

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 395 941**

51 Int. Cl.:

H04Q 11/02 (2006.01)

H04B 7/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.08.2005** **E 05779664 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.09.2012** **EP 1779702**

54 Título: **Sondeo de canal para prestaciones de sistema mejoradas**

30 Prioridad:

11.08.2004 US 600739 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
18.02.2013

73 Titular/es:

**INTERDIGITAL TECHNOLOGY CORPORATION
(100.0%)
3411 SILVERSIDE ROAD CONCORD PLAZA,
SUITE 105 HAGLEY BUILDING
WILMINGTON, DE 19810, US**

72 Inventor/es:

LEVY, JOSEPH, S.

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 395 941 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).

DESCRIPCION

Sondeo de canal para prestaciones de sistema mejoradas.

5 CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a sistemas inalámbricos de comunicaciones. Más en particular, la presente invención es un método y aparato para mejorar las prestaciones de canal y de sistema en un sistema inalámbrico de comunicaciones.

10 ANTECEDENTES

La multiplexación por división de frecuencias ortogonales (OFDM, del inglés *Orthogonal Frequency Division Multiplexing*) se refiere a un esquema de transmisión de datos en el cual los datos de usuario son troceados en corrientes de datos más pequeñas y transmitidos utilizando subportadoras que tienen cada una un ancho de banda menor que el ancho de banda de transmisión total disponible. La eficacia de la OFDM es resultado de la ortogonalidad de las subportadoras. Es decir, las subportadoras son seleccionadas de manera tal que no interfieran entre sí durante la transmisión, lo que da como resultado un esquema de transmisión eficaz.

La entrada múltiple - salida múltiple (MIMO, del inglés *Multiple-Input Multiple-Output*) se refiere a un esquema de transmisión y recepción inalámbricas en el cual tanto el transmisor o los transmisores como el receptor o los receptores utilizan múltiples antenas para la transmisión y la recepción. Un sistema MIMO aprovecha las opciones de diversidad espacial o de multiplexación espacial originadas por la presencia de las múltiples antenas para aumentar el rendimiento.

Las prestaciones del sistema, es decir, su capacidad, fiabilidad, etc., constituyen un reto permanente para sistemas OFDM-MIMO. Con este fin, se han propuesto numerosas técnicas para mejorar, por ejemplo, la capacidad y/o fiabilidad de canal. Un ejemplo de una de tales técnicas es conocido como el "llenado con agua", y otro ejemplo es el control de potencia. El llenado con agua y el control de potencia describen procesos mediante los cuales un transmisor calcula las condiciones de canal utilizando señales de retroalimentación procedentes de un receptor dentro del sistema. Basándose en estas estimaciones, el transmisor intenta transmitir datos de usuario de una manera que optimice las prestaciones de canal a la vista de las condiciones de canal. Al igual que ocurre con otras técnicas similares, el llenado con agua y el control de potencia se basan en el conocimiento del canal de transmisión, a través de señales de retroalimentación, para optimizar las prestaciones de canal. Sin embargo, la sobrecarga de señalización asociada a estas señales de retroalimentación es significativa y a menudo limita cualquier posible incremento en las prestaciones del sistema. Además, la generación y transmisión de señales de retroalimentación provoca retrasos que también limitan posibles incrementos de las prestaciones del sistema. Estos inconvenientes de la señalización de retroalimentación son particularmente evidentes en sistemas en los cuales las condiciones de canal cambian rápidamente, en sistemas que transmiten una gran cantidad de datos, y/o en sistemas que utilizan un gran número de subportadoras.

Como ejemplo de la técnica anterior, el documento WO 03/073646 describe un método y aparato para transmitir datos a través de una pluralidad de canales de transmisión en un sistema inalámbrico de comunicaciones. En este método, se estima el estado de funcionamiento de un sistema MIMO basándose en un piloto transmitido junto con los datos. Como ejemplo adicional, el documento de EE.UU. 2002/181390 describe un aparato y método para estimar parámetros de canal en un sistema OFDM de entrada múltiple - salida múltiple (MIMO). En este método, se transmiten en el sistema MIMO tramas de datos que comprenden uno o más símbolos de preparación, una pluralidad de símbolos de datos y prefijos cíclicos insertados entre los símbolos de datos. Al procesar los símbolos de preparación de la trama de datos, se obtiene una estimación de los parámetros del canal a partir de la trama de datos.

En consecuencia, es deseable disponer de un método y aparato para estimar eficazmente las condiciones actuales de canal para su uso en la mejora de las prestaciones globales del sistema en sistemas OFDM-MIMO.

COMPENDIO

La presente invención es un método y aparato para mejorar prestaciones de sistema en sistemas inalámbricos de comunicaciones con multiplexación por división de frecuencias ortogonales (OFDM), de entrada múltiple - salida múltiple (MIMO). Un transmisor genera y transmite una señal con tasa baja hacia su receptor previsto. Tras recibir la señal con tasa baja, el receptor previsto genera y transmite una respuesta de sondeo de canal (CSR, del inglés *Channel Sounding Response*), siendo dicha CSR una corta ráfaga que tiene un formato de transmisión predefinido y porta una información predeterminada. A continuación, el transmisor analiza la CSR y determina la respuesta del canal de enlace ascendente, estima la respuesta del canal de enlace descendente, y determina los ajustes apropiados de los parámetros de transmisión, basándose en el análisis y estimación de la respuesta de enlace descendente. El ajuste de los parámetros de transmisión se puede realizar tanto en la capa MAC como en la capa PHY o en una combinación de ambas. Tras ajustar sus parámetros de transmisión y modular subportadoras con datos de usuario de acuerdo con los parámetros de transmisión determinados, el transmisor transmite los datos de usuario al receptor sobre una porción preferida de ancho de banda. En una realización preferida, el transmisor también genera y transmite una señal de control de formato de transmisión (TFC, del inglés *Transmit Format*

Control) que contiene los ajustes de los parámetros de transmisión determinados, que incluyen información sobre modulación de subportadoras, hacia el receptor.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

