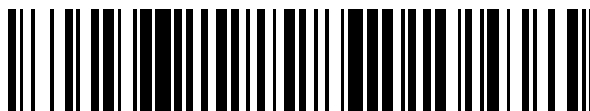


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 720 099**

51 Int. Cl.:

H04B 7/0426 (2007.01)
H04B 17/309 (2015.01)
H04L 5/00 (2006.01)
H04B 17/24 (2015.01)
H04B 17/26 (2015.01)
H04B 7/06 (2006.01)
H04W 72/12 (2009.01)
H04B 7/0413 (2007.01)
H04B 7/0417 (2007.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.05.2007** **PCT/US2007/067889**
87 Fecha y número de publicación internacional: **15.11.2007** **WO07130946**
96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.05.2007** **E 07761649 (8)**
97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.02.2019** **EP 2020099**

54 Título: **Procedimiento y aparato para la determinación de parámetros de canal de enlace descendente para un sistema de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO)**

30 Prioridad:

01.05.2006 US 797042 P
28.12.2006 US 617313

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
17.07.2019

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;
CHEN, KUILIN y
WU, XIAOYUN

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 720 099 T3

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

DESCRIPCIÓN

Procedimiento y aparato para la determinación de parámetros de canal de enlace descendente para un sistema de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO)

Campo técnico

La presente divulgación se refiere, en general, a sistemas de comunicación inalámbrica y, más en particular, a procedimientos y aparatos para proporcionar parámetros de canal de enlace descendente, tal como la selección de esquemas de modulación o codificación y de carga de bits o de potencia para canales de enlace descendente en un sistema de múltiples entradas y múltiples salidas.

Antecedentes

Puesto que la comunicación inalámbrica es cada vez más popular en las oficinas, hogares, 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.

En particular, las redes inalámbricas de área personal (WPAN) pueden ofrecer una rápida conectividad de corto alcance dentro 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 se implantan por toda una infraestructura celular. Aunque cada una de las redes de comunicación inalámbrica antes mencionadas puede permitir 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. El documento WO 2006/019263 da a conocer un procedimiento para transmitir información en un sistema de comunicación inalámbrica que incluye una estación base (BS) que recibe datos desde una estación de abonado móvil (MSS) a través de un canal de enlace ascendente, donde la BS determina la calidad del canal de enlace ascendente usando los datos recibidos.

Resumen

Se proporciona un procedimiento como el descrito en la reivindicación 1 y un aparato como el descrito en la reivindicación 7.

Breve descripción de los dibujos

Las formas de realización de la presente invención se entenderán más fácilmente mediante la siguiente descripción detallada junto con los dibujos adjuntos. Para facilitar esta descripción, 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.

La FIG. 1 es una representación de un diagrama esquemático de un sistema de comunicación inalámbrica de ejemplo de acuerdo con una forma de realización de los procedimientos y aparatos dados a conocer en el presente documento.

La FIG. 2 es una representación de un diagrama de bloques de un sistema de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO) del sistema de comunicación inalámbrica de ejemplo de la FIG. 1.

La FIG. 3 es una representación de un diagrama de bloques de una estación base de ejemplo del sistema MIMO de ejemplo de la FIG. 2.

La FIG. 4 ilustra un diagrama de ejemplo asociado al rendimiento.

La FIG. 5 ilustra otro diagrama de ejemplo asociado al rendimiento.

La FIG. 6 ilustra un diagrama de ejemplo asociado a funciones de densidad probabilísticas (PDF).

La FIG. 7 ilustra otro diagrama de ejemplo asociado al rendimiento.

La FIG. 8 es una representación de un diagrama de flujo de una manera en la que la estación base de ejemplo de la FIG. 3 puede configurarse.

La FIG. 9 es una representación de un diagrama de bloques de un sistema de procesamiento de ejemplo que puede usarse para implementar la estación base de ejemplo de la FIG. 3.

Descripción detallada de formas de realización 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 de acuerdo con la presente invención está definido por las reivindicaciones adjuntas y sus equivalentes.

Varias operaciones pueden describirse a su vez como múltiples operaciones discretas, de tal manera que puedan ayudar a entender las formas de realización de la presente invención; sin embargo, no debe considerarse que el orden de descripción implica que estas operaciones deben realizarse en un orden específico.

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

La descripción puede usar las expresiones "en una forma de realización" o "en 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, como se usan con respecto a las formas de realización de la presente invención, son sinónimos.

Las formas de realización de la presente invención proporcionan sistemas y procedimientos de selección de modulación y carga de potencia para un sistema de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO).

Haciendo referencia a la FIG. 1, un sistema de comunicación inalámbrica 100 de ejemplo, de acuerdo con varias formas de realización de la presente invención, 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, la red 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 bolsillo, una tableta electrónica, 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 monitor de la frecuencia cardíaca, un monitor 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-CDMA) y/o acceso múltiple por división de código y salto de frecuencia (FH-CDMA)), 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 de acuerdo con protocolos de comunicación inalámbrica adecuados que requieren muy poca potencia, tales como Bluetooth®, banda ultraancha (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 una cámara de vídeo 142 y/o una 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 de 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 una impresora 144, un ordenador de bolsillo 146 y/o un 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 el descrito 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 conforme a la familia de normas 802.16 desarrollada por el IEEE para proporcionar redes de acceso inalámbrico de banda ancha (BWA) fijas, portátiles y/o móviles (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.

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 a 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 Acceso por Microondas (WiMAX), la Asociación de Datos 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 conforme a 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 la tecnología del Sistema Global de Comunicaciones Móviles (GSM), la tecnología de Acceso Múltiple por División de Código de Banda Ancha (WCDMA), la tecnología del Servicio Radioeléctrico General por Paquetes (GPRS), la tecnología del Entorno GSM de Datos Mejorados (EDGE), la tecnología del Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles (UMTS), la tecnología del Proyecto de Asociación de Tercera Generación (3GPP), normas basadas en estas tecnologías, variaciones 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 de extremo, 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, un sistema MIMO inalámbrico 200 de ejemplo, de acuerdo con varias formas de realización de la presente invención, puede incluir una estación base 210 y una o más estaciones de abonado, mostradas de manera genérica como 220 y 225. El sistema MIMO inalámbrico 200 puede incluir un sistema MIMO de punto a punto y/o un sistema MIMO de punto a multipunto. 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 multipunto puede incluir la estación base 210 y la estación de abonado 225. La estación base 210 puede transmitir flujos de datos a las estaciones de abonado 220, 225 de manera simultánea. Por ejemplo, la estación base 310 puede transmitir dos flujos de datos a la estación de abonado 220 y un flujo de datos a la estación de abonado 225. Aunque la FIG. 2

puede ilustrar una estación de abonado, el sistema MIMO inalámbrico 200 puede incluir estaciones de abonado adicionales.

La estación base 210 puede transmitir dos o más flujos de datos a través de cuatro antenas transmisoras 250, mostradas de manera genérica como 252, 254, 256 y 258. Aunque la FIG. 2 ilustra cuatro antenas transmisoras, la estación base 210 puede incluir un número mayor o menor de antenas transmisoras. Los procedimientos y aparatos descritos en el presente documento no están limitados a este respecto.

En el ejemplo de la FIG. 3, la estación base 300 puede incluir un dispositivo de interfaz de red (NID) 340, un procesador 350 y una memoria 360. El NID 340, el procesador 350 y la memoria 360 pueden estar acoplados entre sí a través de un bus 370. Aunque la FIG. 3 ilustra componentes de la estación base 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 multipunto).

