(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 623 847**

(51) Int. CI.:

H04B 7/08 (2006.01)
H04B 7/155 (2006.01)
H04B 7/26 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.06.2008 PCT/US2008/007026**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **11.12.2008 WO08150534**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.06.2008 E 08768113 (6)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.04.2017 EP 2153543**

(54) Título: **Amplificador de corto alcance y métodos para amplificar con antenas múltiples**

(30) Prioridad:

01.06.2007 US 932677 P

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
12.07.2017

(73) Titular/es:

NEXTIVITY, INC. (100.0%)
12230 WORLD TRADE DRIVE, SUITE 600
SAN DIEGO CA 92128, US

(72) Inventor/es:

MOHEBBI, BEHZAD, B.

(74) Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

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

Amplificador de corto alcance y métodos para amplificar con antenas múltiples

Como las comunicaciones móviles e inalámbricas se hacen más frecuentes, nuevas aplicaciones y terminales se diseñan para satisfacer la creciente demanda del mercado. Los nuevos sistemas móviles 2.5G y 3G como GSM/EDGE/GPRS, WCDMA, TD-SCDMA y cdma2000 y los sistemas 4G como WiMax soportan una variedad de velocidades de datos y aplicaciones. Aparte de la voz, las nuevas aplicaciones de alta velocidad de datos como la transmisión de video y la navegación por internet son también soportadas por estos sistemas. El soporte de aplicaciones de datos por tales sistemas ha llevado a una variedad de nuevos terminales como las PDAs y los ordenadores portátiles con tarjetas de datos o módems móviles integrados.

Estos nuevos tipos de terminales no se ajustan a un tamaño de móvil y no se limitan al consumo de potencia del móvil, ni se ajustan a los escenarios de casos de uso considerados para los terminales de voz de mano. Por lo tanto, un creciente número de tarjetas de datos y módems integrados están utilizando técnicas bien conocidas como la Diversidad Espacial de Antena (ASD) en los receptores para mejorar el rendimiento del enlace. Además, se especifican técnicas de antena múltiple más avanzadas como la Diversidad de Transmisión (TD) y los esquemas de Entrada Múltiple Salida Múltiple (MIMO) al inicio del diseño del sistema para los sistemas móviles 4G emergentes, lo que permite a estos nuevos sistemas superar la velocidad de enlace y la calidad de los sistemas 3G. Estas nuevas técnicas de diversidad espacio-tiempo proporcionan ganancias de más de 10dB en el presupuesto del enlace, mejorando las velocidades de datos, la Probabilidad de Cobertura (PoC) interior y exterior y el rango y la robustez de celda.

Aunque estas técnicas de antena múltiple (ASD, TD & MIMO) altamente beneficiosas se están introduciendo gradualmente en los sistemas móviles, la arquitectura actual del repetidor que emplea un solo receptor y una sola antena transmisora, a menudo con cierto grado de direccionalidad, no puede soportar comunicaciones utilizando antenas múltiples, disminuyendo la ganancia posible con tales técnicas.

La FIG. 1 muestra una Estación Móvil (MS) habilitada para ASD en comunicaciones con la Estación Transmisor-Receptor Base (BTS) a través de un repetidor convencional. La BTS no utiliza ningún esquema de Diversidad de Transmisión (TD) en este ejemplo. Aunque el enlace es bi-direccional, sólo se considera aquí por conveniencia el ejemplo del enlace descendente. Aun cuando el enlace ascendente puede tener un comportamiento diferente del enlace descendente, las discusiones del enlace descendente son también válidos para el enlace ascendente del sistema.

En el enlace descendente, la diversidad de antena de la MS proporcionará dos señales con dos Relaciones Señal a Ruido (SNRs) diferentes al algoritmo de diversidad de la unidad terminal. Estas dos señales se pueden entonces combinar por algoritmos bien conocidos como la Combinación de Relación Máxima (MRC) o la Combinación de Ganancia Igual (EGC) u otros algoritmos tales como la Combinación de Selección (SC) o la Combinación Conmutada (SWC). En cualquier caso, en promedio, se proporciona una mejor SNR final por el esquema de diversidad por encima de la SNR media posible con un receptor de antena única.

La mejora de SNR con antenas de diversidad se realiza combinando o seleccionando las señales recibidas por las antenas de la MS (Antena 1 y 2). Si las señales de la MS recibidas fueran directamente de la BTS, el único ruido aditivo que entra en cada antena habría sido N_{ir1} y N_{ir2} respectivamente. Así que cada SNR de rama será entonces la relación entre la potencia de señal recibida (S_{ir}) y la potencia de ruido (N_{ir}). Sin embargo, en el caso donde las señales de la MS recibidas son de un repetidor, el repetidor ya ha añadido un nivel fijo e irreducible de potencia de ruido (N_r) a la señal transmitida por el repetidor (S_o), que es recibida por las antenas de la MS. Por lo tanto, independientemente de la ganancia de SNR de la diversidad espacial del receptor de la MS, la SNR de antena única (es decir, sin diversidad) del receptor del repetidor establece el límite de rendimiento máximo alcanzable con el repetidor en el enlace.

La señal “original” recibida del repetidor de la BTS (S_{io}), entra en la antena del repetidor con una sola SNR establecida por el ruido térmico aditivo que entra en el receptor (N_{io}) y el ruido eficaz del repetidor (N_e). Como la ganancia del repetidor (G) se aplica a la señal (S_{io}) y al ruido del repetidor (N_i+N_e), la ganancia del repetidor NO puede mejorar la SNR “original” del receptor de antena única. Por lo tanto, la señal repetida (S_o), que es recibida por la MS tendrá en el mejor de los casos la SNR de salida del repetidor, que es peor que la SNR de entrada del repetidor por la Figura de Ruido (NF) del repetidor.

De la discusión anterior está claro que un repetidor de antena única no puede proporcionar la ganancia posible con la diversidad espacial en el receptor móvil. La pérdida de ganancia de diversidad se ve agravada por las antenas direccionales de los repetidores convencionales, ya que la direccionalidad de la antena reduce o elimina los componentes de multi-trayecto de la señal recibida (o de transmisión), que reduce además la ganancia de diversidad en el extremo de recepción, ya sea en el lado de la BTS o de la MS.

La publicación europea número 1 642 167 describe un nodo de retransmisión para retransmitir una señal de transmisión desde un nodo fuente a un nodo objetivo de destino entre múltiples nodos fuente y múltiples nodos de destino.

Compendio

Según un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un repetidor de tres saltos de comunicaciones inalámbricas de entrada múltiple, salida múltiple como se establece en la reivindicación 1.