- 5 La Figura 1 es un diagrama de flujo que ilustra un esquema de sondeo de canal para mejorar las prestaciones de sistema en sistemas de comunicaciones con multiplexación por división de frecuencias ortogonales (OFDM), de entrada múltiple - salida múltiple (MIMO);
la Figura 2 es un par transmisor-receptor MIMO-OFDM configurado para utilizar pulsos de sondeo de canal a fin de mejorar las prestaciones del sistema; y
10 la Figura 3 es un sistema inalámbrico de comunicaciones MIMO-OFDM en el cual una estación de base y una unidad transmisora/receptora inalámbrica (WTRU, del inglés *Wireless Transmit/Receive Unit*) comprenden cada una un par transmisor-receptor de acuerdo con la presente invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS REALIZACIONES PREFERIDAS

- 15 En la presente memoria, una unidad transmisora/receptora inalámbrica (WTRU) incluye, pero sin quedar limitada a ello, un equipo de usuario, estación móvil, unidad de abonado fija o móvil, buscapersonas, o cualquier otro tipo de dispositivo capaz de operar en una red inalámbrica. Cuando en la presente memoria se hace referencia a una estación de base, ésta incluye, pero sin quedar limitado a ello, un Nodo-B, controlador de sitio, punto de acceso o cualquier otro tipo de dispositivo de interfaz en un entorno inalámbrico.

- 20 En una realización preferida, se utilizan pulsos de sondeo de canal para mejorar las prestaciones de canal y de sistema en sistemas de multiplexación por división frecuencias ortogonales (OFDM) que utilizan equipos de entrada múltiple - salida múltiple (MIMO). Los pulsos de sondeo permiten a los transmisores MIMO-OFDM, por ejemplo, evaluar las condiciones actuales de canal y, por tanto, dar formato a paquetes de datos de transmisión que optimizan el rendimiento en vista de las condiciones de canal.

- De acuerdo con la presente realización, un transmisor MIMO-OFDM genera y transmite una señal con tasa baja, por ejemplo una petición para pulso de sondeo (CS-Rq) a un receptor previsto. Al recibir esta petición, el receptor genera una respuesta de sondeo de canal (CSR) y la transmite al transmisor que lo pide. Esta CSR es preferiblemente una
30 corta ráfaga formateada con parámetros de transmisión predeterminados que aseguran su recepción correcta dada la configuración y entorno particulares del sistema. En la CSR está incluida información conocida por el transmisor. El transmisor, al recibir la CSR, procesa la información y determina las condiciones actuales de canal. Basándose en estas determinaciones, el transmisor modula datos de usuario a subportadoras y ajusta sus parámetros de transmisión al objeto de maximizar la capacidad del canal, su fiabilidad, y/o cualquier otra característica de
35 prestaciones de canal requerida por un usuario, utilizando cualquiera de las diversas técnicas de optimización de canal, entre ellas el "llenado con agua" y el control de potencia. La utilización de pulsos de CSR para evaluar las condiciones del canal, en lugar de señales de retroalimentación convencionales, permite al transmisor formatear y transmitir paquetes de datos que optimizan las prestaciones de canal sin incurrir en todas las sobrecargas y retrasos de las soluciones convencionales de mejora de canal.

- 40 Haciendo referencia ahora a la Figura 1, se muestra un diagrama 100 de flujo que ilustra un esquema de sondeo de canal al objeto de mejorar las prestaciones del sistema en sistemas inalámbricos de comunicaciones MIMO-OFDM. Antes de transmitir datos, un transmisor genera una petición de respuesta de sondeo de canal en forma de una señal con tasa baja y la transmite a un receptor (paso 102). Esta petición es, preferiblemente, una señal con baja
45 tasa de datos, por ejemplo una cabecera de paquete de datos, que contiene información sobre la fuente (es decir, el transmisor) y el destino (es decir, el receptor previsto). Tras recibir y procesar la señal con tasa baja (paso 104), el receptor genera y transmite una respuesta de sondeo de canal (CSR) predefinida (paso 106), preferiblemente en forma de una corta ráfaga o pulso, hacia el transmisor. Preferiblemente, la CSR está predefinida en términos de su tamaño, número de símbolos, amplitud, etc., al objeto de asegurar la correcta recepción por el transmisor, dada la
50 configuración particular del sistema y/o los recursos asignados por el receptor. En la CSR está incluida información que el transmisor puede utilizar para evaluar las condiciones actuales del canal.

- En el transmisor se recibe la CSR, y la información transmitida como parte de la CSR es procesada (paso 108) y utilizada (paso 110) para caracterizar las condiciones actuales del canal. Esta caracterización incluye la
55 determinación de la respuesta de canal de enlace ascendente a través de la medición de la amplitud, la fase, y la calidad de cada subportadora recibida en cada antena, y la estimación de la respuesta de canal de enlace descendente. Si, por ejemplo, una subportadora particular indica una tasa de error elevada, el transmisor no modulará esa subportadora con grandes cantidades de datos. A la inversa, si una subportadora particular llega al transmisor con una tasa de error relativamente baja, el transmisor modulará más fuertemente esa subportadora con
60 datos de usuario.

- Una vez que las condiciones del canal son conocidas en el enlace ascendente y estimadas para el enlace descendente (paso 110), el transmisor determina (paso 112) los ajustes apropiados de parámetros de transmisión (por ejemplo, la selección de antena, la potencia de antena, la selección del ancho de banda, la potencia de la
65 portadora, codificación de la portadora, la modulación de la portadora, etc.), realiza (paso 114) los ajustes apropiados de los parámetros y modula (paso 116) en consecuencia sus subportadoras, preferiblemente usando una

técnica de "llenado con agua", de control de potencia, o una técnica similar. Debe señalarse que los ajustes de los parámetros pueden producirse en la capa MAC, en la capa PHY, o en una combinación de ambas. A continuación se transmiten (paso 118) los paquetes de datos formateados, sobre porciones elegidas de ancho de banda, hacia el receptor. Opcionalmente, el transmisor rastrea las estimaciones de prestaciones de canal derivadas de las mediciones actuales y anteriores de CSR (paso 112a), permitiendo al transmisor predecir las condiciones de canal futuras, para utilizarlas en la optimización de las prestaciones de canal de futuras transmisiones de datos.