El NID 340 puede incluir un receptor 342, un transmisor 344 y una antena 346. La estación base 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 base 300 puede incluir antenas adicionales. Por ejemplo, la estación base 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 independientes en la estación base 300, las funciones realizadas por algunos de estos bloques pueden integrarse en un único circuito de semiconductor o pueden implementarse usando dos o más circuitos integrados independientes. Por ejemplo, aunque el receptor 342 y el transmisor 344 se ilustran como bloques independientes en el NID 340, el receptor 342 puede estar integrado en el transmisor 344 (por ejemplo, un transceptor). Los procedimientos y aparatos descritos en el presente documento no están limitados a este respecto.

En general, la FIG. 4 ilustra un ejemplo de rendimiento de un sistema MIMO con solicitud de repetición automática híbrida (H-ARQ), de acuerdo con varias formas de realización. Las curvas continuas en negrita son para bucles abiertos. Las otras curvas continuas son para bucles cerrados con carga de bits adaptativa (ABL). Las curvas discontinuas son para bucles cerrados sin carga de bits adaptativa, es decir, carga de bit uniforme (UBL). Los números entre corchetes representan el número de bits cargados en el flujo por subportadora.

En general, la FIG. 5 ilustra otro ejemplo de rendimiento de un sistema MIMO con H-ARQ, de acuerdo con varias formas de realización. Las curvas continuas son para bucles cerrados con carga de bits adaptativa (ABL) y carga de potencia adaptativa. Las curvas discontinuas son para bucles cerrados con carga de bits adaptativa, pero sin carga de potencia adaptativa. Los números entre corchetes representan el número de bits cargados en el flujo por subportadora.

La carga de bits adaptativa y la carga de potencia adaptativa (o *power water filling*) a través de canales espaciales de haz conformado pueden mejorar el rendimiento de sistemas MIMO, como se muestra en las FIG. 4 y 5. Las cargas de bits y de potencia pueden determinarse por las ganancias de canal de los canales y el nivel de ruido más interferencia en cada canal. En sistemas MIMO de haz conformado y de descomposición en valores singulares (SVD), la interferencia a través de canales espaciales está, por lo general, mitigada y puede ignorarse. El nivel de ruido térmico puede estimarse usando la ecuación KTB (donde K es la constante de Boltzman, T es la temperatura en Kelvin y B es el ancho de banda de señal en Hz) y un factor de ruido, por ejemplo 1-5 dB. La ganancia de cada canal (o, de manera equivalente, la relación de señal a ruido más interferencia (SINR)) requiere normalmente una retroalimentación. Sin embargo, el canal de retroalimentación es, en general, costoso en las WMAN. Por tanto, es deseable reducir la sobrecarga de retroalimentación. En un sistema de duplexación por división de tiempo (TDD), el canal de retroalimentación es generalmente recíproco entre el enlace descendente y el enlace ascendente. Una estación base puede usar el acondicionamiento de canal o de tráfico de enlace ascendente para estimar el canal de enlace descendente. Esto ahorra la retroalimentación de canal. Sin embargo, no existe reciprocidad de canal en un sistema de duplexación por división de frecuencia (FDD).

En general, la FIG. 6 ilustra PDF de los valores singulares de matriz de canal MIMO con configuraciones de antena 4x1, 4x2, 4x3 y 4x4 para la LOS (línea de visibilidad) de modelo B de IEEE 802.11n.

Según varias formas de realización de la presente invención, aunque la matriz de canal de MIMO es generalmente aleatoria, los valores singulares de la matriz de canal, es decir, las ganancias de los canales de haz conformado, tienen, en general, funciones de densidad probabilísticas (PDF) más estrechas que las de la entrada de matriz de canal. La PDF se hace más estrecha a medida que aumenta el número de antenas, como puede verse en la FIG. 6. Cuanto más estrecha sea la PDF, más fácilmente podrá estimarse la variable aleatoria. El valor singular más robusto tiene generalmente una PDF más estrecha que la del valor singular menos robusto. Los valores singulares robustos corresponden normalmente a canales espaciales utilizables. Dicho de otro modo, los valores singulares son más

fáciles de estimar que la entrada de matriz, y la ganancia del canal utilizable es más fácil de estimar que la del canal no utilizable. Además, la correlación entre antenas también estrecha la PDF del valor singular, y hace que la estimación sea relativamente más sencilla. Dado que las estadísticas de canal (por ejemplo, el nivel de potencia de la entrada de matriz de canal y la correlación entre antenas) son idénticas, o probablemente idénticas, para el enlace ascendente y el enlace descendente, la estación base puede usar el promedio de valor singular en el enlace ascendente como la estimación del valor singular instantáneo en el enlace descendente. El promedio puede calcularse en relación con la frecuencia y/o el tiempo. De acuerdo con varias formas de realización, después de estimar la ganancia de canal del canal de haz conformado, la estación base puede seleccionar los canales utilizables para enviar datos y puede determinar el nivel de modulación y de potencia para el canal seleccionado. El rendimiento de un esquema de este tipo, de acuerdo con varias formas de realización, se ilustra en las FIG. 4 y 5.

De acuerdo con varias formas de realización de la presente invención, la estimación del nivel de ruido más interferencia puede mejorarse mediante la retroalimentación de calidad de canal convencional (CQI). La retroalimentación CQI se usa habitualmente en 3G y WiMAX. El conjunto de muestras de canal, que se usa para estimar el promedio, debería seguir el funcionamiento del sistema. Según varias formas de realización, cuando se utiliza diversidad multiusuario en un sistema de acceso múltiple por división ortogonal de frecuencia (OFDMA), una estación de abonado clasifica la calidad de canal en relación con la frecuencia (y el tiempo) y solicita que una estación base use los mejores canales para enviar datos. Por ejemplo, toda la banda de frecuencia está dividida en secciones de subportadoras contiguas, y la estación de abonado retroalimenta los índices para las tres mejores secciones y sus matrices de conformación de haz. De acuerdo con varias formas de realización, la estación base puede usar algunas de las secciones retroalimentadas para enviar datos. Puesto que el canal retroalimentado está clasificado, la estación base también puede clasificar los canales de enlace ascendente con los mismos parámetros, por ejemplo el tamaño de sección y el ancho de banda total. La estimación puede llevarse a cabo entonces en las muestras de canal clasificadas. En resumen, el conjunto de muestras de matriz en la estación base del enlace ascendente debe ser lo más parecido posible a matriz usada finalmente en el enlace descendente. La matriz recopilada puede transponerse antes de usarse. La transpuesta refleja la asimetría entre canales de enlace descendente y canales de enlace ascendente.

De acuerdo con varias formas de realización de la presente invención, la idea de usar el canal de enlace ascendente para estimar parámetros de canal de enlace descendente puede extenderse a MIMO de haz no conformado. Por ejemplo, el modo de control de velocidad por antena (PARC) puede no emplear conformación de haz de transmisión, pero puede emplear carga de bits (y de potencia) en cada antena de transmisión. En un modo PARC convencional se requiere que la estación de abonado retroalimente la calidad de canal de cada flujo de datos o la información de carga de bits para cada antena transmisora, donde una antena transmisora envía un flujo de datos. En un modo PARC modificado, un flujo de datos puede enviarse mediante un canal espacial formado por múltiples antenas transmisoras. El esquema de desmodulación es habitualmente el error cuadrático medio mínimo (MMSE) más cancelación sucesiva. Si el esquema de desmodulación se conoce en la estación base, la estación base puede recopilar matrices de canal en el enlace ascendente con la mismas estadísticas, o similares, que las usadas en el enlace descendente para PARC, y puede estimar la calidad de canal de cada flujo de datos observado en el receptor usando el mismo esquema de desmodulación. Una vez finalizada la estimación, la estación base puede decidir cuántos flujos usar y qué esquema de modulación y codificación debería ser para cada flujo. Aunque la estimación no es, en general, precisa, proporciona información acerca del canal instantáneo de enlace descendente aleatorio. Esto puede reducir la sobrecarga de retroalimentación necesaria desde la estación de abonado. Por ejemplo, es posible que la estación de abonado solo necesite proporcionar información diferencial para refinar la estimación utilizando el promedio.