Según un segundo aspecto de la presente invención, se proporciona un método para repetir comunicaciones inalámbricas de entrada múltiple en un repetidor de tres saltos como se establece en la reivindicación 3.

En otro ejemplo, un método para repetir comunicaciones inalámbricas de entrada múltiple incluye la selección de una mejor señal de transmisión de una pluralidad de señales recibidas por antenas múltiples de un conjunto de primeras antenas, y la transmisión, en una sola antena, de la mejor señal de transmisión a una estación móvil. Se presenta también un método para mejorar una señal de estación transmisor-receptor base para repetir a una estación móvil, que tiene los pasos de adquirir un canal seleccionado de un número de canales comunes utilizados por la estación transmisor-receptor base, de recibir dos o más señales de rama de la estación transmisor-receptor base, y de estimar una respuesta de impulso del canal basada en el canal seleccionado para producir una respuesta estimada de impulso del canal para cada una de los dos o más señales de rama recibidas. El método para mejorar una señal de estación transmisor-receptor base para repetir a una estación móvil también incluye la combinación de las dos o más señales de rama recibidas después de corregir la señal de rama recibida por una respuesta respectiva de impulso del canal conjugada de cada rama del receptor, para producir una señal común para la transmisión a la estación móvil.

Se describe otro método para mejorar una señal recibida antes de repetir la señal mejorada desde un repetidor inalámbrico que tiene al menos diversidad de dos receptores. El método incluye la adquisición de la diferencia de fase relativa de las señales de rama recibidas mediante la correlación cruzada entre sí de las señales de rama recibidas, la corrección de la diferencia de fase entre las señales de rama recibidas, y la combinación de las dos o más señales de rama recibidas para producir una señal común para la transmisión.

En otros ejemplos, un método para mejorar una señal recibida antes de repetir la señal mejorada desde un repetidor inalámbrico que tiene al menos diversidad de dos receptores incluye los pasos de recibir las señales en al menos dos canales de rama asociados con al menos dos antenas receptoras del repetidor, de determinar una intensidad de señal de cada una de las señales recibidas, de seleccionar la señal que tiene una intensidad de señal mayor, y de transmitir la señal que tiene una intensidad de señal mayor en al menos una antena del servidor.

En otros ejemplos, se presenta un método para mejorar una señal recibida antes de repetir la señal mejorada desde un repetidor inalámbrico que tiene al menos diversidad de dos receptores. El método incluye los pasos de recibir señales en al menos dos canales de rama asociados con al menos dos antenas receptoras del repetidor, y de retardar las señales en al menos un canal de rama para producir diversidad de trayecto resoluble entre al menos los dos canales de rama. El método incluye además el paso de combinar linealmente las señales en un combinador para producir una señal combinada.

Los detalles de una o más realizaciones se exponen en los dibujos adjuntos y en la descripción a continuación. Otras características y ventajas serán evidentes de la descripción y los dibujos, y de las reivindicaciones.

Breve descripción de los dibujos

Estos y otros aspectos se describirán ahora en detalle con referencia a los siguientes dibujos.

La FIG. 1 muestra una estación móvil habilitada para ASD en comunicación con una Estación Transmisor-Receptor Base (BTS) a través de un repetidor convencional.

La FIG. 2 muestra una estación móvil habilitada para ASD con repetidor de diversidad.

La FIG. 3 muestra una estación móvil habilitada para ASD con repetidor de diversidad con enlace inalámbrico.

La FIG. 4 muestra una estación móvil habilitada para ASD con repetidor de diversidad de interruptor y de selección.

La FIG. 5 muestra un extremo del receptor del enlace descendente del repetidor de diversidad digital.

La FIG. 7 muestra un esquema de EGC de diversidad de banda ancha de dos ramas.

La FIG. 8 muestra un esquema de MRC de diversidad de banda ancha de dos ramas.

La FIG. 9 muestra un esquema de EGC de diversidad de banda estrecha de dos ramas.

La FIG. 10 muestra un esquema de MRC de diversidad de banda estrecha de dos ramas.

La FIG. 11 muestra un repetidor de MIMO de dos ramas.

Símbolos de referencia similares en los diversos dibujos indican elementos similares.

Descripción detallada

Este documento describe repetidores de entrada múltiple, salida múltiple que proporcionan ganancia de diversidad para un receptor de estación móvil (MS). La FIG. 2 muestra un repetidor 200 de diversidad que media las señales entre una MS y una estación transmisor-receptor base (BTS). Dos antenas donantes del repetidor (***Ant_{d1} & Ant_{d2}***) reciben dos señales diferentes que tienen una alta probabilidad de tener SNRs diferentes. Las SNRs de estas dos señales se conservan a través de la cadena del repetidor, hasta su retransmisión a través de las antenas del servidor del repetidor (***Ant_{s1} & Ant_{s2}***). Estas dos señales transmitidas se combinan entonces en el "aire" antes de llegar a las dos antenas receptoras de la MS (***Ant_1 & Ant_2***).

Aunque las dos señales se combinan en el aire (antes de entrar en las antenas), mientras la señal transmitida del repetidor con la SNR inferior se atenúa suficientemente, mientras tanto la señal transmitida del repetidor con la SNR mayor es recibida con potencia adecuada, al menos una de las dos antenas de la MS recibirá una señal de SNR alta, que más tarde se puede utilizar para obtener cierta ganancia de diversidad. Como el nivel de ganancia depende en gran medida de la composición de las señales transmitidas en las antenas receptoras, la probabilidad de ganancia de diversidad es ahora condicional y por lo tanto reducida en comparación con la ganancia posible sin el repetidor en la vía de comunicación. Sin embargo, este tipo de "repetidor de diversidad" (mostrado en la FIG. 2) ofrece cierta ganancia de diversidad a un alto coste, ya que ahora hay dos repetidores requeridos en lugar de uno.

En un repetidor de tres saltos tal como se discute en la solicitud de patente número WO2005025078 presentada el 3 de septiembre de 2003 por Mohebbi, donde hay un enlace inalámbrico (OFDM en la banda UNII) entre los extremos receptor y transmisor, cada dato de rama de diversidad se puede multiplexar en el mismo enlace inalámbrico. La FIG. 3 muestra un repetidor 300 de tres saltos. También se pueden emplear algoritmos tales como la Combinación de Selección (SC) o la Combinación Conmutada (SWC) para reducir la complejidad del repetidor, como se muestra en el repetidor 400 de diversidad en la FIG. 4. Mientras que el repetidor 400 de diversidad mostrado en la FIG. 4 puede tener menor complejidad que el repetidor 200 en la FIG. 2, y puede percibirse como inferior, no transmite la señal repetida con la SNR menor, que de otro modo podría constituir interferencia en el receptor móvil.