Debe entenderse que las prestaciones de canal globales de un enlace de comunicación permanecen relativamente estáticas incluso aunque las prestaciones de una subportadora y/o par de antenas en particular pueden cambiar muy rápidamente. Esto es particularmente cierto si el enlace de comunicación tiene un ancho de banda y diversidad espacial suficientes. Por consiguiente, se puede fijar el tamaño de los paquetes de datos transmitidos, dejando sólo por ajustar los parámetros de codificación, lo que se puede hacer casi en tiempo real basándose en las CSR recibidas. El transmitir paquetes de datos de tamaño fijo simplifica mucho la complejidad de la capa MAC. Sin embargo, se requiere algo de complejidad añadida en la capa PHY, particularmente si la capa PHY está configurada para determinar e implementar el esquema de codificación final.

Antes de, después de, o en paralelo a la transmisión (paso 118) de los paquetes de datos formateados, el transmisor puede, opcionalmente, generar y enviar (paso 120) una señal de control de formato de transmisión (TFC) hacia el receptor. Esta señal de TFC incluye información acerca de los ajustes de los parámetros de transmisión e identifica qué subportadoras han sido moduladas con qué esquema de modulación (por ejemplo QPSK, 16 QAM, 256 QAM, etc.), y/o qué tipos de codificación y tasas de datos se han utilizado. El hecho de proporcionar este tipo de información al receptor como parte de la señal de TFC es una mejora que simplifica la complejidad general de descodificación del receptor. Como alternativa, si no se genera una señal de TFC o bien ésta no es recibida satisfactoriamente en el receptor, el receptor puede determinar la información de TFC por sí mismo mediante un método de prueba y error, denominado en lo que sigue "detección de TFC a ciegas".

Para mejorar aún más las prestaciones globales del sistema, el transmisor y/o el receptor pueden supervisar las señales de CSR emitidas por otro u otros receptores del sistema, evaluar el enlace de comunicación entre ellos mismos y el receptor o receptores que emiten las CSR, y mantener un historial de estas condiciones de canal para uso en futuras comunicaciones con ese receptor.

Haciendo referencia ahora a la Figura 2, se muestran un transmisor 202 y receptor 204 MIMO-OFDM configurados de acuerdo con la presente invención. En el transmisor 202 está incluido un procesador 201 de señal de sondeo de canal con el fin de generar señales de petición de sondeo de canal con tasa baja, procesar las señales de respuesta de sondeo de canal recibidas, y, preferiblemente, evaluar las condiciones de canal de un enlace de comunicaciones entre sí mismo y los receptores. Además, el transmisor 202 incluye un procesador 203 de capa MAC con la finalidad de establecer parámetros de transmisión de datos, entre ellos tasas de datos, esquemas de codificación, formatos de paquetes, etc., un procesador 205 de capa física (PHY) para distribuir bits de datos entre subportadoras y entre antenas de transmisión 207₁, 207₂, ... 207_n de acuerdo con el procesador 203 para ajuste de los parámetros MAC u, opcionalmente, de acuerdo con los ajustes de parámetros de transmisión propios del procesador 205 de capa PHY, un procesador 206 de control de formato de transmisión (TFC) opcional para procesar información procedente del procesador 203 de MAC y/o del procesador 205 de capa PHY, un procesador 208 de supervisión de señal, opcional, para supervisar señales de CSR transmitidas entre otros pares de transmisor-receptor, un componente opcional 210 de memoria para mantener un historial de condiciones de canal y parámetros de transmisión determinados, y una pluralidad de antenas transmisoras/receptoras 207₁, 207₂, ... 207_n.

En el receptor 204 están incluidas una pluralidad de antenas transmisoras/receptoras 209₁, 209₂, ... 209_n, un procesador 211 de sondeo de canal para procesar peticiones de sondeo de canal con tasa baja, a fin de generar señales de respuesta de sondeo de canal (CSR) y, preferiblemente, para evaluar las condiciones de canal de un enlace de comunicaciones entre sí mismo y otros transmisores y/o receptores. Además, el receptor 204 incluye un procesador 213 de TFC, opcional, para procesar la información de control de TFC recibida y para determinar información de TFC a través de detección a ciegas, un procesador 215 de paquetes de datos para descodificar y desmodular paquetes de datos recibidos de acuerdo con la información proporcionada por el procesador 213 de TFC, un procesador 217 de supervisión de señal, opcional, para supervisar señales de CSR transmitidas desde otros receptores, un componente 219 de memoria para mantener un historial de condiciones de canal, y un procesador 221 de ajuste, opcional, para ajustar los parámetros de transmisión basándose en el historial de canal.

Para mayor claridad y únicamente con fines ilustrativos, el transmisor 202 y el receptor 204 mostrados en la Figura 2 serán descritos en lo sucesivo como dispositivos independientes que trabajan de forma independiente en un sistema MIMO-OFDM. Debe entenderse, sin embargo, que estos dispositivos 202, 204 están configurados preferiblemente para coexistir como componentes interrelacionados de un único dispositivo de red MIMO-OFDM, por ejemplo una estación de base o una WTRU, tal como se muestra en la Figura 3. El sistema inalámbrico 300 de comunicaciones MIMO-OFDM de la Figura 3 comprende una estación 301 de base y una WTRU 302 que se comunican a través de una interfaz inalámbrica, y un RNC 250 para controlar la estación 301 de base. Como ilustra la figura, tanto la estación 301 de base como la WTRU comprenden un par transmisor 202 - receptor 204 configurado de acuerdo con la presente invención.

Volviendo a hacer referencia a la Figura 2, en el transmisor 202, antes de procesar una corriente Tx de datos para transmisión, en el procesador 201 de señal de petición de sondeo de canal se genera una señal de petición de sondeo de canal con tasa baja. A continuación, se hace pasar esta petición de sondeo a las antenas de transmisión 207₁, 207₂, ... 207_n para ser transmitida al receptor 204 a través de una interfaz inalámbrica. Una vez recibida la petición con tasa baja, el receptor 204 procesa la solicitud y genera una respuesta de sondeo de canal (CSR) en su procesador 211 de sondeo de canal. Tal como se ha descrito más arriba, la CSR es preferiblemente una ráfaga corta formateada para asegurar la recepción en el transmisor 202, e incluye información conocida por el transmisor 202 para su uso en la evaluación de las condiciones actuales de canal. Una vez generada, la CSR es enviada a las antenas del receptor 209₁, 209₂, ... 209_n para su transmisión hacia el transmisor 202.