Además del modo PARC, la idea puede usarse por modos de bucle abierto, de acuerdo con varias formas de realización. Por ejemplo, la estación base puede estimar la calidad de canal a partir del enlace ascendente para decidir el número de flujos de datos y el esquema de modulación/codificación para el enlace descendente. El número de flujos de datos depende, en general, de las correlaciones de antena y la SINR de cada flujo. La SINR depende, en general, de la potencia de señal recibida (o pérdida de trayectoria) y del esquema de desmodulación. Una vez conocido o estimado el esquema de desmodulación, la SINR puede estimarse utilizando las muestras de canal de enlace ascendente. Una vez estimada la SINR, puede determinarse el número de flujos utilizables y el esquema de modulación, codificación y el nivel de potencia de los flujos.

Además del promedio de calidad de canal o valor singular, otras estadísticas tales como, por ejemplo, la varianza, también pueden ser útiles y pueden estimarse, de acuerdo con varias formas de realización. La información puede usarse para establecer el margen para la carga de bits y de potencia seleccionada. Por ejemplo, una estación base puede utilizar un esquema de carga de bits más baja en el canal seleccionado que el calculado a partir del promedio, ya que la varianza es grande y la estimación no es fiable. Puede haber múltiples maneras de calcular el promedio, p.

ej.
$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |x_i|, \quad \bar{x} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \|x_i\|^2}.$$

Una vez estimado el número de canales utilizables K , la estación base puede pedir dinámicamente a una estación de abonado que retroalimente información (tal como la matriz de conformación de haz o la SINR) solamente para los K canales más robustos en lugar de todos los canales, de acuerdo con varias formas de realización de la presente invención. Esto reduce, en general, la sobrecarga de retroalimentación de MIMO (bucle cerrado). Además, aplicar la potencia de transmisión en los determinados canales más robustos en lugar de en todos los canales puede mejorar significativamente el rendimiento en la región de baja SNR. Esto puede observarse en la FIG. 7. Por lo tanto, la selección del número de canales es una aplicación importante de la propia estimación.

De acuerdo con varias formas de realización, la estimación a partir del enlace ascendente para las estaciones de abonado también puede ayudar a la estación base a planificar la transmisión de enlace descendente. Por ejemplo, la estación base puede elegir estaciones de abonado con buena calidad de canal a las que dar servicio en primer lugar y esperar a que las estaciones de peor calidad pasen a tener una buena calidad (por ejemplo, que salgan de un desvanecimiento por sombra). Este tipo de planificación se conoce generalmente como diversidad multiusuario. La estimación de enlace ascendente puede facilitar la planificación de diversidad multiusuario.

En general, la FIG. 7 ilustra el control de rango que determina el número de canales utilizables, de acuerdo con varias formas de realización. Las curvas de las leyendas 1 y 3 tienen el mismo rendimiento máximo mientras utilizan dos y tres canales respectivamente. La leyenda 1 rinde mejor que la leyenda 3. Asimismo, la leyenda 2 supera a la leyenda 4.

Un pseudocódigo a modo de ejemplo, de acuerdo con varias formas de realización de la presente invención, puede ser el siguiente:

1. la estación base recopila canales de enlace ascendente de acuerdo con el modo usado en el enlace descendente. Los canales recopilados se transponen y tratan como canales recopilados desde el enlace descendente;
2. Calcular el promedio y la varianza de la calidad de canal para cada canal espacial o flujo de datos;
3. Determinar el número de flujos o canales espaciales utilizables, la carga de bits, la carga de potencia y el esquema de codificación en los canales o flujos utilizables conjuntamente;
4. Seleccionar la(s) estación(es) de abonado a la(s) que transmitir; y
5. Llevar a cabo la transmisión de enlace descendente usando parámetros determinados.

En una estación de abonado, generalmente se necesita conocer la potencia de cada canal cargado con potencia para la desmodulación, de acuerdo con varias formas de realización. La estación base puede señalar la carga de potencia a una estación de abonado utilizando símbolos de acondicionamiento de canal. Los símbolos de acondicionamiento pueden estar dedicados al usuario en el sistema OFDMA. Debido a que la carga está generalmente en las señales piloto dedicadas, no afecta a la estimación de canal de otros usuarios. La señal piloto dedicada puede enviarse a través del canal espacial de haz conformado. Además de la señal piloto dedicada, el nivel de potencia puede especificarse en un canal de control o un canal de radiodifusión de manera que el receptor sepa la diferencia de nivel de potencia entre el símbolo de datos cargado con potencia y los símbolos de acondicionamiento de canal (por ejemplo, señales piloto) que no están cargados con potencia.

De acuerdo con varias formas de realización de la presente invención, la FIG. 8 ilustra una manera en que la estación base 300 puede configurarse para proporcionar un sistema de selección de modulación y de carga de potencia. El proceso 800 de ejemplo de la FIG. 8 puede 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 realizarse 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 programable y borrrable (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.

Además, aunque en la FIG. 8 se ilustra un orden particular de acciones, estas acciones pueden realizarse en otras secuencias temporales. De nuevo, el proceso 800 de ejemplo simplemente se proporciona y describe junto con el sistema y el aparato de las FIG. 2 y 3 como un ejemplo de una manera de proporcionar un sistema de selección de modulación y de carga de potencia.

En el ejemplo de la FIG. 8, el proceso 800 puede comenzar haciendo que la estación base 300 (FIG. 3) recopile información de canal de enlace ascendente según el modo usado en el enlace descendente (bloque 810). Basándose al menos en parte en la información de canal de enlace ascendente recopilada, la estación base 300 puede calcular información de calidad de canal de cada canal espacial y/o flujo de datos (bloque 820). Por ejemplo, la estación base puede calcular el promedio y/o la varianza de la calidad de canal para cada canal espacial y/o flujo de datos. Basándose al menos en parte en la información de calidad de canal, la estación base 300 puede determinar uno o más parámetros de canal de enlace descendente (bloque 830). Los parámetros de canal de enlace descendente pueden incluir el número de flujos de datos utilizables, el número de canales espaciales utilizables, la

carga de bits, la carga de potencia, el esquema de codificación y/u otros parámetros adecuados. La estación base 300 puede seleccionar una o más estaciones de abonado a las que transmitir (bloque 840) basándose, al menos en parte, en uno o más parámetros de canal de enlace descendente. Por consiguiente, la estación base 300 puede comunicarse con una o más estaciones de abonado (por ejemplo, las estaciones de abonado 220 y/o 225) basándose en los parámetros de canal de enlace descendente (bloque 850). Los procedimientos y aparatos descritos en el presente documento no están limitados a este respecto.

En general, los métodos y aparatos descritos en el presente documento pueden usar el canal de enlace ascendente para estimar parámetros en el canal de enlace descendente. Esto reduce la sobrecarga de retroalimentación para la carga de bits y de potencia en un sistema MIMO. Los procedimientos y aparatos descritos en el presente documento no están limitados a este respecto.

Aunque los procedimientos y aparatos descritos en el presente documento pueden estar asociados al Proyecto de Asociación de Tercera Generación (3GPP) para la Evolución a Largo Plazo (LTE), los procedimientos y aparatos descritos en el presente documento pueden aplicarse fácilmente con otras tecnologías, protocolos y/o normas inalámbricos adecuados. Los procedimientos y aparatos descritos en el presente documento no están limitados a este respecto.