Con la aparición de los repetidores digitales (por ejemplo, el repetidor discutido en la solicitud de patente número WO2005025078), es posible introducir económicamente esquemas de procesamiento de señal más avanzados en el repetidor. En tales repetidores digitales, la señal de entrada a un repetidor se convierte primero a baja frecuencia en banda base y se muestrea para procesamiento digital, donde se pueden introducir nuevos y más avanzados algoritmos bien en unidades de procesamiento dedicadas o bien, en un motor de procesamiento de propósito general. La FIG. 5 muestra un ejemplo de un extremo receptor 500 del enlace descendente de un repetidor digital con diversidad espacial de antena.

La FIG. 6 muestra un repetidor 600 de diversidad para combinar la "diversidad de trayecto". En este repetidor 600 de diversidad, las señales recibidas en las ramas de diversidad se retardan una con respecto a la otra, antes de su combinación lineal (por ejemplo, la segunda rama en la FIG. 6 se retarda t segundos antes de combinarse con la rama 1). El retardo tiene que ser suficiente para generar una diversidad de trayecto resoluble que puede combinarse con un receptor de teléfono móvil (UE). Por ejemplo, para sistemas de WCDMA, este retardo (t) es más de la mitad de un chip (1/3,84e6 segundos) y menos de 20 μsegundos. Los sistemas móviles que tienen receptores de RAKE (tal como WCDMA) y/o los Ecualizadores (tal como GSM) pueden beneficiarse directamente de la diversidad de trayecto. Los sistemas que utilizan OFDM como su modulación se benefician indirectamente ya que el trayecto retardado cambiará la característica de desvanecimiento, de un desvanecimiento plano a uno selectivo en frecuencia, proporcionando cierta diversidad de frecuencia en el sistema. Este esquema también tiene la ventaja añadida de que los datos sobre el enlace de OFDM en la banda UNII, como se describe en la solicitud de patente número WO2005025078, donde hay un enlace inalámbrico de OFDM en la banda UNII entre las dos unidades del repetidor, no se incrementará por la segunda rama ya que los datos de las dos ramas se combinan. Aunque la FIG. 6 muestra un repetidor inalámbrico, el mismo principio se puede aplicar a los repetidores convencionales, o repetidores con conexión de cable.

Aunque puede ser posible para algunos sistemas, tal como los sistemas basados en GSM, adquirir la relación de fase entre las ramas de diversidad fácilmente, es más difícil para sistemas que utilizan modulación de espectro ensanchado como WCDMA y cdma2000. Por ejemplo en WCDMA, la señal que entra a un repetidor en el enlace descendente, puede ser de varias estaciones base con potencias comparables. También, la naturaleza del espectro ensanchado de la señal hace que sea difícil detectar cualquier fase o amplitud de forma fiable en la presencia de ruido, e incluso más difícil en la presencia de ruido e interferencia. Además, estos sistemas son normalmente de banda ancha, funcionando en un canal de dispersión en el tiempo, lo que hace que una simple detección de fase de la frecuencia de portadora no sea adecuada para una combinación de banda ancha.

Por lo tanto, para un sistema tal como WCDMA, el repetidor necesita adquirir las transmisiones de la BTS mediante la adquisición de uno de los canales de control comunes tal como el Canal de Sincronización Primario (P-SCH) o el Canal Piloto Común (CPICH). Una vez que se adquiere uno de estos canales (CPICH o P-SCH o S-SCH o cualquier otro canal de difusión común), es posible entonces estimar la respuesta de impulso del canal (es decir, estimaciones de canal) de cada una de las ramas de diversidad para una BTS dada (normalmente la más fuerte). Donde no se puede detectar ninguna clara BTS fuerte (es decir, en un región de transferencia blanda), se puede elegir

aleatoriamente una de las BTSs. También es posible detectar varias señales diferentes de la BTS en paralelo, y combinadas para una SNR máxima para cada una de las diferentes BTS por separado, antes de volver a combinar las señales combinadas de cada BTS para la transmisión final al móvil.

Utilizando el ejemplo de WCDMA, se requiere "estimación de canal" para cada rama del receptor del repetidor para una BTS dada. Una vez que se conoce la estación de canal para cada rama (h_1 y h_2 en la FIG. 7), se puede utilizar una línea de retardo de derivación (o un ecualizador a nivel de chip) para recoger toda la energía retardada en cada rama, antes de la combinación a nivel de chip de la señal con el esquema de MRC o de EGC. Un ejemplo de tal operación para la recepción de diversidad de dos ramas se muestra en la FIG. 7.

La FIG. 7 muestra una disposición 700 de diversidad de banda ancha de dos ramas, en la que un segmento de datos de cada rama se pasa primero a través de una línea de retardo de derivación con los coeficientes de derivación ajustados al canal respectivo de rama que estima el conjugado (h_1^* y h_2^* en la FIG. 7), antes de la operación de correlación cruzada. Las líneas de retardo de derivación recogerán toda la energía retardada en cada rama y proporcionarán la máxima SNR posible en cada rama. La salida de las líneas de retardo de derivación se correlaciona entonces de forma cruzada para establecer cualquier diferencia de fase residual que quede entre las dos ramas. Una vez que se establece la información de fase relativa, los datos de cada rama se pasan primero a través de una línea de retardo de derivación con los coeficientes de derivación ajustados al canal respectivo de rama que estima el conjugado (h_1^* y h_2^* en la FIG. 7), antes de corregir la diferencia de fase residual y la posterior combinación de las señales. El ejemplo anterior es para EGC. Sin embargo, estimando las amplitudes o SNRs relativas de las salidas de la línea de retardo de derivación antes del correlador, es posible realizar la combinación de MRC como se muestra en una disposición 800 de diversidad de banda ancha de dos ramas ilustrada en la FIG. 8.

Cuando la obtención de la estimación del canal no es posible y/o la dispersión de tiempo no es grande (por ejemplo, menos que una duración de chip en sistemas de WCDMA), el esquema de combinación mostrado en la FIG. 7 se puede reducir a una disposición 900 de diversidad de banda estrecha de dos ramas como se representa en la FIG. 9. El esquema de combinación mostrado en la FIG. 9 se puede utilizar, por ejemplo, en el enlace ascendente de un sistema de WCDMA con un repetidor de interior donde un solo móvil (o varios móviles) está en un entorno de interior con retardo de propagación de menos de 200 nanosegundos y con movimientos de canal muy lentos (es decir, tiempo de gran coherencia ~50 milisegundos). Pequeños segmentos de los datos (por ejemplo, 100 chips) se pueden correlacionar de forma cruzada de manera constante, para establecer las fases relativas de los dos (o cualquier número de) ramas.