La CSR es recibida entonces en el transmisor 202 y procesada en el procesador 201 de sondeo de canal del transmisor. El procesador 201 de sondeo de canal analiza la información transmitida como parte de la CSR y utiliza esta información para caracterizar las condiciones actuales de canal en el enlace ascendente, y para estimar la respuesta de canal de enlace descendente. Estas caracterizaciones de canal son enviadas después al procesador 203 de capa MAC y/o al procesador 205 de capa PHY, donde son utilizadas para ajustar parámetros de transmisión de datos que incluyen: asignación de subportadora, asignación de antena de transmisión, potencia de transmisión de subportadora, potencia de antena de transmisión, codificación de subportadoras, selección de ancho de banda, etc. De manera opcional, con respecto a la selección de porción deseada de ancho de banda sobre la que transmitir, el transmisor 202 puede comprender un procesador separado (no mostrado) configurado para funcionar como una unidad de selección de ancho de banda. A continuación, el procesador 205 de capa PHY formatea los paquetes de datos de transmisión, modula las diferentes subportadoras (no mostradas) con datos de usuario, y traza el mapa de las subportadoras moduladas hacia las antenas transmisoras/receptoras 207₁, 207₂, ... 207_n, utilizando un esquema de optimización de la capacidad de canal tal como el "llenado con agua", un esquema de optimización de la fiabilidad del canal, o cualquier otro esquema de optimización de las prestaciones de canal de conformidad con los ajustes de los parámetros de transmisión. Los paquetes de datos formateados son enviados a las antenas transmisoras/receptoras 207₁, 207₂, ... 207_n, para su transmisión hacia el receptor 204 utilizando porciones preferidas del ancho de banda. Opcionalmente, el transmisor 202 mantiene un historial de las estimaciones de estado de canal para uso en la transmisión óptima de futuros paquetes de datos.

Antes de, después de, o en paralelo a la transmisión de los paquetes de datos formateados, el procesador 206 de TFC opcional genera y transmite una señal de TFC a través de las antenas transmisoras/receptoras 207₁, 207₂, ... 207_n, a través de la interfaz inalámbrica. Esta señal de TFC indica al receptor 204 los ajustes de parámetros de transmisión de los paquetes de datos transmitidos e identifica la ubicación (es decir, sobre qué subportadoras están siendo transmitidos los bits de datos), los esquemas de codificación y los esquemas de modulación (por ejemplo QPSK, 16 QAM, etc.) utilizados para los paquetes de datos transmitidos.

Si se transmite una señal de TFC, el receptor 204 recibe la señal de TFC y la procesa en su procesador 213 de TFC, opcional. Este procesador 213 de TFC extrae la información de formateo y de modulación de la señal de TFC y la envía al procesador 215 de paquetes de datos para ser usada en la descodificación y desmodulación de los paquetes de datos recibidos. En cambio, si el receptor 204 no detecta correctamente una señal de TFC, el procesador 213 de TFC reúne la información de TFC disponible utilizando un proceso de tipo "detección a ciegas".

Para mejorar aún más la capacidad y eficacia del sistema, el transmisor 202 y el receptor 204 pueden supervisar las CSR generadas por otros receptores (no mostrados), utilizando sus respectivos procesadores 208, 217 de señal de control y, a partir de ello, evaluar y calcular las condiciones del canal entre ellos mismos y el otro receptor o receptores. En el transmisor 202 y el receptor 204, sus respectivos procesadores 201, 211 de sondeo de canal pueden estar configurados para realizar estas evaluaciones y estimaciones de canal. Como alternativa, el transmisor 202 y el receptor 204 pueden comprender cada uno procesadores adicionales (no mostrados) configurados para funcionar respectivamente como un analizador de señales que evalúe las condiciones del canal de enlace ascendente y como un estimador para estimar las condiciones de canal de enlace descendente, basándose en las evaluaciones de canal. Esta información del estado de canal puede ser utilizada tanto por el transmisor 202 como por el receptor 204 para mantener un historial de las condiciones de canal para su uso en la determinación de parámetros de transmisión de futuras comunicaciones con el o los receptores. Este historial puede ser almacenado en sus respectivos componentes 210, 219 de memoria.

De acuerdo con la presente invención, el transmisor 202 puede reutilizar los ajustes de parámetros de transmisión, preferiblemente almacenados en el componente 210 de memoria, opcional, que fueron establecidos por el procesador 203 de capa MAC y/o el procesador 205 de capa PHY para posteriores transmisiones de datos en el momento en que un futuro CSR indicase un cambio en las condiciones de canal. Como alternativa, el transmisor 202 puede utilizar resultados históricos de CSR previamente recibidas, almacenadas también en el componente 210 de memoria opcional o en un componente de memoria secundario (no mostrado), para predecir cuándo se producirá un cambio en las condiciones del canal y, en ese momento, ajustar los parámetros de transmisión según corresponda. De manera análoga, el receptor 204 puede mantener un historial de condiciones de canal en su componente 219 de memoria, opcional, para su uso en el ajuste de parámetros de transmisión a través de su procesador 221 de ajuste opcional.

Aunque no está particularmente especificado, la frecuencia con la cual un transmisor pide a un receptor información de sondeo de canal depende de diversos factores. Los ejemplos de tales factores incluyen, pero sin quedar limitados a éstos: la configuración del sistema, el número de subportadoras, el número de canales espaciales, la volatilidad del enlace de comunicación, el entorno de comunicación, y similares. En términos generales, un transmisor debe pedir una CSR con una frecuencia suficiente para mantener un conocimiento preciso del canal. Por ejemplo, un transmisor puede empezar pidiendo CSRs a intervalos de tiempo predeterminados. A medida que el transmisor comienza a acumular datos de las CSR, el transmisor puede utilizar estos datos para estimar la velocidad a la cual cambian las condiciones de canal, y pedir en consecuencia CSRs en función de la frecuencia de cambio.

