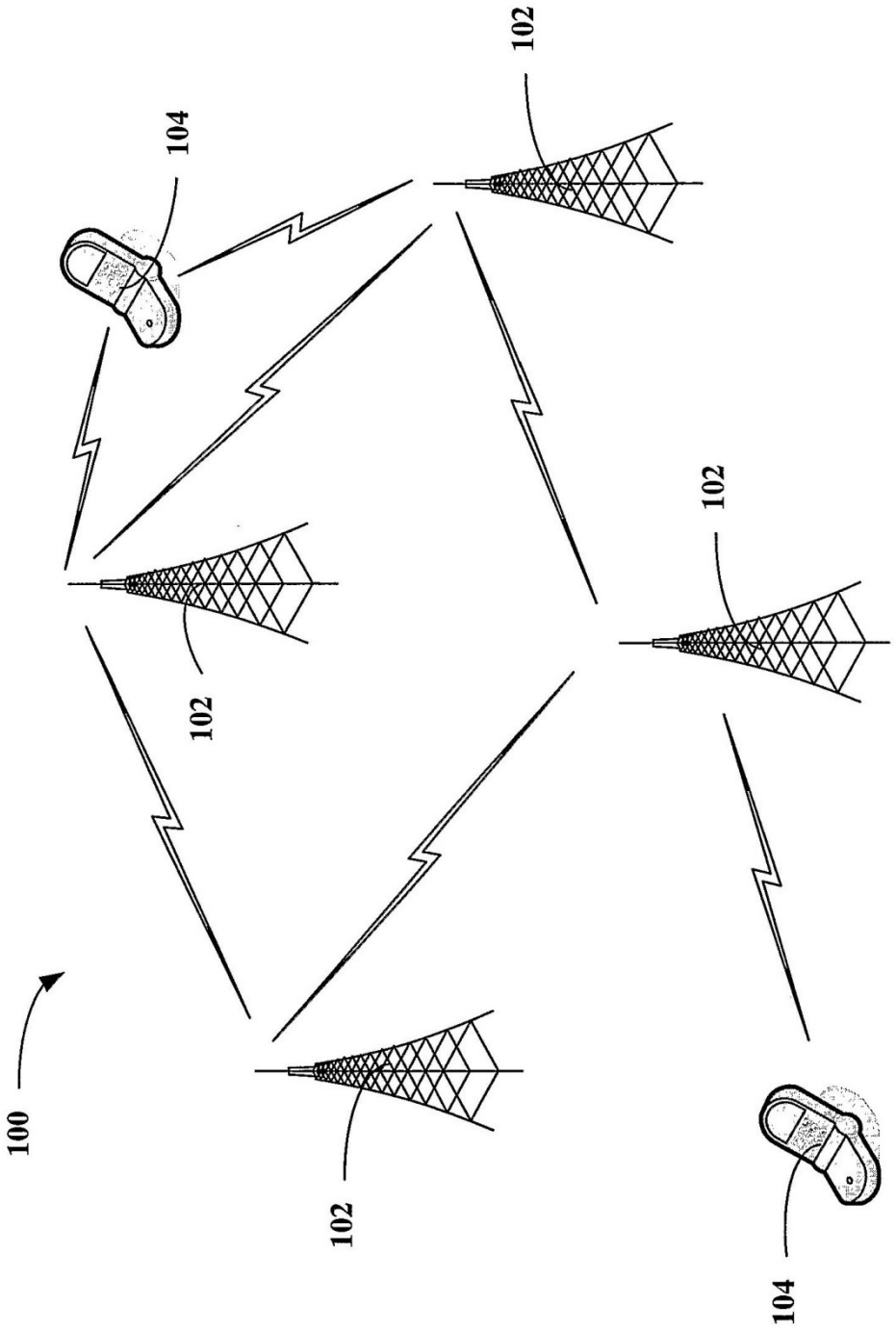


FIG. 1

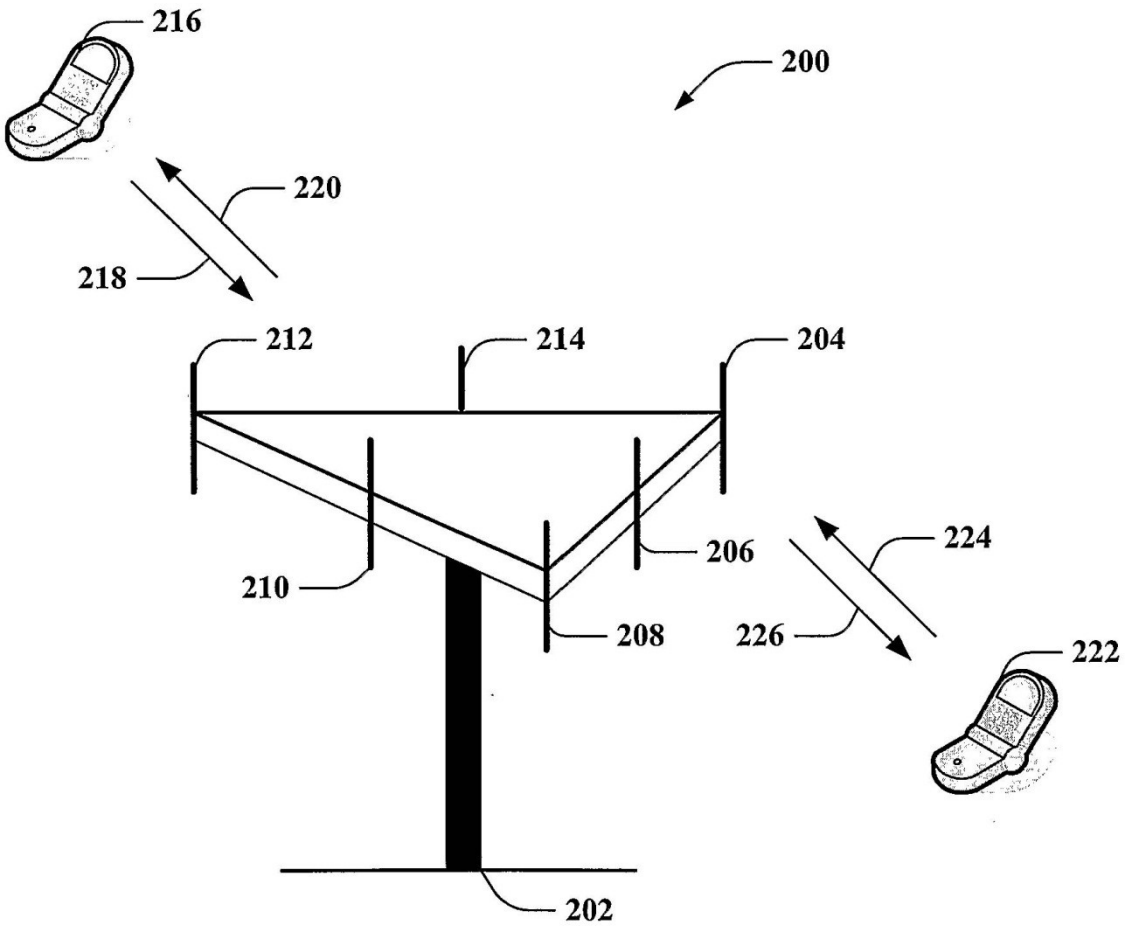


FIG. 2