Esta información se puede utilizar para combinar la señal de las dos ramas del receptor sin conocer ninguna otra información acerca de la señal y su contenido. La versión de MRC del esquema mostrado en la FIG. 9 se muestra en una disposición 1000 de diversidad de banda estrecha de dos ramas mostrada en la FIG. 10. Como antes, las estimaciones de la amplitud o SNR relativas se pueden utilizar para la combinación de MRC. Los esquemas de combinación de diversidad mostrados en las FIGS. 9 y 10 se pueden utilizar también en el enlace descendente del sistema móvil (en este ejemplo de WCDMA), con cierta pérdida de rendimiento en comparación con las versiones de banda ancha mostradas en las FIGS. 6 y 7 respectivamente.

Para un repetidor tal como el discutido en la solicitud de patente número WO2005025078, donde un mecanismo de Control de Ganancia Automático (AGC) controla la potencia de salida de la señal transmitida del repetidor, se debe tener cuidado para medir el nivel acoplado de señal preferiblemente antes del algoritmo de combinación, para incluir el efecto de la combinación sobre las señales acopladas.

Para sistemas basados en OFDM tal como WiMax (y LTE de WCDMA), la combinación puede llevarse a cabo bien como se ha discutido anteriormente en las FIGS. 5, 7, 8 u 9 en la señal recibida del dominio del tiempo, o bien en el dominio de la frecuencia en sub-portadoras. El preámbulo (o la secuencia de entrenamiento) de estos sistemas se puede utilizar para la estimación de canal en el dominio del tiempo. Por otra parte, el dominio de la frecuencia se puede basar bien en el preámbulo (o secuencia de entrenamiento) en el dominio de la frecuencia, y/o bien en las sub-portadoras "piloto" insertadas. El enfoque del dominio del tiempo presentará menos latencia de procesamiento, mientras que el enfoque del dominio de la frecuencia tendrá mejor rendimiento en canales de banda ancha con comportamiento selectivo de frecuencia, ya que la combinación se realiza a nivel de sub-portadora.

Aunque la discusión anterior se ha basado en repetidores y sistemas con recepción de Diversidad de Antena y combinación con algoritmos tales como MRC, EGC, SC y SWC, con alguna modificación se pueden aplicar los mismos esquemas novedosos a los repetidores y sistemas de MIMO. Los sistemas de MIMO utilizan normalmente secuencias de entrenamiento únicas y diferentes para cada una de la cadena del transmisor (salidas múltiples), que también son conocidas por el receptor. El receptor, que tiene toda la información requerida acerca de las secuencias de entrenamiento transmitidas (a priori), realiza la estimación de canal para todas las secuencias transmitidas en todas las ramas del receptor. Teniendo la estimación de canal en cada rama para cada antena de transmisión, se puede entonces utilizar un esquema de combinación tal como MRC o EGC para mejorar cada SNR de rama de transmisión en el lado del receptor. Cada rama de transmisión puede transmitir bien la misma información, proporcionando un enlace muy resistente, o bien puede transmitir diferentes flujos de datos, proporcionando velocidades de datos más altas que la posible con una sola antena de transmisión. Un repetidor que soporta MIMO

puede mediar entre la BTS y la MS con varias estrategias diferentes. Tomando nuevamente solo el enlace descendente para el ejemplo, el repetidor puede:

Primero, como se muestra y discute en la FIG. 2 (y 3), el repetidor puede repetir cada rama de MIMO independientemente y sin ninguna combinación, a la MS. En tal escenario, la MS utilizará su algoritmo de combinación para combinar la señal recibida para la mejor SNR posible. Como antes, el rendimiento de la señal recibida del repetidor con baja SNR puede limitar el rendimiento final y la ganancia de MIMO en la MS, ya que todas las señales transmitidas del repetidor se combinarán en el aire y llegarán a todas las antenas de la MS.

Segundo, como se muestra y discute en la FIG. 4, en el extremo receptor del repetidor, es posible detectar y estimar el RSSI (o estimaciones de canal o SNR para cada rama de transmisión) en cada rama del receptor del repetidor, y seleccionando un subconjunto de la señal recibida con el mejor RSSI (o SNRs) para la transmisión a la MS, proporcionar una señal con mejor SNR para el móvil.

Tercero, la FIG. 11 muestra los bloques 1100 de trayecto de datos y de combinación del enlace descendente para un repetidor de MIMO de dos ramas para un sistema de MIMO móvil de dos ramas. En esta disposición, cada secuencia de entrenamiento de la rama de transmisión de la BTS se utiliza para hacer una “estimación de canal” para una señal particular de rama de transmisión (S_{Tx_Branch}), en la rama del receptor del repetidor. Después de obtener todas las estimaciones de canal asociadas con todas las ramas de transmisión, la señal recibida de cada rama del receptor se “corrige” con la estimación de canal apropiada (de la misma rama del receptor) y se combina con la señal corregida de las otras ramas del receptor. Este proceso se repite para todas las señales de rama de transmisión (dos en este ejemplo). También es posible utilizar un subconjunto de las ramas de MIMO para la combinación y/o la transmisión. Después del proceso de combinación, cada rama del receptor (dos en este ejemplo) se amplifica entonces independientemente y pasa a través del repetidor a las ramas del transmisor del repetidor (dos en este ejemplo).

Para un repetidor tal como el discutido en la patente número WO2005025078, se debe tener cuidado al medir ambos acoplamientos de antena de recepción, y al tomar el acoplamiento mayor (la menor pérdida de trayecto) para el ajuste de la potencia de transmisión de ambas ramas del transmisor. Además, la potencia recibida de la señal transmitida acoplada se evalúa preferiblemente después de los algoritmos de combinación para incluir la ganancia de combinación en las señales acopladas.