La presente invención puede ser implementada en cualquier tipo de sistema inalámbrico de comunicaciones, si se desea. A modo de ejemplo, la presente invención puede ser implementada en cualquier tipo de sistema de tipo 3G, UMTS-FDD, UMTS-TDD, TDSCDMA, CDMA2000, OFDM-MIMO o cualquier otro tipo de sistema inalámbrico de comunicaciones. La presente invención puede ser implementada también en un circuito integrado, por ejemplo un circuito integrado específico de aplicación (ASIC), circuitos integrados múltiples, matriz de puertas lógicas programables (LPGA), LPGAs múltiples, componentes discretos, o una combinación de uno o varios circuitos integrados, una o varias LPGAs, y uno o varios componentes discretos.

Aunque la presente invención ha sido descrita en términos de diversas realizaciones, serán evidentes para los expertos en la técnica otras variaciones que se encuentran dentro del alcance de la invención, tal como se delinea en las reivindicaciones que siguen. Además, aunque en las diversas realizaciones se han descrito las características y elementos de la presente invención en combinaciones particulares, cada característica o elemento puede ser utilizado por separado (sin las demás características y elementos de las realizaciones preferidas) o en diversas combinaciones con o sin otras características y elementos de la presente invención.

REIVINDICACIONES

1. Un método para mejorar las prestaciones en comunicaciones inalámbricas con multiplexación por división de frecuencias ortogonales, OFDM, de entrada múltiple - salida múltiple, MIMO, que comprende:

determinar ajustes de parámetros de transmisión;
ajustar parámetros de transmisión y modular subportadoras con datos de acuerdo con los ajustes determinados; y
transmitir los datos con los parámetros de transmisión ajustados;
estando el método **caracterizado porque** comprende, antes de procesar una corriente de datos para transmisión de datos:

transmitir (102) una petición de sondeo de canal;
recibir (108) una respuesta de sondeo de canal, CSR, como respuesta a la petición de sondeo de canal, siendo la CSR una ráfaga corta que tiene un formato de transmisión predefinido y que porta información predeterminada; y
analizar (110) la CSR, siendo utilizado el análisis para determinar los ajustes de parámetros de transmisión.

2. El método según la reivindicación 1, en donde la petición de sondeo de canal es una cabecera de paquete de datos que incluye información de fuente y de destino.

3. El método según la reivindicación 1, en donde los datos son modulados sobre las subportadoras utilizando una técnica de optimización de capacidad de canal.

4. El método según la reivindicación 3, en donde la técnica de optimización de capacidad de canal es el llenado con agua.

5. El método según la reivindicación 1, en donde los datos son modulados sobre las subportadoras utilizando una técnica de optimización de fiabilidad de canal.

6. El método según la reivindicación 5, en donde la técnica de optimización de fiabilidad de canal es el control de potencia.

7. El método según la reivindicación 1, que comprende además guardar los ajustes de parámetros de transmisión determinados y transmitir datos posteriores de acuerdo con ajustes de parámetros de transmisión guardados.

8. El método según la reivindicación 1, que comprende además generar (120) una señal de control de formato de transmisión, TFC, en donde la señal de TFC comprende los ajustes de parámetros de transmisión determinados, que incluyen información de modulación de subportadoras, y transmitir el TFC con los datos ajustados a un receptor.

9. El método según la reivindicación 1, en donde el ajuste de parámetros de transmisión se produce en una capa (203) de control de acceso a medio, MAC, de un transmisor (202).

10. El método según la reivindicación 1, en donde el ajuste de parámetros de transmisión se produce en una capa (205) física, PHY, de un transmisor.

11. El método según la reivindicación 1, en donde el ajuste de parámetros de transmisión se produce en una combinación de una capa MAC y una capa PHY de un transmisor.

12. El método según la reivindicación 1, que comprende además:

supervisar señales de CSR;
evaluar condiciones de canal de un enlace de comunicaciones;
mantener un historial de las condiciones de canal;
ajustar parámetros de transmisión basándose en el historial de canal; y
aplicar los parámetros de transmisión ajustados.

13. El método según la reivindicación 1, en donde:

la petición de sondeo de canal comprende instrucciones de sondeo transmitidas desde una estación de base a una unidad transmisora/receptora inalámbrica, WTRU; y
los ajustes de parámetros de transmisión determinados basándose en el análisis de la CSR corresponden a una respuesta de canal de enlace ascendente;
comprendiendo el método además:

- estimar la respuesta de canal de enlace descendente basándose en la respuesta de canal de enlace ascendente determinada; y
seleccionar una porción de un ancho de banda sobre la cual transmitir datos basándose en la respuesta de canal de enlace descendente estimada; en donde
5 los parámetros de transmisión son ajustados de acuerdo con la respuesta de canal de enlace descendente estimada; y
los datos son transmitidos con los parámetros de transmisión ajustados sobre la porción seleccionada del ancho de banda.
- 10 14. El método según la reivindicación 13, en donde la estación de base ordena a la WTRU transmitir periódicamente señales de sondeo.
- 15 15. Una unidad transmisora/receptora inalámbrica, WTRU, (302) para uso en comunicaciones inalámbricas con multiplexación por división de frecuencias ortogonales, de entrada múltiple - salida múltiple, MIMO-OFDM, que comprende:
- un transmisor (202) que comprende:
- 20 un primer procesador (203) configurado para determinar ajustes de parámetros de transmisión;
un segundo procesador (203) configurado para ajustar parámetros de transmisión de acuerdo con los ajustes determinados; y
un procesador (205) de capa física, PHY, configurado para modular subportadoras con datos de acuerdo con los ajustes determinados;
- 25 y
una pluralidad de antenas transmisoras/receptoras (207₁-207_n, 209₁-209_n) configuradas para recibir y transmitir señales de comunicaciones;
- estando la WTRU **caracterizada porque**:
- 30 el transmisor comprende además:
- un primer procesador (201) de sondeo de canal configurado para generar, antes de procesar una corriente de datos para transmisión de datos, señales de respuesta de sondeo de canal, CSR, siendo las señales de CSR ráfagas cortas que tienen cada una un formato de transmisión predefinido y
35 portan información predeterminada;
en donde el primer procesador está configurado para determinar los ajustes de parámetros de transmisión basándose en una petición de sondeo de canal que comprende instrucciones de sondeo, y **porque** comprende además:
- 40 un receptor (204) que comprende:
- un segundo procesador (211) de sondeo de canal configurado para procesar la petición de sondeo de canal; y
un procesador de paquetes de datos configurado para procesar subportadoras codificadas con datos.
- 45 16. La WTRU según la reivindicación 15, en donde el primer y el segundo procesadores son procesadores de capa MAC.
- 50 17. La WTRU según la reivindicación 15, en donde el primer procesador es un procesador de capa de control de acceso a medio, MAC, y el segundo procesador es un procesador de capa PHY.
18. La WTRU según la reivindicación 15, en donde el primer y el segundo procesadores son procesadores de capa PHY.
- 55 19. La WTRU según la reivindicación 15, en donde el procesador de capa PHY está configurado para modular datos hacia las subportadoras utilizando una técnica de optimización de capacidad de canal.
20. La WTRU según la reivindicación 19, en donde la técnica de optimización de capacidad de canal es el llenado con agua.
- 60 21. La WTRU según la reivindicación 15, en donde el procesador de capa PHY está configurado para modular datos sobre las subportadoras utilizando una técnica de optimización de fiabilidad de canal.
22. La WTRU según la reivindicación 21, en donde la técnica de optimización de de fiabilidad de canal es el control de potencia.
- 65