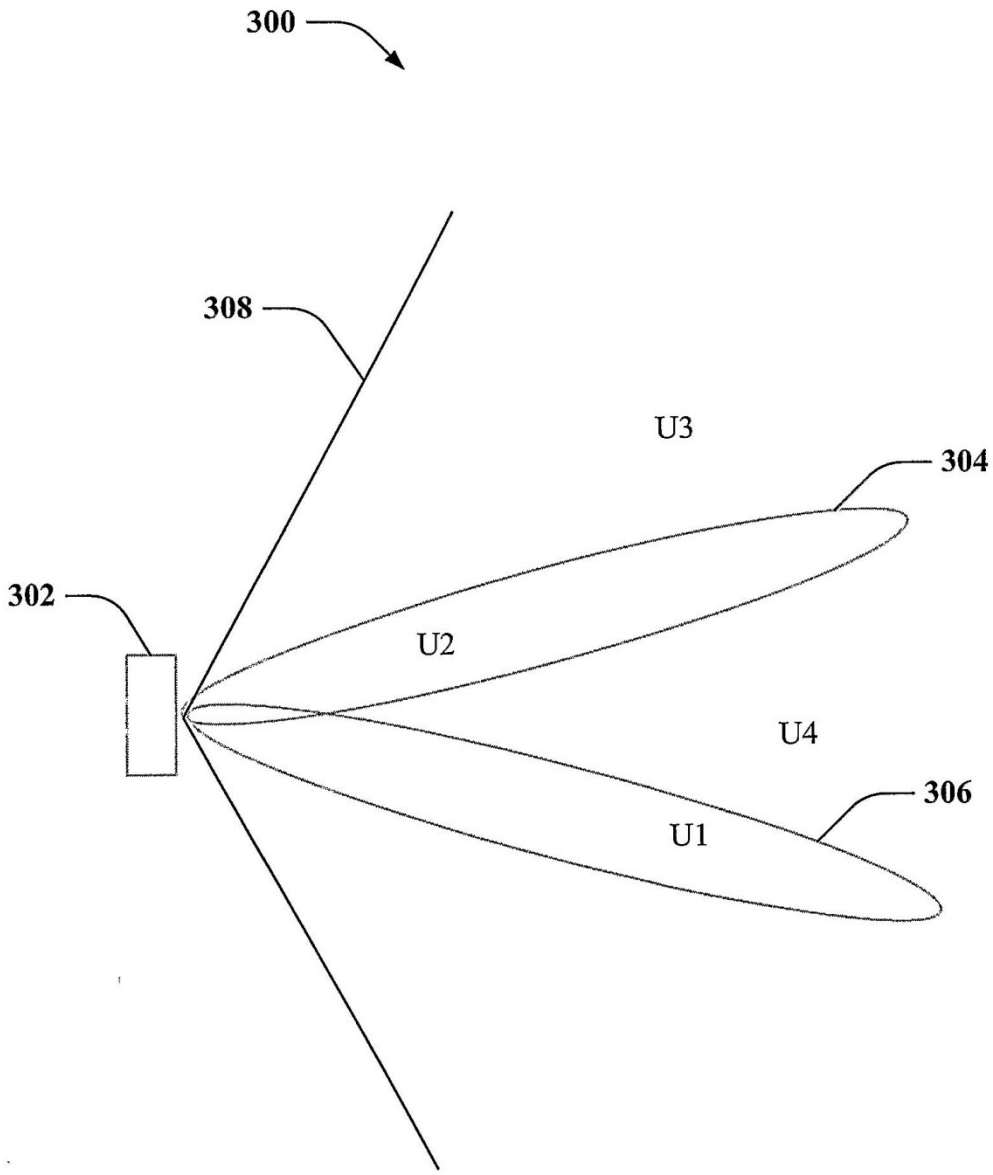


FIG. 3

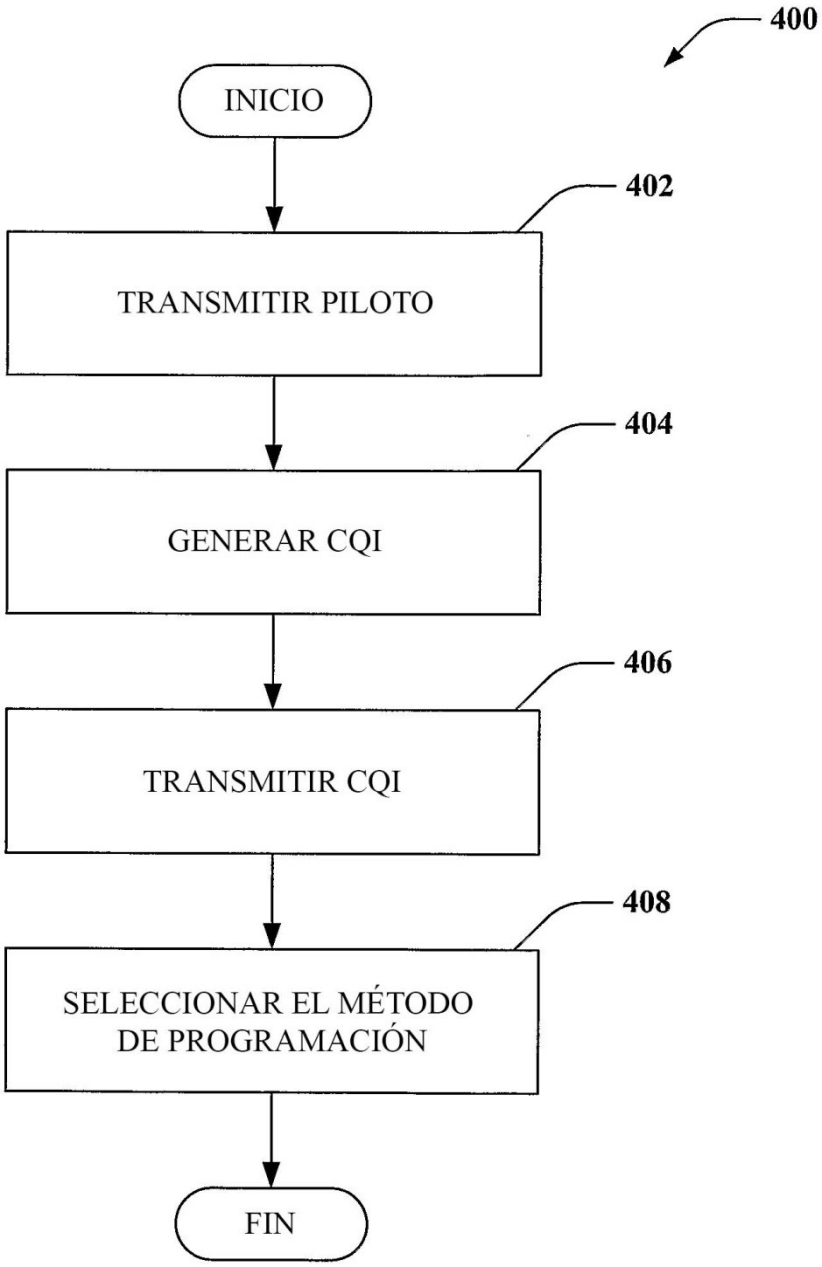
400
INICIO
402
TRANSMITIR PILOTO
404
GENERAR CQI
406
TRANSMITIR CQI
408
SELECCIONAR EL MÉTODO DE PROGRAMACIÓN
FIN