Aunque algunas realizaciones se han descrito en detalle anteriormente, son posibles otras modificaciones. Por ejemplo, los expertos en la técnica entenderán que la novedosa idea anterior se puede aplicar a todos los sistemas de repetidores inalámbricos y móviles, entre los que se pueden mencionar GSM/GPRS/EDGE, cdma2000, TD-SCDMA, WCDMA, WiMax. Además, cualesquiera flujos lógicos descritos anteriormente no requieren ningún orden secuencial particular para conseguir resultados deseados. Otras realizaciones pueden estar dentro del alcance de las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un repetidor (1100) de tres saltos de comunicaciones inalámbricas de entrada múltiple, salida múltiple, comprendiendo el repetidor un extremo receptor y un extremo transmisor con un enlace inalámbrico entre el extremo receptor y el extremo transmisor, comprendiendo el extremo receptor:

al menos una primera y una segunda antenas receptoras del repetidor, cada una configurada para recibir las señales de rama de transmisión transmitidas desde cada rama de transmisión de un dispositivo de comunicación inalámbrico de salida múltiple;

una pluralidad de estimadores de canal, en donde cada estimador de canal está dedicado para una rama respectiva de transmisión y está conectado con un canal respectivo de rama del receptor conectado al menos a la primera o segunda antenas receptoras del repetidor, estando configurado cada estimador de canal para realizar la estimación de canal en una de las señales de rama de transmisión para producir una respuesta estimada de impulso del canal de la señal respectiva de rama de transmisión, siendo utilizada la salida de cada estimador de canal para una rama de transmisión dada para producir una señal de rama de transmisión corregida asociada con cada canal de rama del receptor; y

una pluralidad de combinadores, cada uno asociado con un canal de rama del receptor, para combinar la señal corregida de rama de transmisión con otras señales de rama de transmisión de otros canales de rama del receptor que han sido corregidas por sus estimadores respectivos de canal para la misma rama de transmisión, para producir señales corregidas combinadas de rama de transmisión,

comprendiendo el extremo transmisor una pluralidad de antenas transmisoras del repetidor,

en donde cada antena transmisora del repetidor se configura para transmitir una señal corregida combinada de rama de transmisión.

2. El repetidor de acuerdo con la reivindicación 1, en donde cada una de las señales de rama de transmisión incluye una secuencia de entrenamiento única para su uso por cada estimador de canal para realizar la estimación de canal en la señal asociada de rama de transmisión.

3. Un método para repetir comunicaciones inalámbricas de entrada múltiple en un repetidor (1100) de tres saltos, comprendiendo el repetidor un extremo receptor y un extremo transmisor con un enlace inalámbrico entre el extremo receptor y el extremo transmisor, comprendiendo el método:

recibir, en cada una de al menos la primera y segunda antenas receptoras del repetidor, señales de rama de transmisión de cada rama de transmisión de un dispositivo de comunicación inalámbrico de salida múltiple;

con cada uno de una pluralidad de estimadores de canal, cada uno dedicado para una rama respectiva de transmisión y conectado con un canal respectivo de rama del receptor conectado al menos a la primera o segunda antenas receptoras del repetidor, realizar una estimación de canal en una de las señales de rama de transmisión, para producir una respuesta estimada de impulso del canal de la señal respectiva de rama de transmisión;

utilizar la salida de cada estimador de canal para una rama de transmisión dada para producir una señal corregida de rama de transmisión asociada con cada canal de rama del receptor;

para cada canal de rama del receptor, combinar la señal corregida de rama de transmisión con otras señales de rama de transmisión de otros canales de rama del receptor que han sido corregidas por sus estimadores respectivos de canal para la misma rama de transmisión, para producir señales corregidas combinadas de rama de transmisión; y

en cada antena transmisora del repetidor, transmitir una señal corregida combinada de rama de transmisión.

4. El método de acuerdo con la reivindicación 3, en donde la realización de una estimación de canal comprende:

estimar una respuesta de impulso del canal para producir una respuesta estimada de impulso del canal para cada una de las señales de rama recibidas; y

en donde producir una señal corregida de rama de transmisión comprende la corrección de la señal de rama recibida por una respuesta respectiva de impulso del canal conjugada de cada rama del receptor.

5. El método de acuerdo con la reivindicación 4, que comprende además la adquisición de un canal seleccionado de un número de canales comunes utilizados por el dispositivo de comunicación inalámbrico, en donde la estimación de la respuesta de impulso del canal se basa en el canal seleccionado, incluyendo el canal seleccionado al menos uno de un canal piloto, uno de difusión, y uno de control.

6. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 3 a 5, que comprende además:

la adquisición de la diferencia de fase relativa de las señales de rama recibidas mediante la correlación cruzada entre sí de las señales de rama recibidas,

en donde producir una señal corregida de rama de transmisión comprende la corrección de la diferencia de fase entre las señales de rama recibidas.

7. El método de acuerdo con la reivindicación 6, que comprende además la extracción de una amplitud relativa de las señales de rama recibidas y su utilización con las fases relativas respectivas para la combinación de Relación Máxima de las señales de rama recibidas.

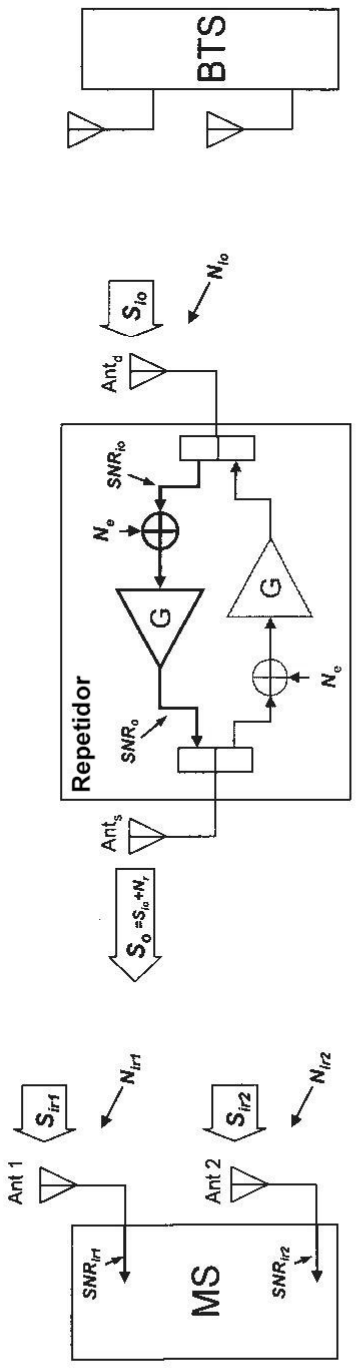
BTS
S_{io}
N_{io}
Ant_d
SNR_{io}
N_e
G
G
Repetidor
SNR_o
N_e
Ant_s
$S_o = S_{io} + N_r$
S_{ir1}
N_{ir1}
S_{ir2}
N_{ir2}
Ant 1
Ant 2
SNR_{ir1}
MS
SNR_{ir2}