La FIG. 9 es un diagrama de bloques de un sistema de procesamiento 2000 de ejemplo adaptado para implementar los procedimientos y los aparatos descritos en el presente documento. El sistema de procesamiento 2000 puede ser un ordenador de escritorio, un ordenador portátil, un ordenador de bolsillo, una tableta electrónica, un PDA, un servidor, un aparato de Internet, una estación base, un punto de acceso y/o cualquier otro tipo de dispositivo informático.

El sistema de procesamiento 2000 ilustrado en la FIG. 9 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 pueden usarse por un procesador 2020. En varias formas de realización, el controlador de E/S 2014 del conjunto de chips 2010 puede incluir todas o partes de las enseñanzas de la presente invención descritas anteriormente. El procesador 2020 puede implementarse usando uno o más procesadores, componentes de WLAN, componentes de WMAN, componentes de WWAN y/u otros componentes de procesamiento adecuados. Por ejemplo, el procesador 2020 puede implementarse usando una o más de 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/u 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, incluida 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. En varias formas de realización, el circuito de interfaz 2050 puede incluir todas o parte de las enseñanzas de la presente invención descritas anteriormente.

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, una bola de seguimiento, un dispositivo de control del cursor y/o un sistema de reconocimiento de voz.

Uno o más dispositivos de salida 2070 también pueden estar conectados 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).

5 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. El enlace de comunicación entre el sistema de procesamiento 2000 y la red puede ser cualquier tipo de conexión de red tal como una conexión Ethernet, una línea de abonado digital (DSL), una línea telefónica, un sistema de telefonía celular, un cable coaxial, etc.

10 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.

15 Aunque los componentes mostrados en la FIG. 9 se ilustran como bloques independientes en el sistema de procesamiento 2000, las funciones realizadas por algunos de estos bloques pueden integrarse en un único circuito de semiconductor o pueden implementarse usando dos o más circuitos integrados independientes. Por ejemplo, aunque el controlador de memoria 2012 y el controlador de E/S 2014 se ilustran como bloques independientes 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 de semiconductor.

20 Aunque en el presente documento se han ilustrado y descrito determinadas formas de realización para describir las formas de realización preferidas, los expertos en la técnica apreciarán que una gran variedad de formas de realización o implementaciones 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 de acuerdo con 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 pretende de manera
25
30 manifiesta que las formas de realización de acuerdo con la presente invención solo están limitadas por las reivindicaciones y equivalencias de las mismas.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento, que comprende:

recopilar, mediante una estación base (210) en una red inalámbrica, información de calidad de canal de enlace ascendente de uno o más canales de enlace ascendente de un sistema de múltiples entradas y múltiples salidas, MIMO, empleado por la estación base (210) para comunicarse con al menos una estación de abonado (220, 225) en la red inalámbrica, donde la información de calidad de canal de enlace ascendente está basada, al menos en parte, en la calidad de canal de canales espaciales de enlace ascendente y/o flujos de datos, estando caracterizado el procedimiento por:

calcular, mediante la estación base (210), en función de, al menos en parte, la información de calidad de canal de enlace ascendente, parámetros de canal de enlace descendente, donde los parámetros de canal de enlace descendente incluyen el número de canales de enlace descendente utilizables para transmitir señales desde la estación base (210) y un esquema de modulación y codificación para su uso por la estación base (210) para transmitir señales a la al menos una estación de abonado (220, 225) a través de uno o más canales de enlace descendente de la pluralidad de canales de enlace descendente; y

solicitar, mediante la estación base (210) desde la al menos una estación de abonado (220, 225), un mensaje de enlace ascendente que incluye información de retroalimentación solamente para la pluralidad de canales de enlace descendente utilizables para transmitir señales desde la estación base (210).

2. El procedimiento según la reivindicación 1, que comprende además que la estación base (210) seleccione al menos una estación de abonado (220, 225) a la que transmitir y que se comunique con la al menos una estación de abonado seleccionada (220, 225) a través del uno o más canales de enlace descendente basándose, al menos en parte, en los parámetros de canal de enlace descendente.

3. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que recopilar información de calidad de canal de enlace ascendente de uno o más canales de enlace ascendente del sistema MIMO comprende recibir mediante la estación base (210), desde la al menos una estación de abonado (220, 225), al menos un índice que se refiere a una calidad de al menos una partición de una banda de frecuencia dividida en una pluralidad de subportadoras contiguas y una matriz de conformación de haz de la al menos una partición.

4. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que los parámetros de canal de enlace descendente comprenden además una pluralidad de flujos de datos de enlace descendente, carga de bits o carga de potencia para la pluralidad de flujos de datos de enlace descendente.

5. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que calcular información de calidad de canal de enlace descendente en función de, al menos en parte, la información de calidad de canal de enlace ascendente comprende calcular al menos uno de entre un promedio y/o una varianza de calidad de canal para cada uno de dichos flujos de datos y/o canales espaciales de enlace ascendente.

6. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la información de retroalimentación comprende al menos una de entre una matriz de conformación de haz o una relación de señal a ruido más interferencia, SINR.

7. Un aparato que se empleará en una estación base (210), comprendiendo el aparato:

un bloque receptor adaptado para recopilar información de calidad de canal de enlace ascendente de uno o más canales de enlace ascendente de un sistema de múltiples entradas y múltiples salidas, MIMO, empleado por la estación base (210) que aloja al aparato para comunicarse con una estación de abonado (220, 225), donde la información de calidad de canal de enlace ascendente está basada, al menos en parte, en la calidad de canal de flujos de datos y/o de canales espaciales de enlace ascendente, estando caracterizado el aparato por:

un bloque de cálculo acoplado al bloque receptor y configurado para calcular, basándose, al menos en parte, en la información de calidad de canal de enlace ascendente, parámetros de canal de enlace descendente que incluyen el número de canales de enlace descendente utilizables para transmitir señales desde la estación base (210) y un esquema de modulación y codificación para su uso por la estación base (210) para comunicarse con la estación de abonado (220) a través de uno o más canales de enlace descendente de la pluralidad de canales de enlace descendente;

en el que el bloque receptor está configurado además para recibir un mensaje de enlace ascendente desde la estación de abonado (220) que incluye información de retroalimentación solamente para un subconjunto de canales de enlace descendente de la pluralidad de canales de enlace descendente utilizables para transmitir señales desde la estación base (210).

8. El aparato según la reivindicación 7, que comprende además un bloque de transmisión acoplado al bloque de cálculo y adaptado para comunicarse con la estación de abonado (220) a través del uno o más canales de enlace descendente basándose en los parámetros de canal de enlace descendente.

9. El aparato según la reivindicación 8, en el que el bloque de transmisión y el bloque de recepción son parte de un transceptor que tiene al menos un componente común, y el aparato es un conjunto de chips.
- 5 10. El aparato según la reivindicación 7, en el que los parámetros de canal de enlace descendente comprenden además una pluralidad de flujos de datos de enlace descendente, carga de bits o carga de potencia para la pluralidad de flujos de datos de enlace descendente.
- 10 11. El aparato según la reivindicación 7, en el que el bloque de cálculo está adaptado para calcular al menos uno de entre un promedio y/o una varianza de calidad de canal para cada flujo de datos y/o canal espacial de enlace ascendente recopilado.
12. El aparato según la reivindicación 7, en el que la información retroalimentada comprende al menos una de entre una matriz de conformación de haz o una relación de señal a ruido más interferencia, SINR.
- 15 13. Un artículo de fabricación, que comprende: un medio de almacenamiento; y un conjunto de instrucciones almacenadas en el medio de almacenamiento, que cuando son ejecutadas por un procesador hace que el procesador realice cualquiera de las reivindicaciones de procedimiento 1 a 6.