FIG. 4

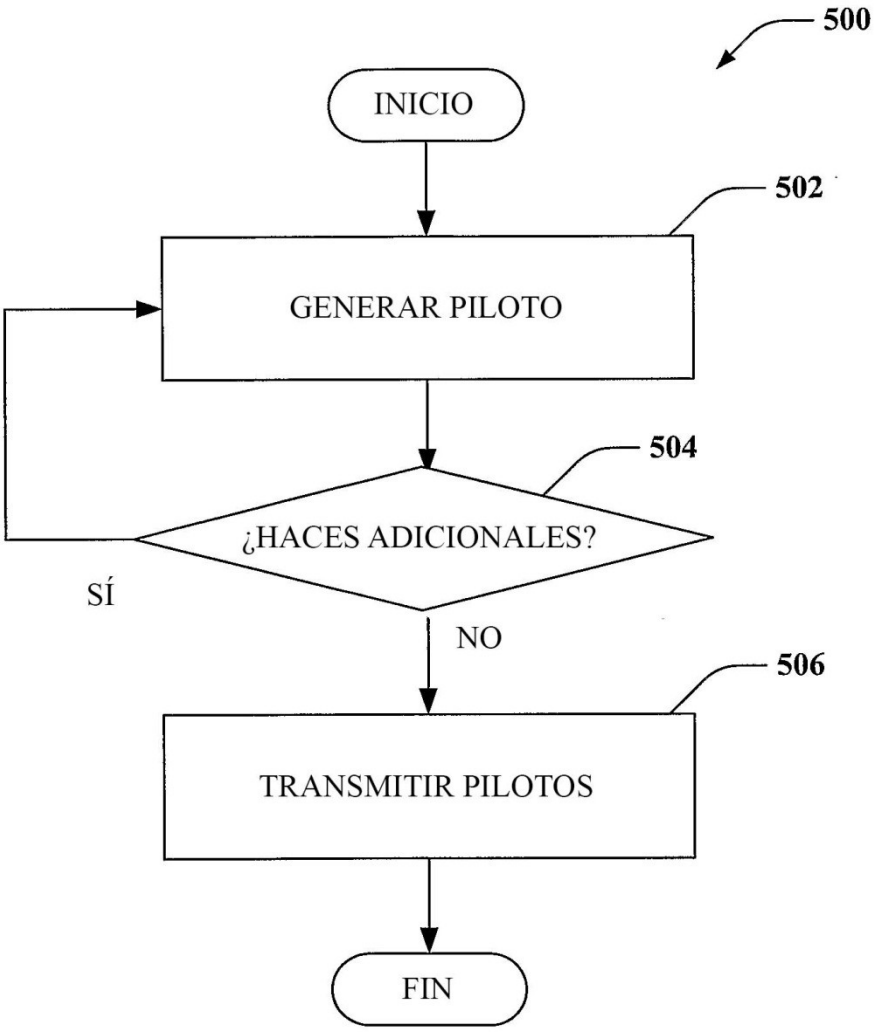
500
INICIO
502
GENERAR PILOTO
504
¿HACES ADICIONALES?
SÍ
NO
506
TRANSMITIR PILOTOS
FIN