FIG. 1

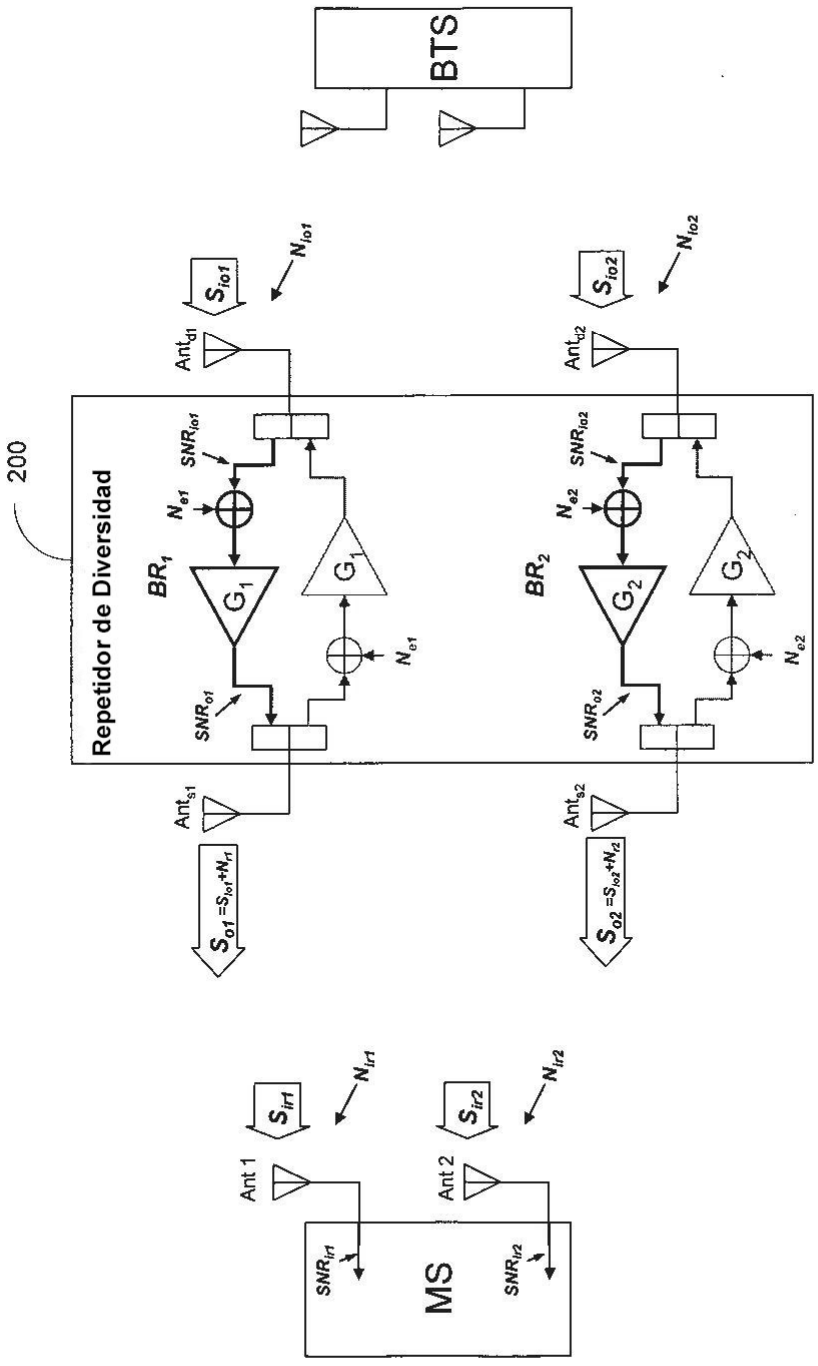

FIG. 2

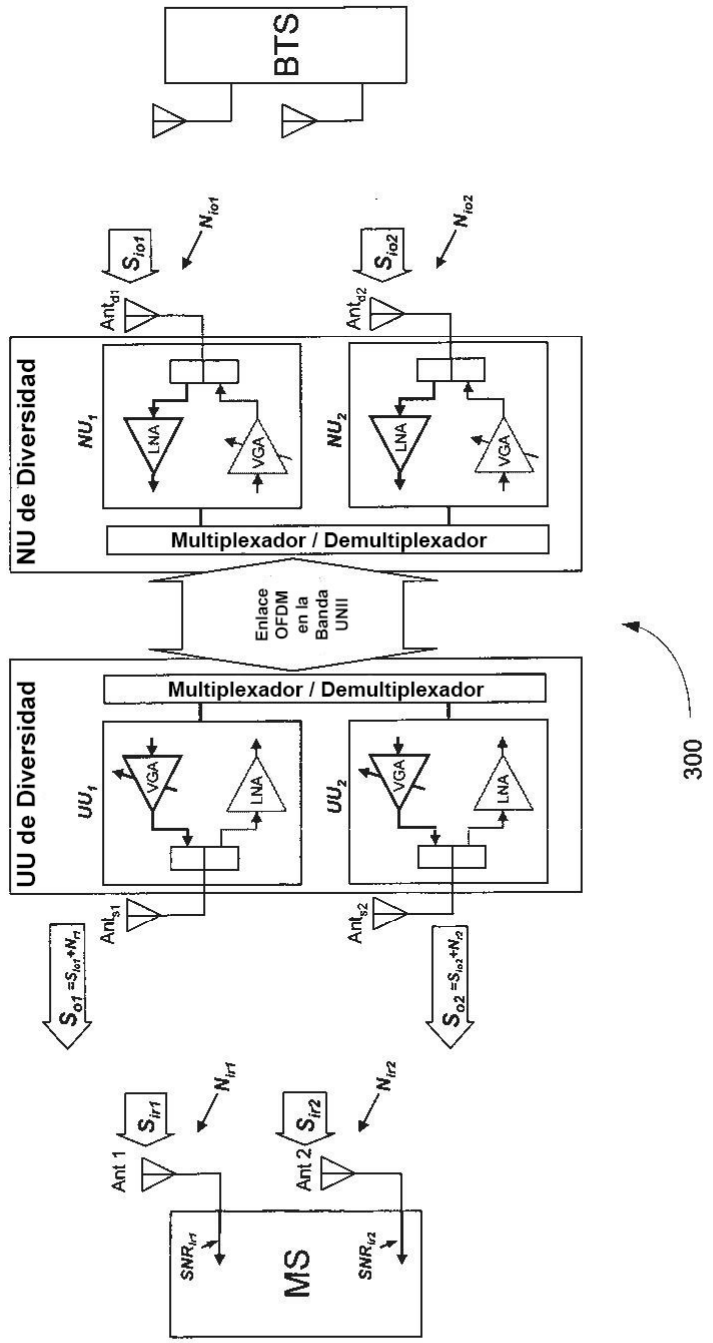
BTS
NU de Diversidad
Multiplexador / Demultiplexador
Enlace OFDM en la Banda UNII
UU de Diversidad
Multiplexador / Demultiplexador
LNA
VGA
MS
Ant 1
Ant 2
300