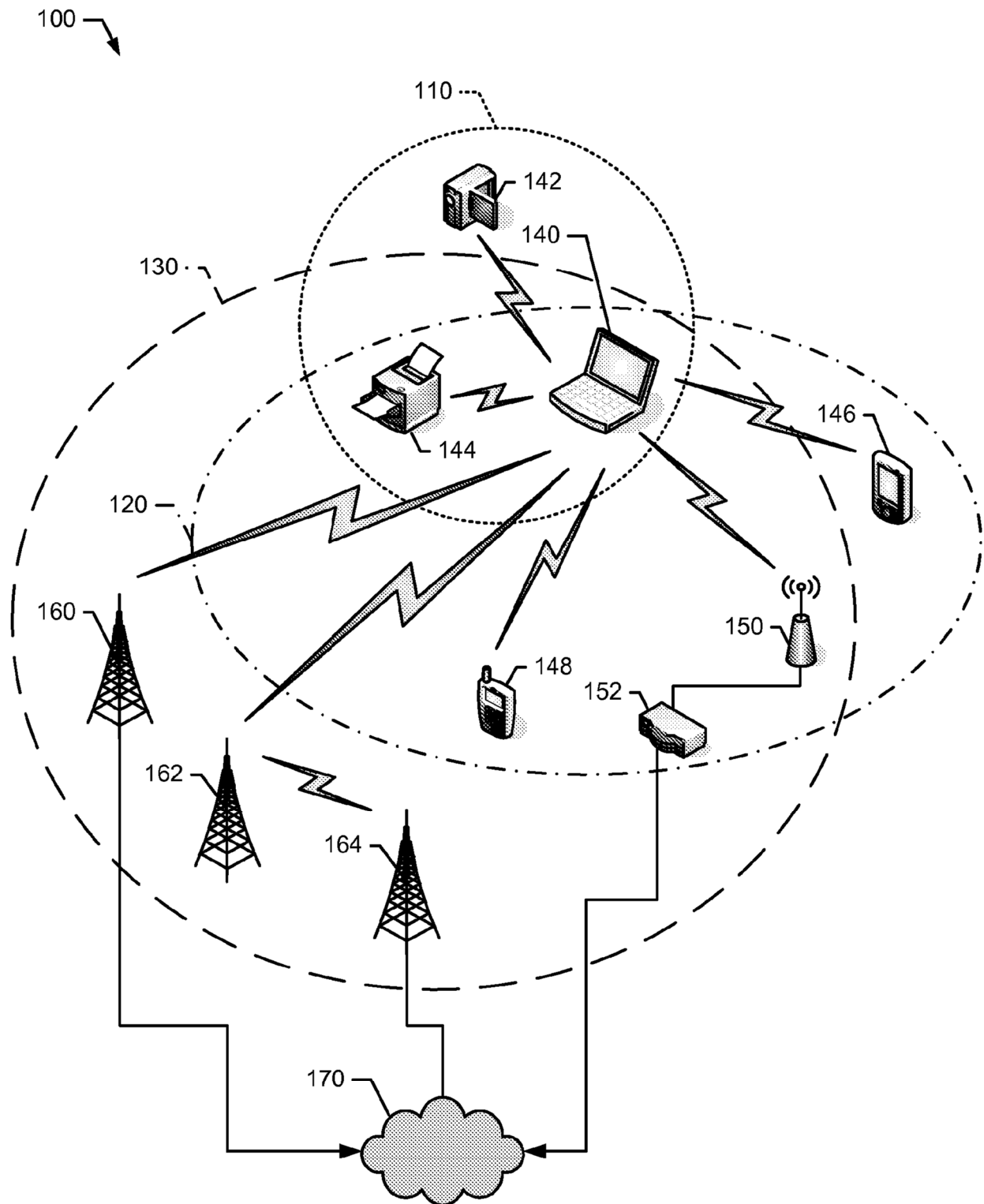


FIG. 1

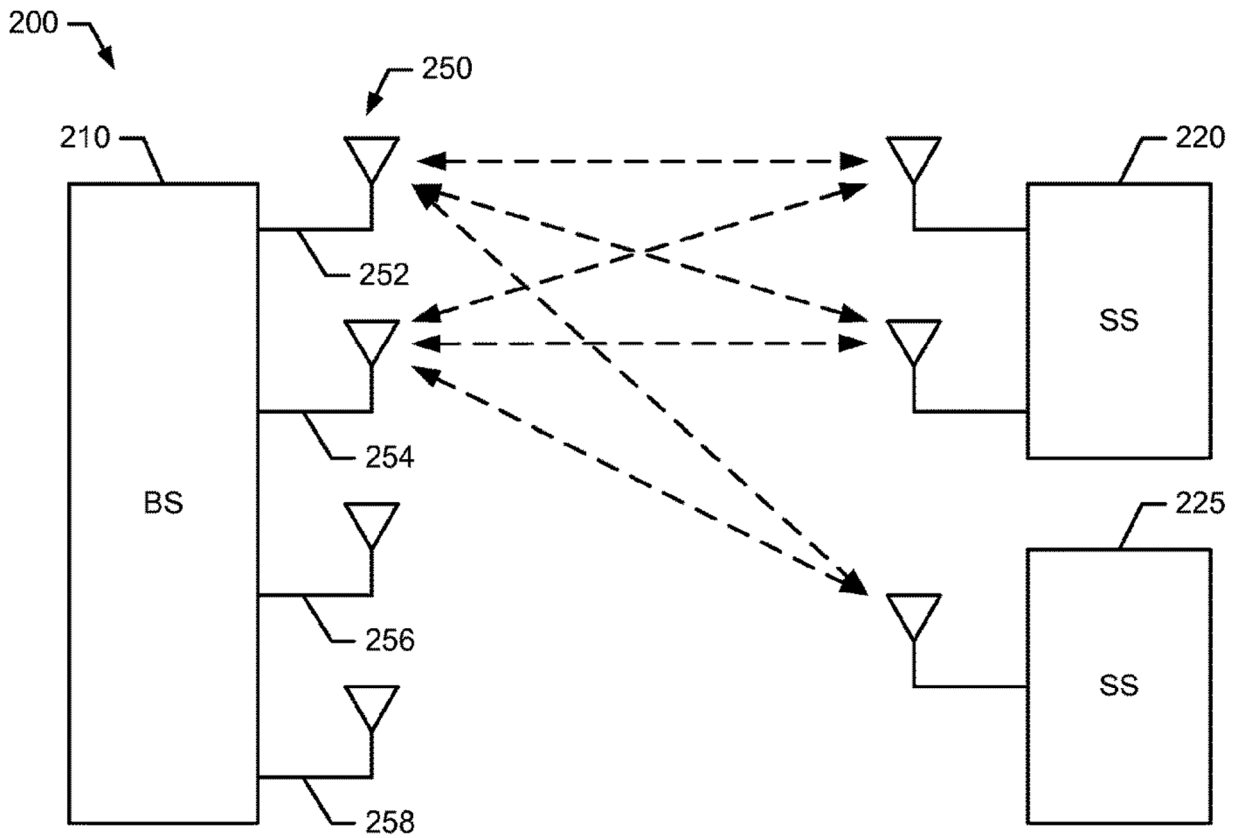


FIG. 2