FIG. 5

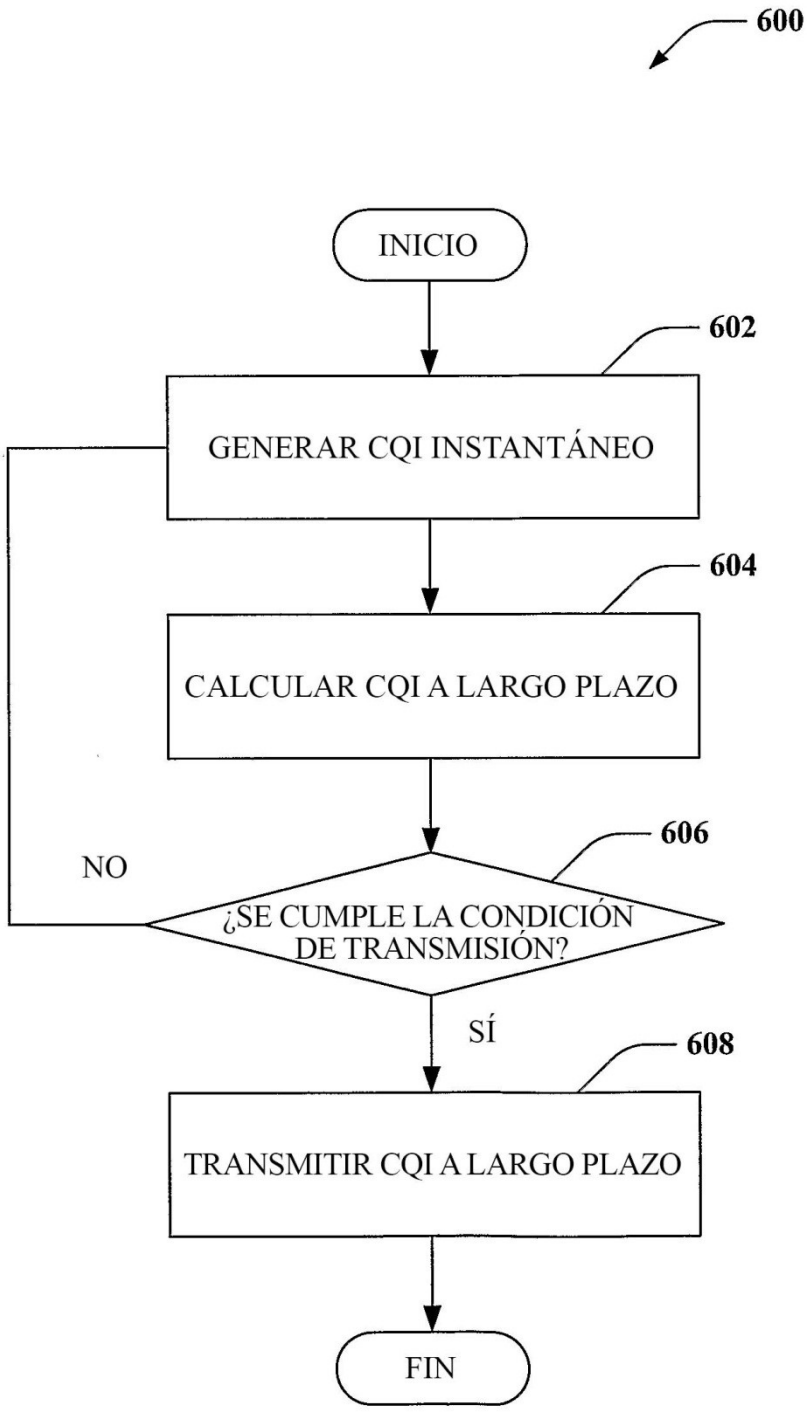
600
INICIO
602
GENERAR CQI INSTANTÁNEO
604
CALCULAR CQI A LARGO PLAZO
606
NO
¿SE CUMPLE LA CONDICIÓN DE TRANSMISIÓN?
SÍ
608
TRANSMITIR CQI A LARGO PLAZO
FIN