23. La WTRU según la reivindicación 15, que comprende además un componente (210) de memoria configurado para guardar ajustes de parámetros de transmisión determinados, para uso en la transmisión de datos posteriores de acuerdo con los ajustes de parámetros de transmisión guardados.

5 24. La WTRU según la reivindicación 23, que comprende además un procesador (206) de control de formato de transmisión, TFC, configurado para generar señales de TFC locales, en donde las señales de TFC locales comprenden los ajustes de parámetros de transmisión determinados, que incluyen información de modulación de subportadoras.

10 25. La WTRU según la reivindicación 24, en donde el procesador de TFC está configurado además para procesar señales de TFC recibidas, en donde las señales de TFC comprenden ajustes de parámetros de transmisión de paquetes de datos recibidos, que incluyen información de modulación de subportadoras; y en donde el procesador de paquetes de datos está configurado para decodificar y desmodular subportadoras codificadas por usuario basándose en información proporcionada por las señales de TFC.

15 26. La WTRU según la reivindicación 15, que comprende además:

un procesador de supervisión de señal configurado para supervisar señales de CSR transmitidas entre dispositivos de red en comunicaciones inalámbricas MIMO-OFDM;
20 un analizador de señal configurado para evaluar condiciones de canal de un enlace de comunicaciones entre un par de otros dispositivos de red; y
un componente de memoria configurado para mantener un historial de las condiciones de canal.

25 27. La WTRU según la reivindicación 26, que comprende además:

un procesador de ajuste configurado para ajustar parámetros de transmisión basándose en el historial de canal en donde la comunicación entre un par de los otros dispositivos de red se realiza utilizando los parámetros de transmisión ajustados.

30 28. La WTRU según la reivindicación 15, en donde:

el receptor está configurado para recibir una petición de sondeo de canal que comprende instrucciones de sondeo de canal; y
35 el transmisor está configurado para generar y transmitir señales de sondeo de acuerdo con las instrucciones de sondeo de canal.

29. La WTRU según la reivindicación 28, en donde el transmisor está configurado para transmitir periódicamente señales de sondeo de canal de acuerdo con las instrucciones de sondeo.

40 30. Una estación (301) de base para uso en comunicaciones inalámbricas con multiplexación por división de frecuencias ortogonales, de entrada múltiple - salida múltiple, MIMO-OFDM, que comprende:

un transmisor (202) que comprende:

45 un primer procesador (203) configurado para determinar ajustes de parámetros de transmisión;
un segundo procesador (203) configurado para ajustar parámetros de transmisión de acuerdo con los ajustes determinados; y
un procesador (205) de capa física, PHY, configurado para modular subportadoras con datos de acuerdo con los ajustes determinados; y

50 un receptor (204) que comprende:

un procesador (215) de paquetes de datos configurado para procesar subportadoras codificadas con datos; y
55 una pluralidad de antenas transmisoras/receptoras (207₁-207_n, 209₁-209_n) configuradas para recibir y transmitir señales de comunicaciones;

estando la estación de base **caracterizada porque**:

60 el transmisor (202) comprende:

un segundo procesador (201) de sondeo de canal configurado para, antes de procesar una corriente de datos para transmisión de datos, transmitir una petición de sondeo de canal; y

65 el receptor comprende además:

un primer procesador (211) de sondeo de canal configurado para, en respuesta a la petición de sondeo de canal, recibir y analizar señales de respuesta de sondeo de canal, CSR, siendo las señales de CSR ráfagas cortas que tienen cada una un formato de transmisión predefinido y portan información predeterminada, siendo utilizado el análisis para determinar los ajuste de parámetros de transmisión.

5

31. La estación de base según la reivindicación 30, que comprende además un componente (219) de memoria configurado para guardar ajustes de parámetros de transmisión determinados, para uso en la transmisión de datos posteriores de acuerdo con los ajustes de parámetros de transmisión guardados.

10

32. La estación de base según la reivindicación 31, que comprende además un procesador (213) de control de formato de transmisión, TFC, configurado para generar señales de TFC locales y procesar señales de TFC recibidas, en donde las señales de TFC locales comprenden los ajustes de parámetros de transmisión determinados, que incluyen información de modulación de subportadoras.

15

33. La estación de base según la reivindicación 30, que comprende además:

un procesador (217) de supervisión de señal configurado para supervisar señales de CSR transmitidas entre otros dispositivos de red en las comunicaciones inalámbricas MIMO-OFD;

20

un analizador de señal configurado para evaluar condiciones de canal de un enlace de comunicaciones entre un par de otros dispositivos de red; y

un componente (219) de memoria configurado para mantener un historial de las condiciones de canal.