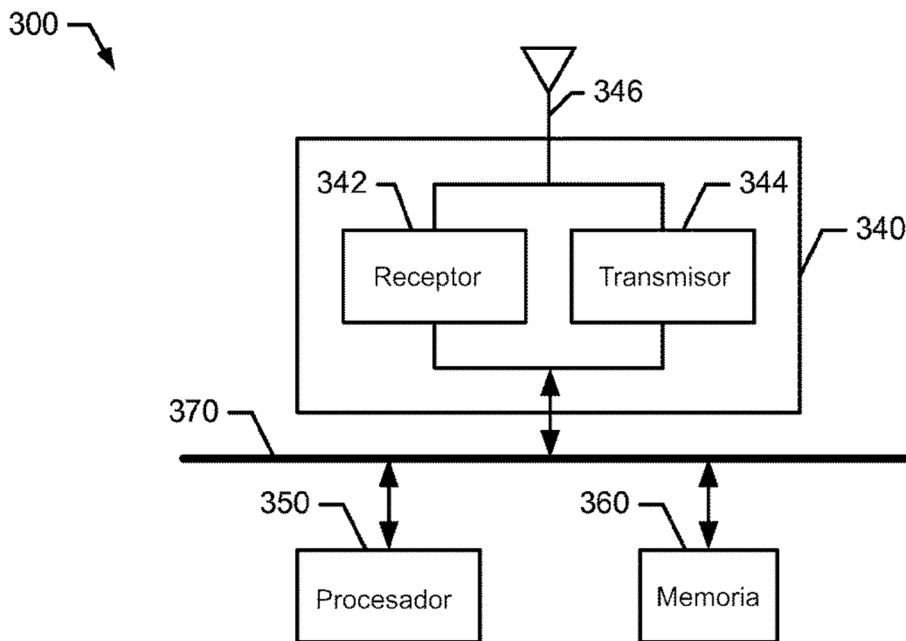


FIG. 3

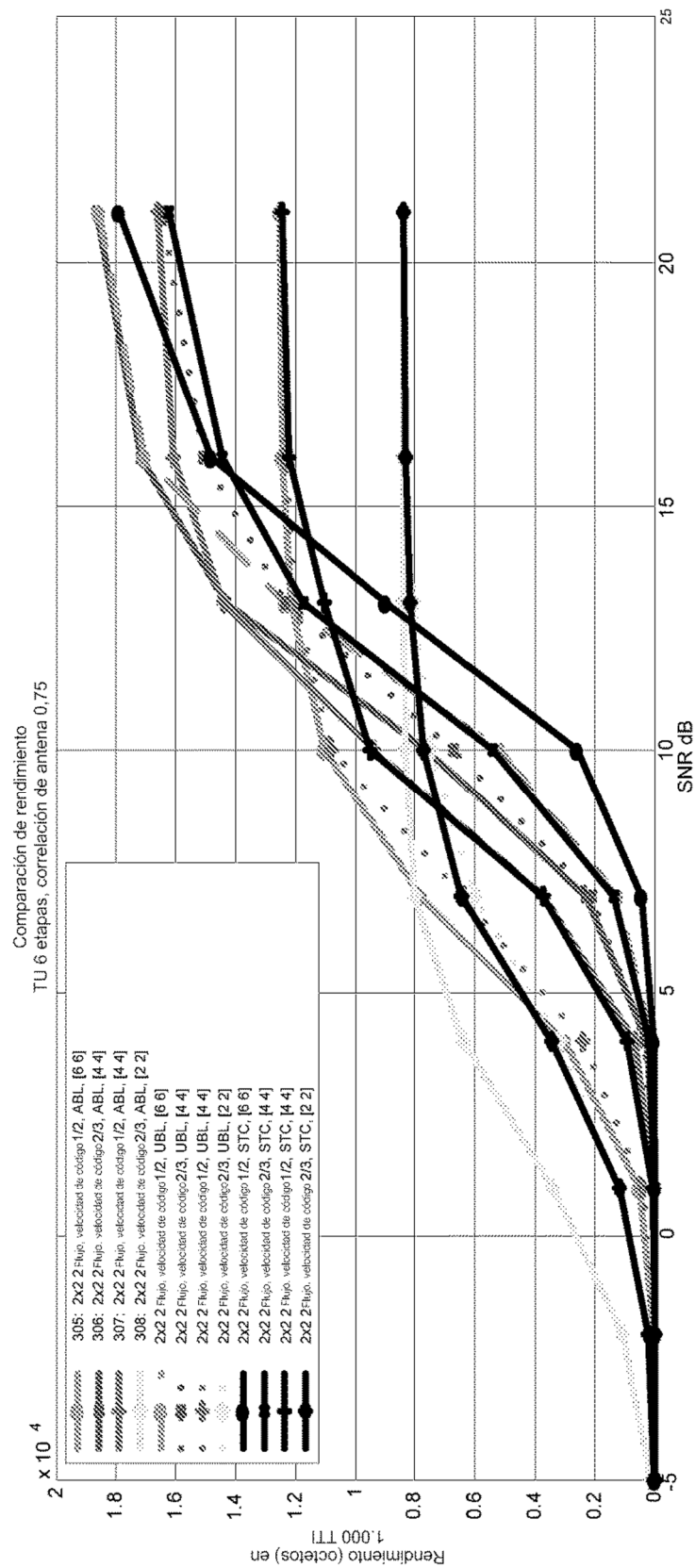


FIG. 4

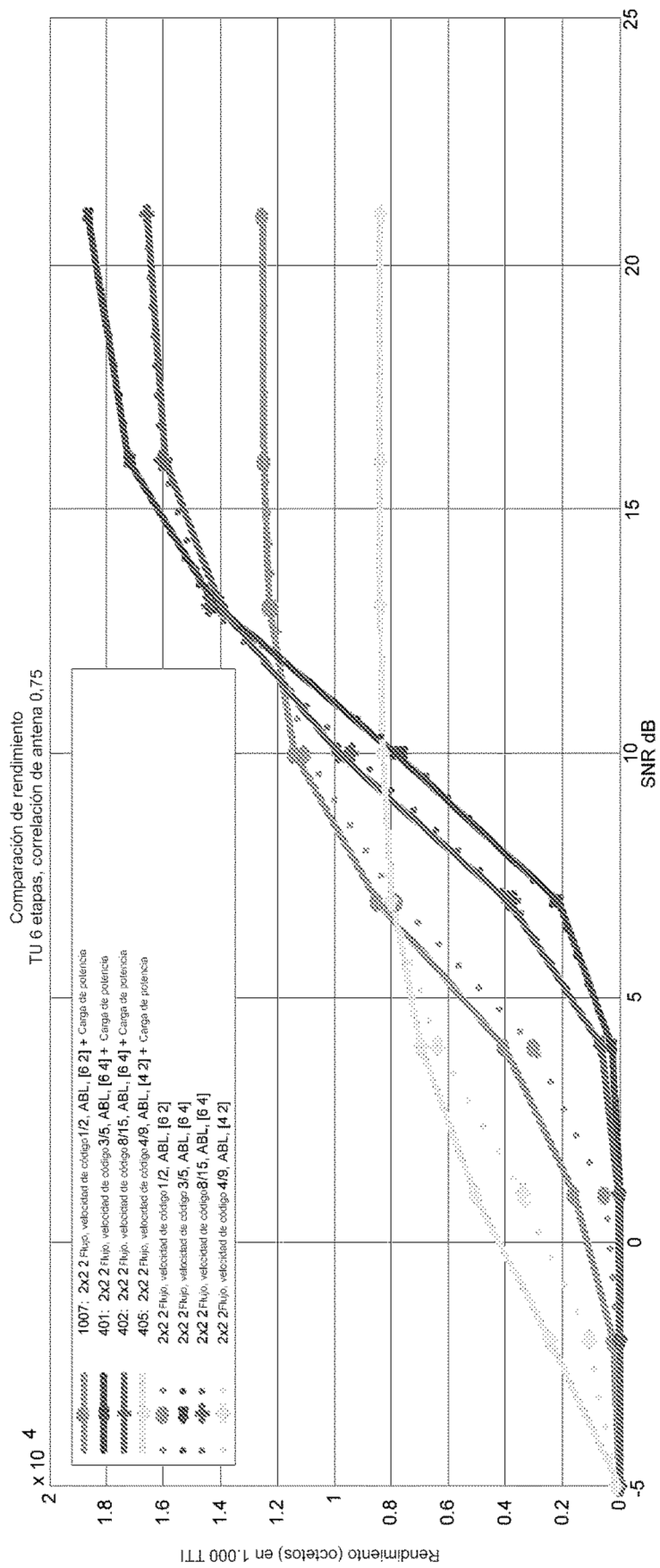