**FIG. 6**

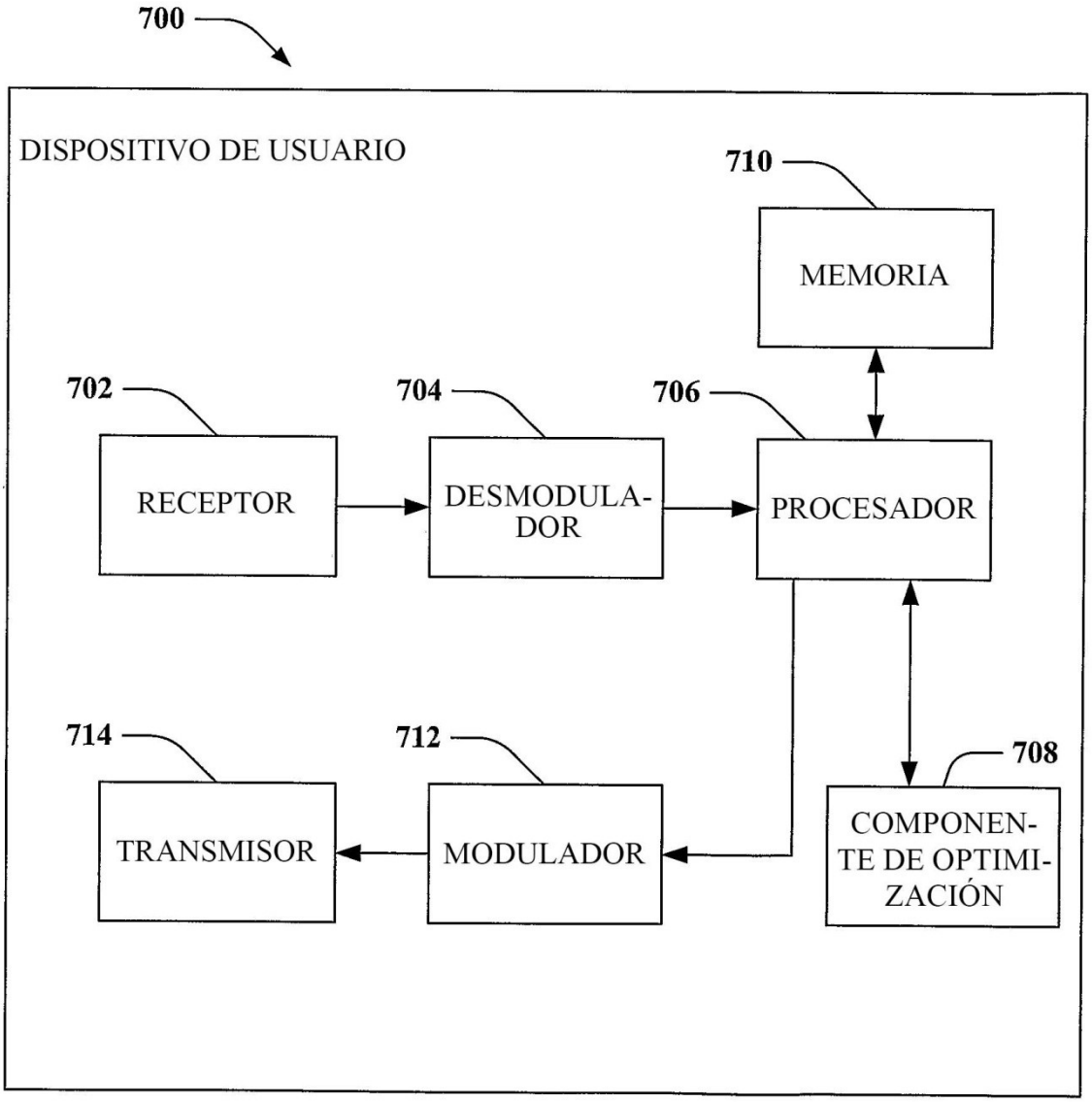
700
DISPOSITIVO DE USUARIO
710
MEMORIA
702
RECEPTOR
704
DESMODULA-
DOR
706
PROCESADOR
714
TRANSMISOR
712
MODULADOR
708
COMPONEN-
TE DE OPTIMI-
ZACIÓN