FIG. 3

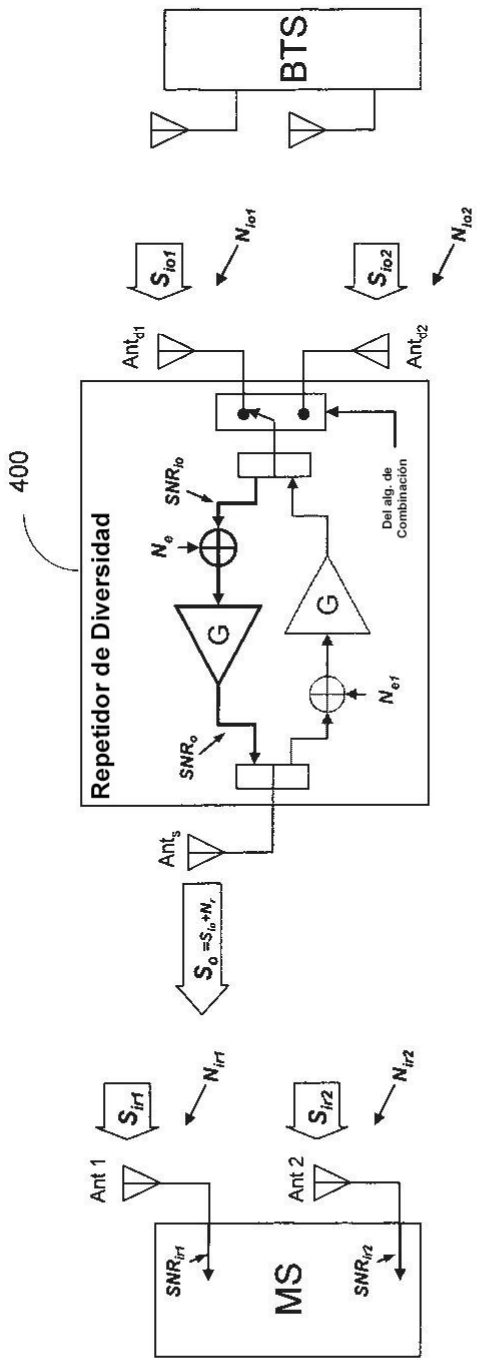
BTS
S_{io1}
N_{io1}
S_{io2}
N_{io2}
Ant_{d1}
Ant_{d2}
400
Repetidor de Diversidad
SNR_{io}
N_e
G
G
Del alg. de Combinación
N_{e1}
SNR_o
Ant_s
$S_o = S_{io} + N_e$
S_{ir1}
N_{ir1}
S_{ir2}
N_{ir2}
Ant 1
Ant 2
SNR_{ir1}
MS
SNR_{ir2}

FIG. 4

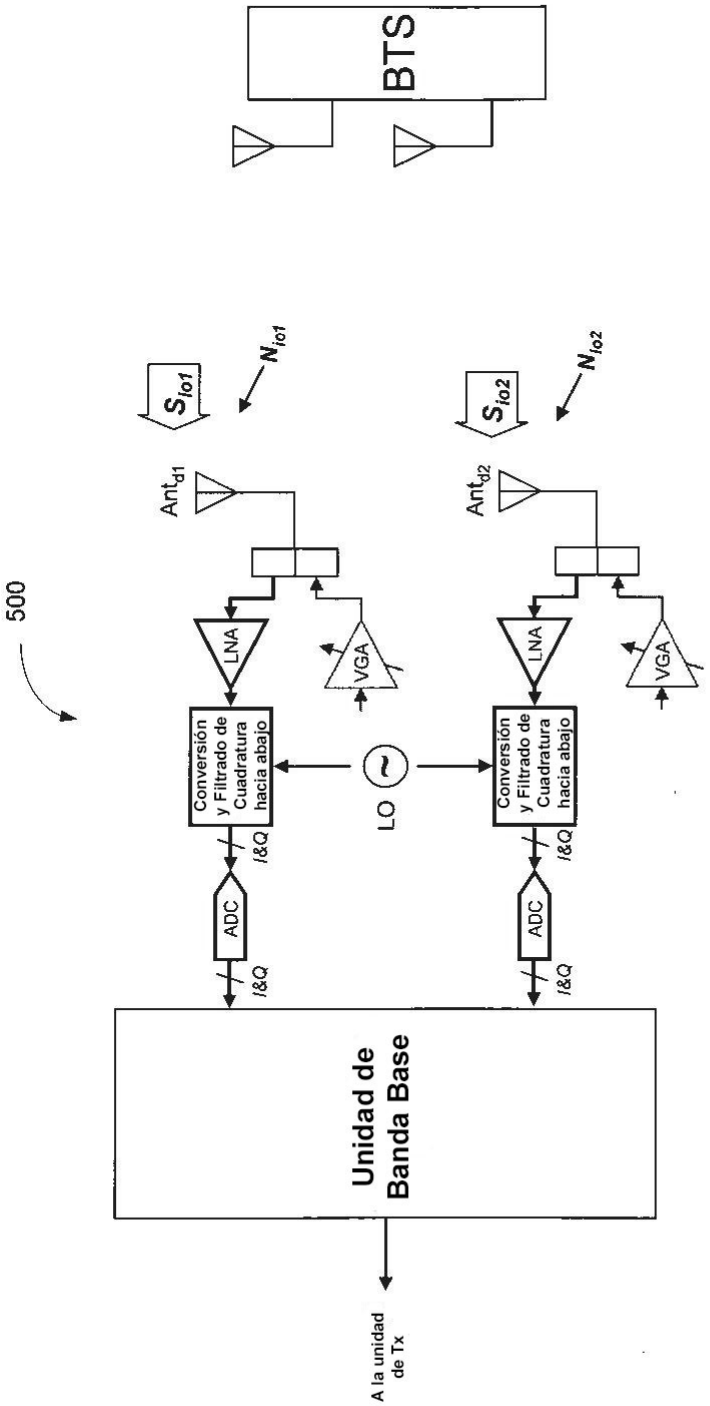
BTS
500
S_{io1}
N_{io1}
S_{io2}
N_{io2}
Ant_{d1}
Ant_{d2}
LNA
VGA
LNA
VGA
Conversión y Filtrado de Cuadratura hacia abajo
Conversión y Filtrado de Cuadratura hacia abajo
LO
I&Q
I&Q
ADC
ADC
I&Q
I&Q
Unidad de Banda Base
A la unidad de Tx