34. La estación de base según la reivindicación 30, en donde:

25

el transmisor está configurado para generar y transmitir la petición de sondeo que comprende instrucciones de sondeo a una unidad transmisora/receptora inalámbrica, WTRU;

el receptor está configurado para recibir señales de sondeo transmitidas por la WTRU, siendo las señales de sondeo ráfagas cortas que tienen formatos predefinidos y portan información predeterminada; y

30

el primer procesador está configurado para determinar una respuesta de canal de enlace ascendente basándose en las señales de sondeo; comprendiendo la estación de base además:

35

un estimador configurado para estimar una respuesta de canal de enlace descendente basándose en la respuesta de canal de enlace ascendente determinada; y

una unidad de selección de ancho de banda configurada para seleccionar una porción de un ancho de banda sobre la cual transmitir datos basándose en la respuesta de canal de enlace descendente estimada;

40

en donde el segundo procesador ajusta los parámetros de transmisión basándose en la respuesta de canal de enlace descendente estimada; y en donde la estación de base transmite datos con los parámetros de transmisión ajustados a la WTRU utilizando la porción seleccionada del ancho de banda.

45

35. La estación de base según la reivindicación 34, en donde el transmisor está configurado para generar y transmitir la petición de sondeo de canal que ordena a la WTRU transmitir periódicamente señales de sondeo.