**FIG. 7**

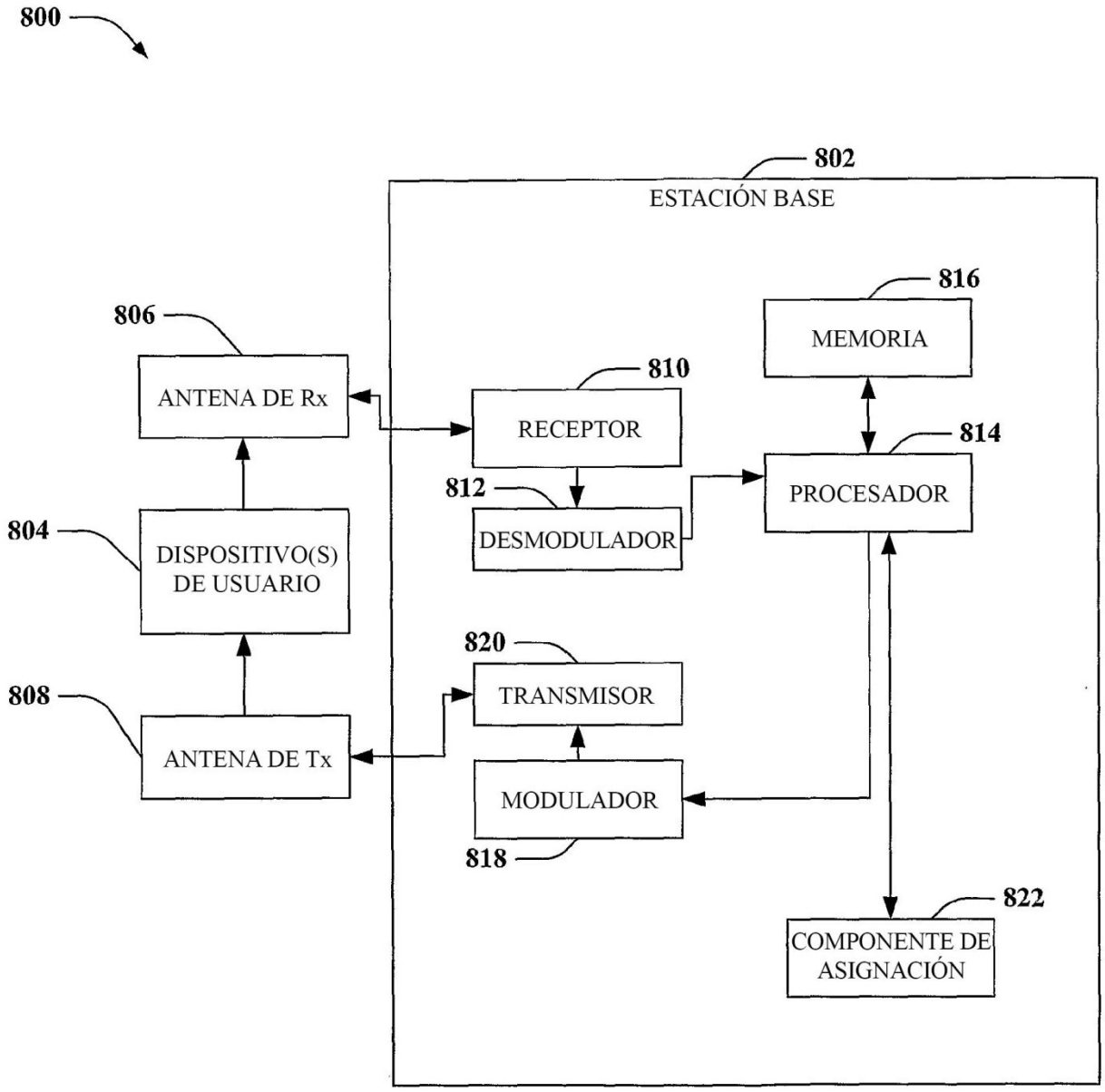
800
802
ESTACIÓN BASE
816
MEMORIA
806
ANTENA DE Rx
810
RECEPTOR
814
PROCESADOR
812
DESMODULADOR
804
DISPOSITIVO(S) DE USUARIO
820
TRANSMISOR
808
ANTENA DE Tx
MODULADOR
818
822
COMPONENTE DE ASIGNACIÓN