FIG. 5

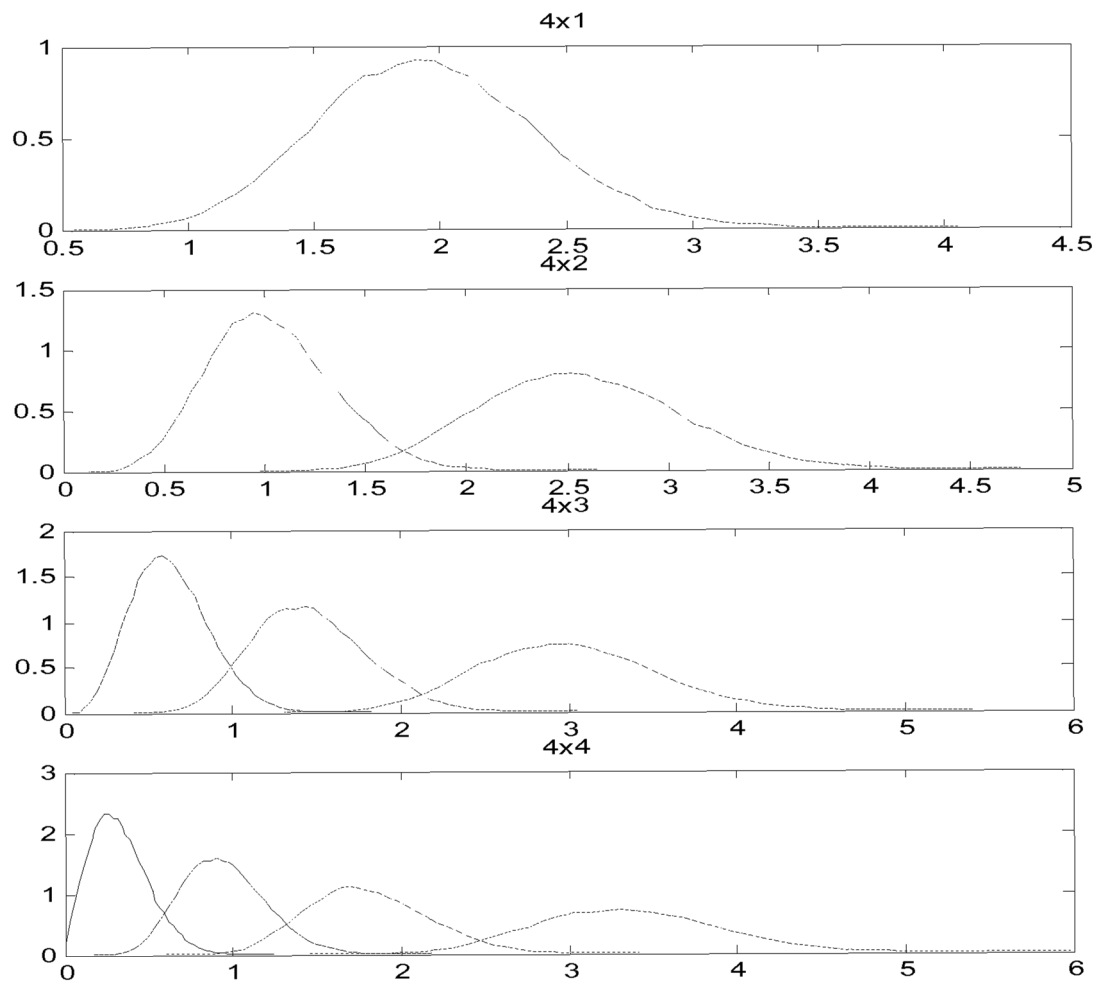


FIG. 6

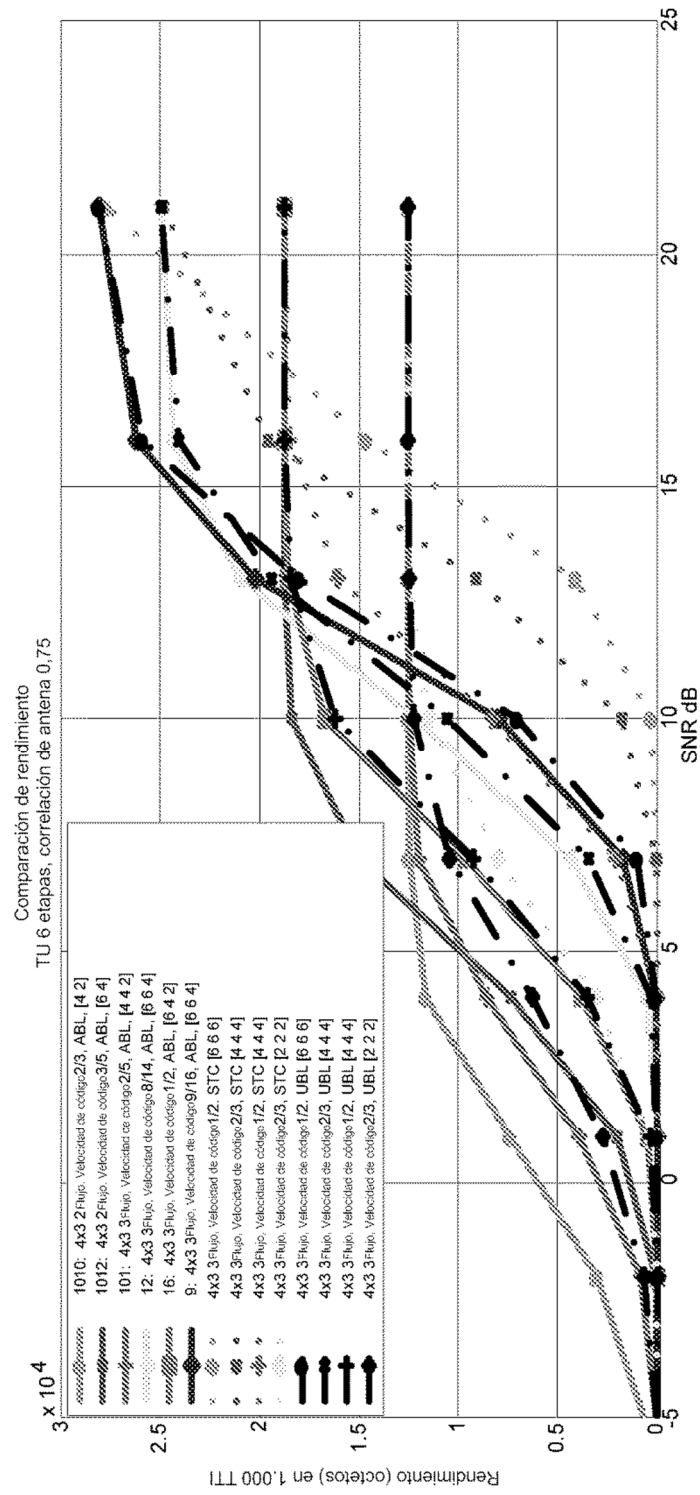