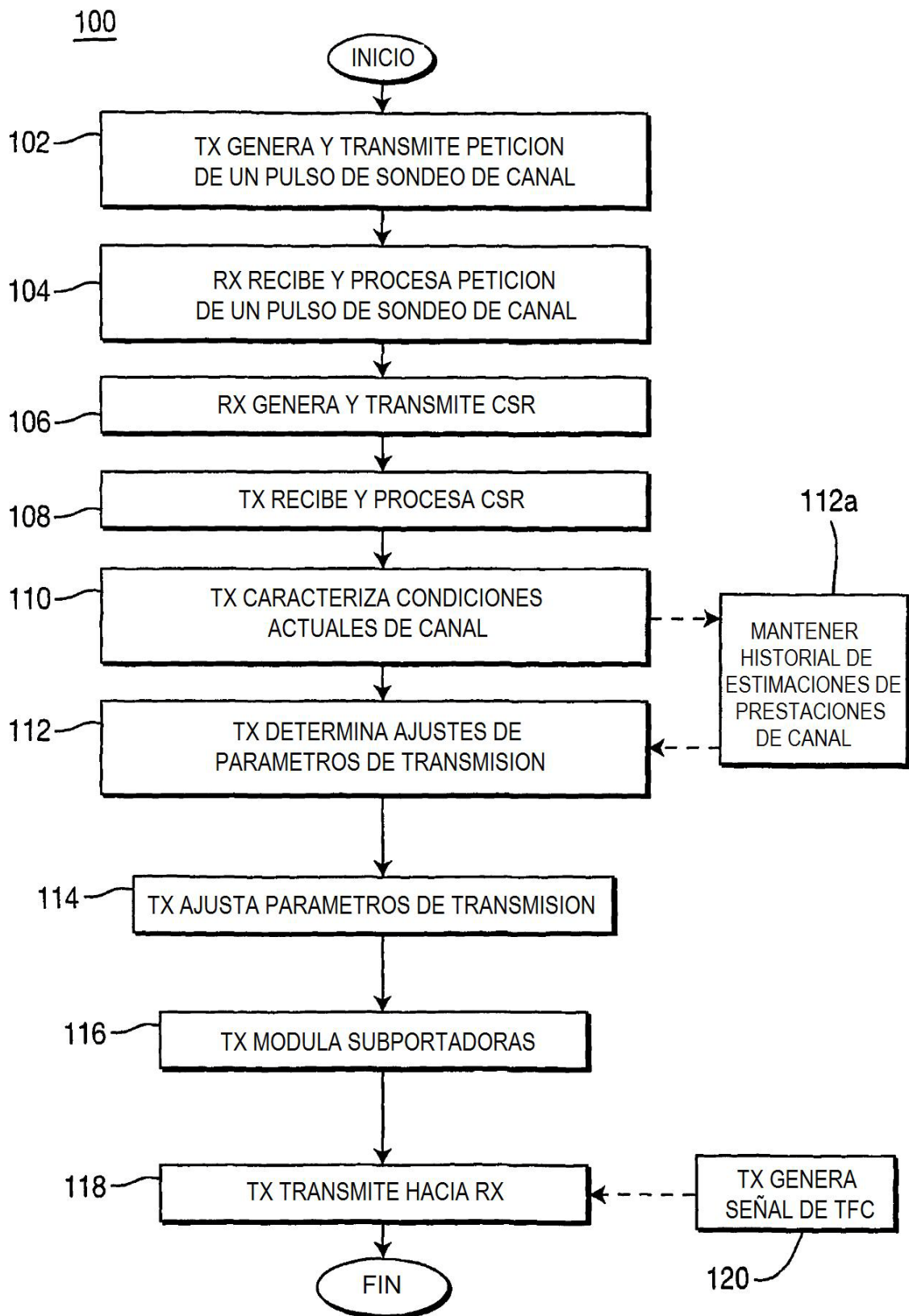


FIG. 1

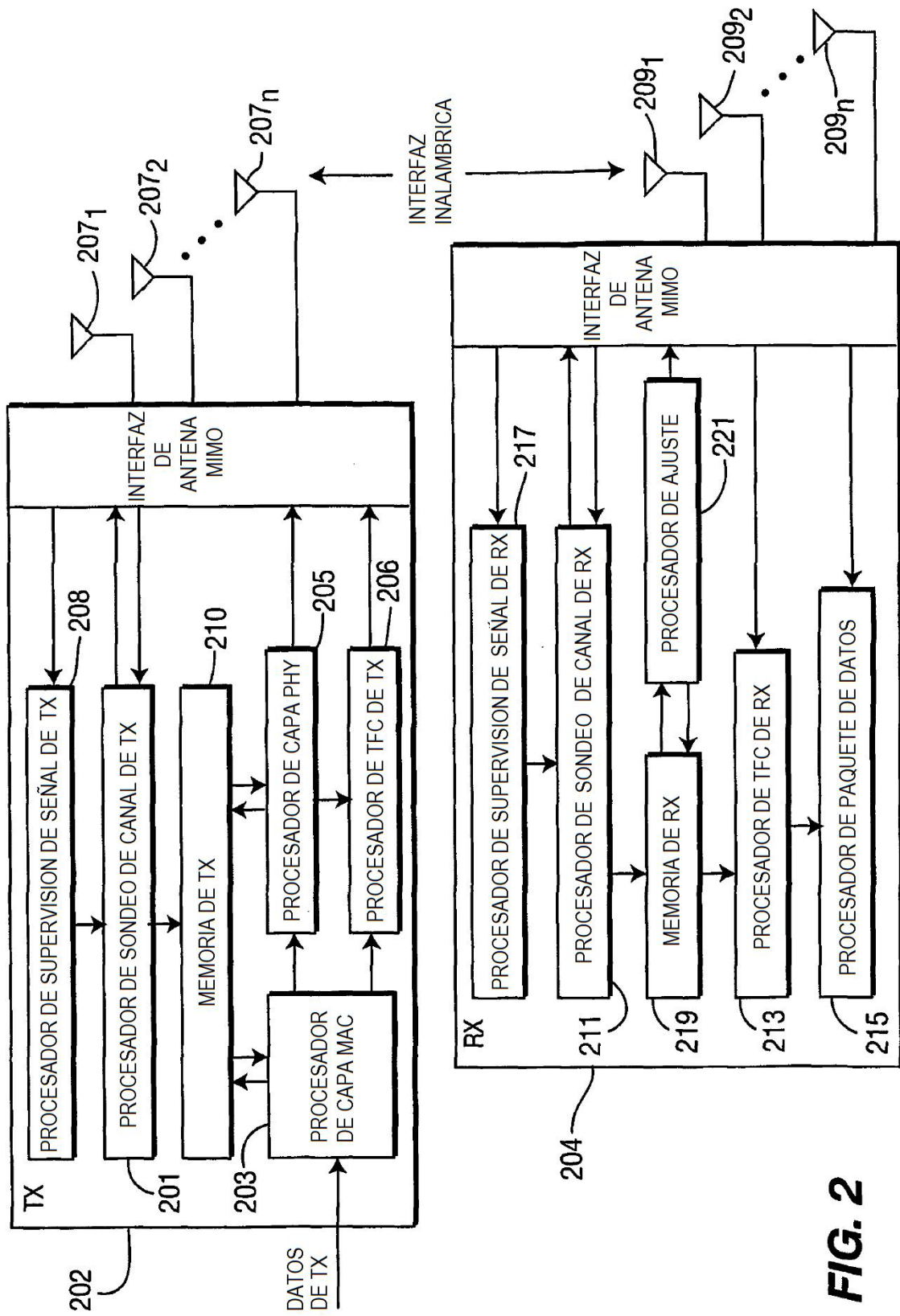


FIG. 2

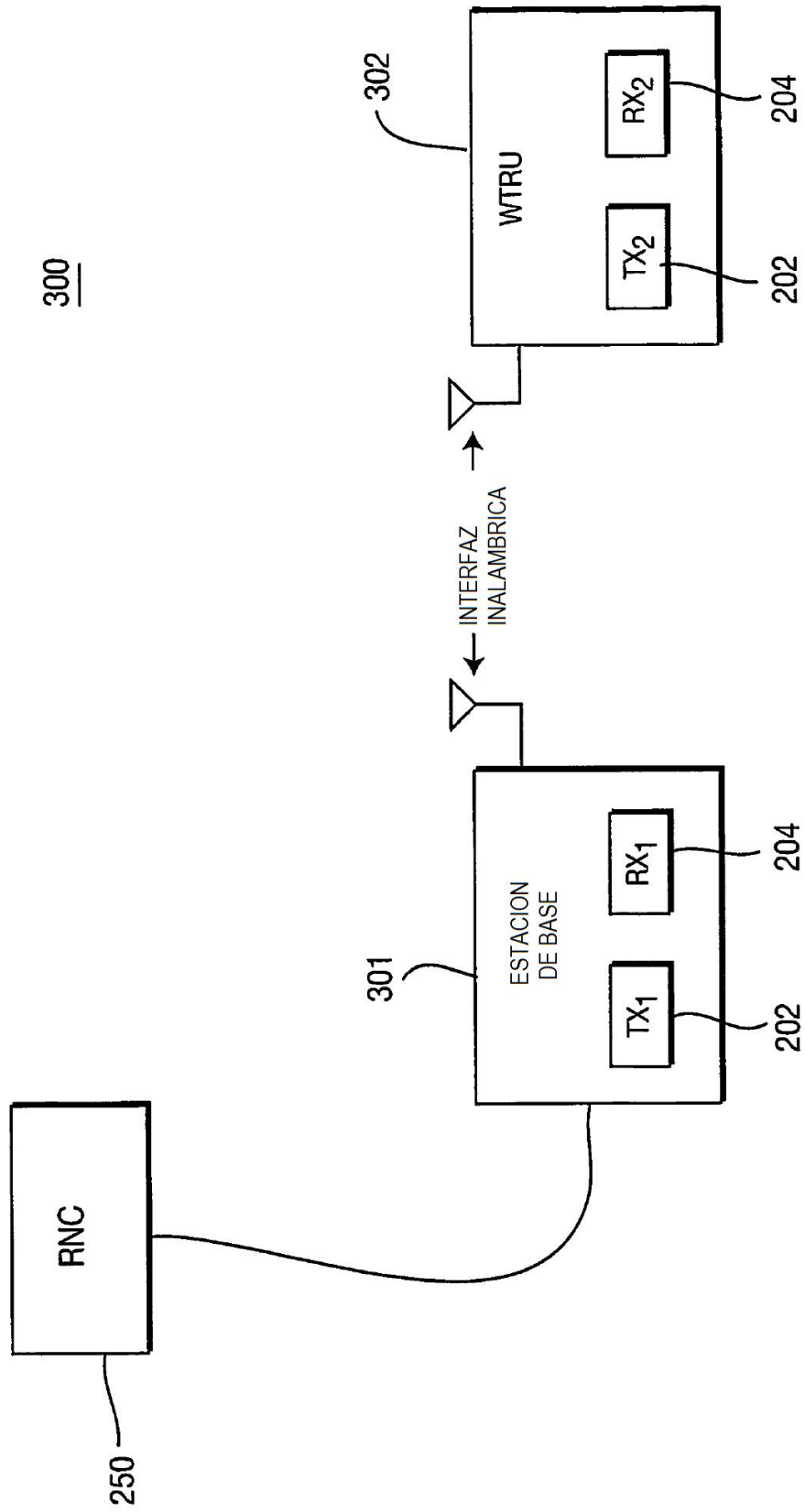


FIG. 3