**FIG. 8**

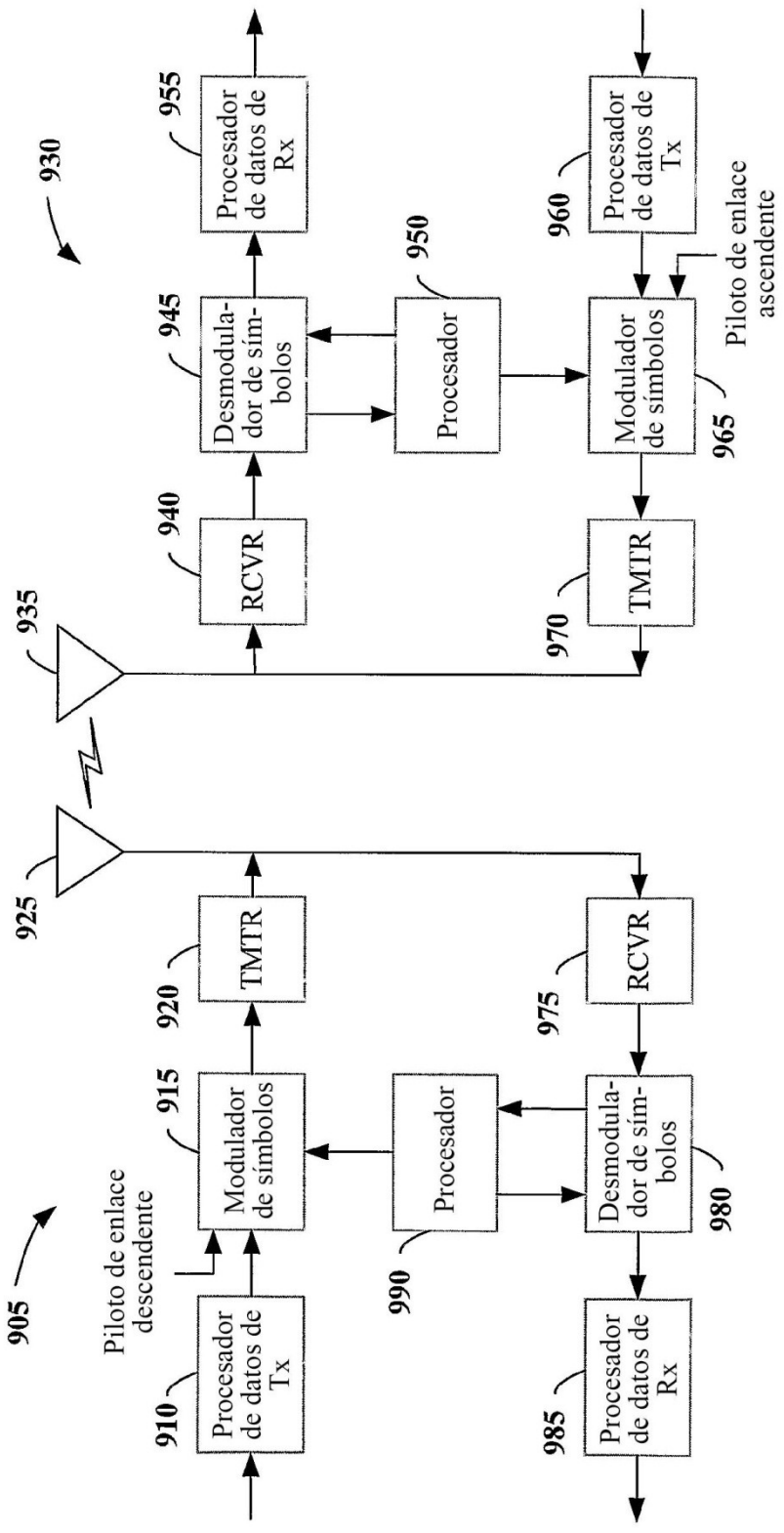
900
905
910
Procesador de datos de Tx
Piloto de enlace descendente
915
Modulador de símbolos
920
TMTR
925
935
930
940
RCVR
945
Desmodulador de símbolos
955
Procesador de datos de Rx
950
Procesador
990
975
RCVR
980
Desmodulador de símbolos
985
Procesador de datos de Rx
970
TMTR
965
Modulador de símbolos
960
Procesador de datos de Tx
Piloto de enlace ascendente

FIG. 9