FIG. 7

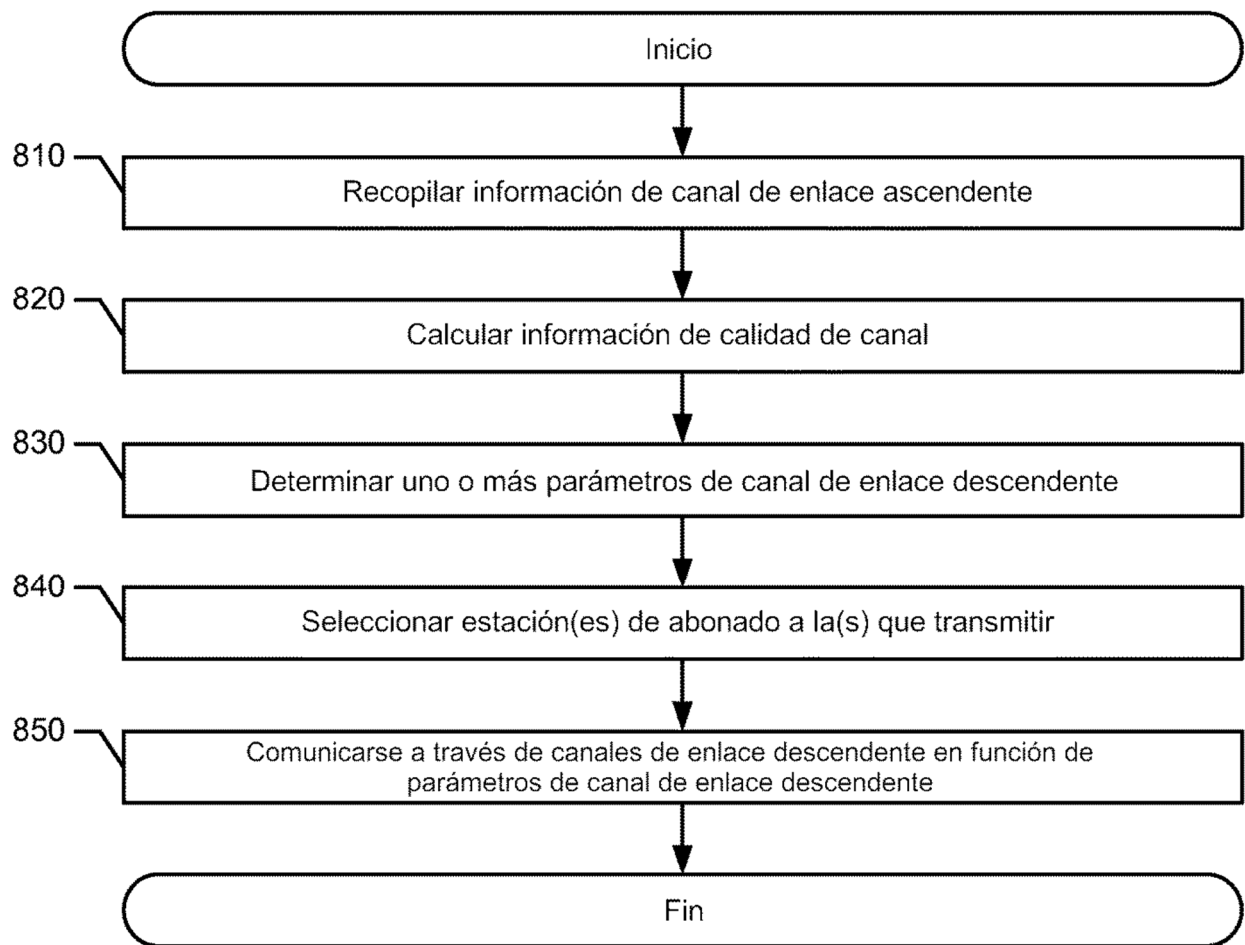


FIG. 8

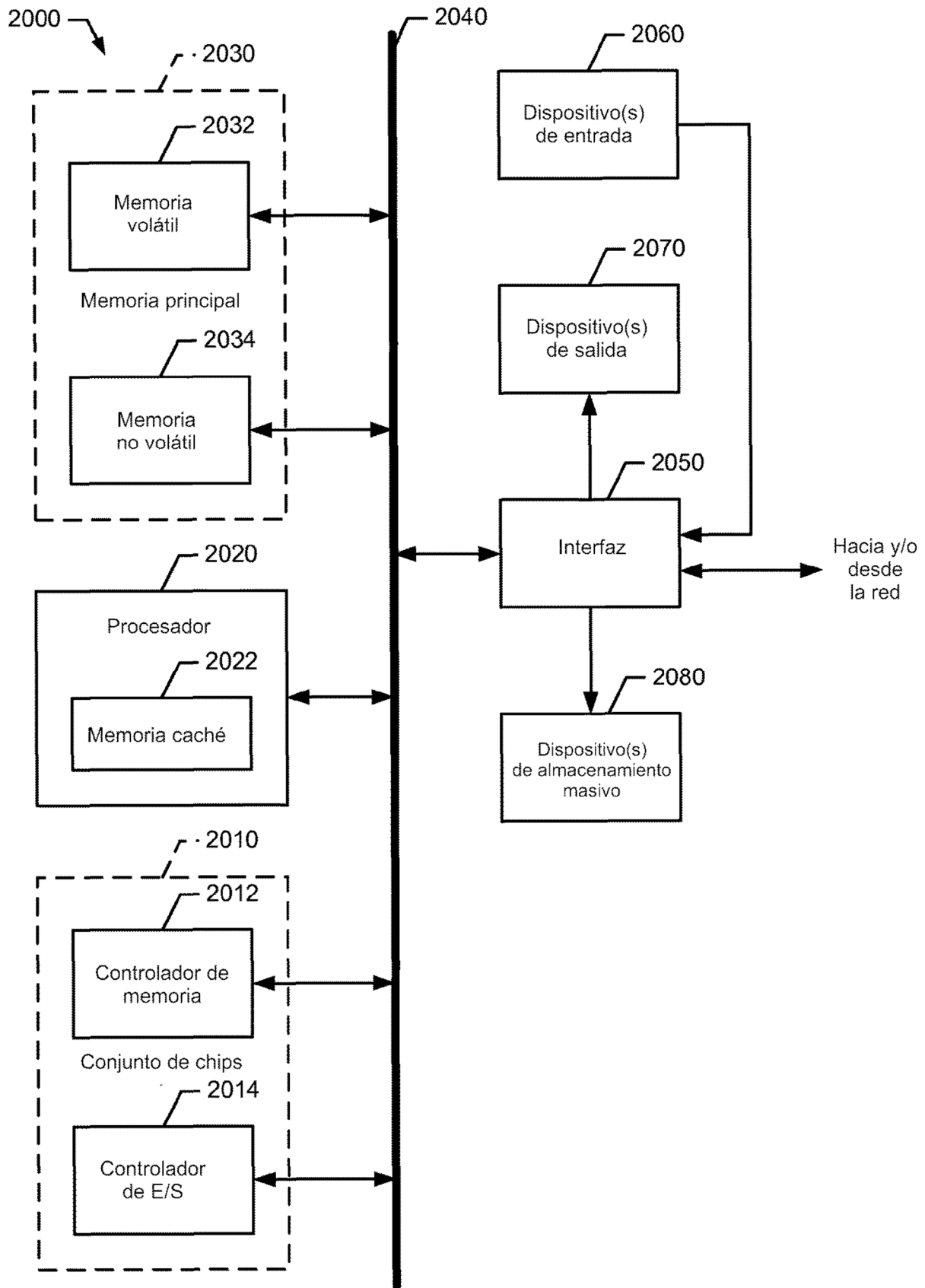


FIG. 9