FIG. 5

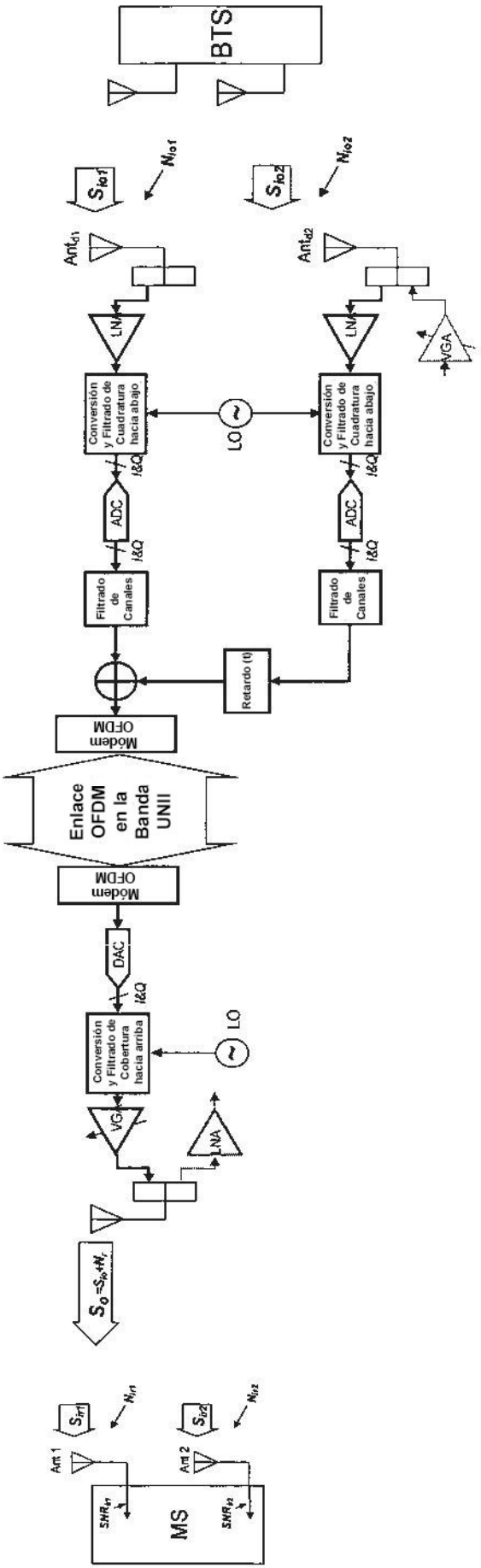
BTS
LNA
VGA
LO
Conversión y Filtrado de Cuadratura hacia abajo
I&Q
ADC
Filtrado de Canales
Retardo (t)
Módem OFDM
Enlace OFDM en la Banda UNII
DAC
Conversión y Filtrado de Cobertura hacia arriba
MS

FIG. 6

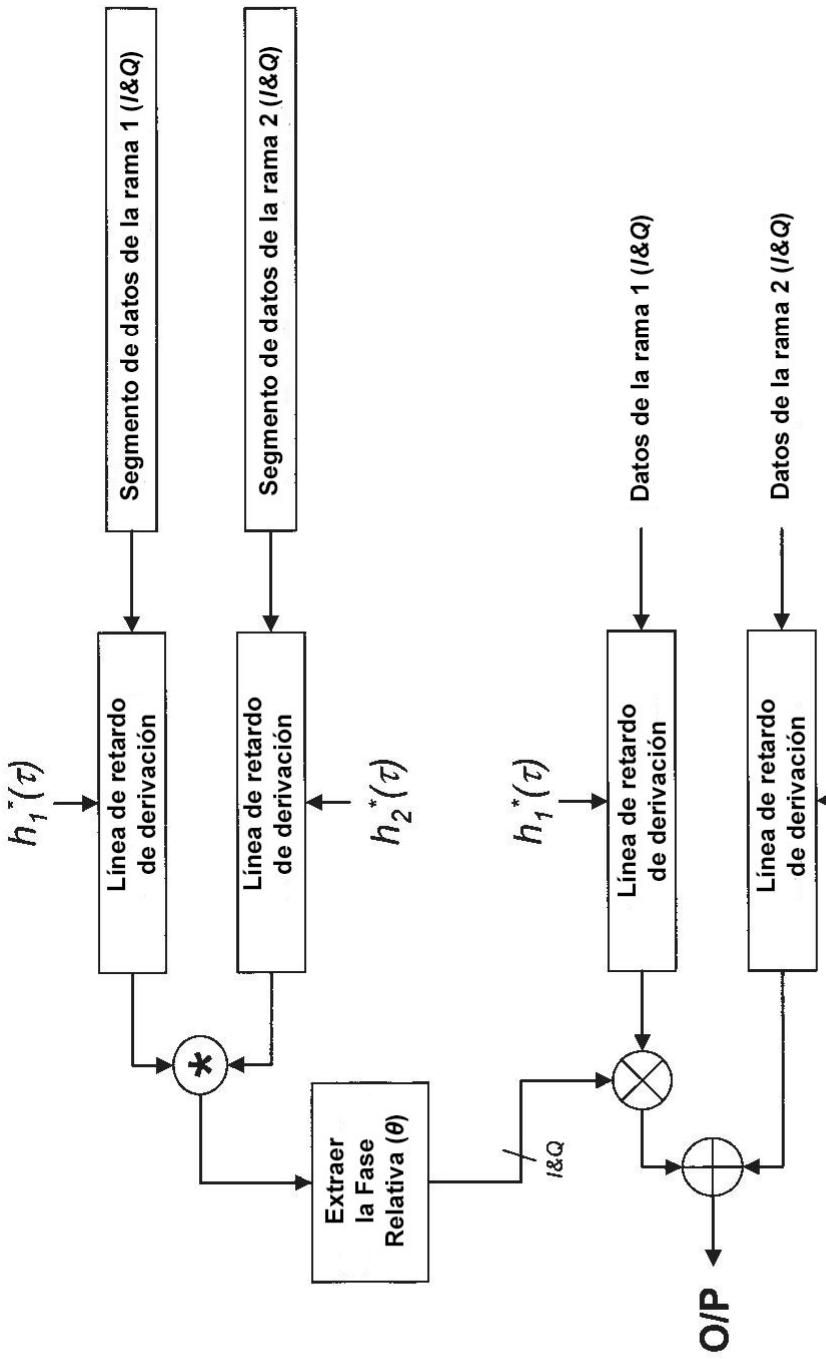
Segmento de datos de la rama 1 (I&Q)
Segmento de datos de la rama 2 (I&Q)
Datos de la rama 1 (I&Q)
Datos de la rama 2 (I&Q)
Línea de retardo de derivación
Línea de retardo de derivación
Línea de retardo de derivación
Línea de retardo de derivación
$h_1^*(\tau)$
$h_2^*(\tau)$
$h_1^*(\tau)$
$h_2^*(\tau)$
Extraer la Fase Relativa (θ)
I&Q
O/P
700

FIG. 7

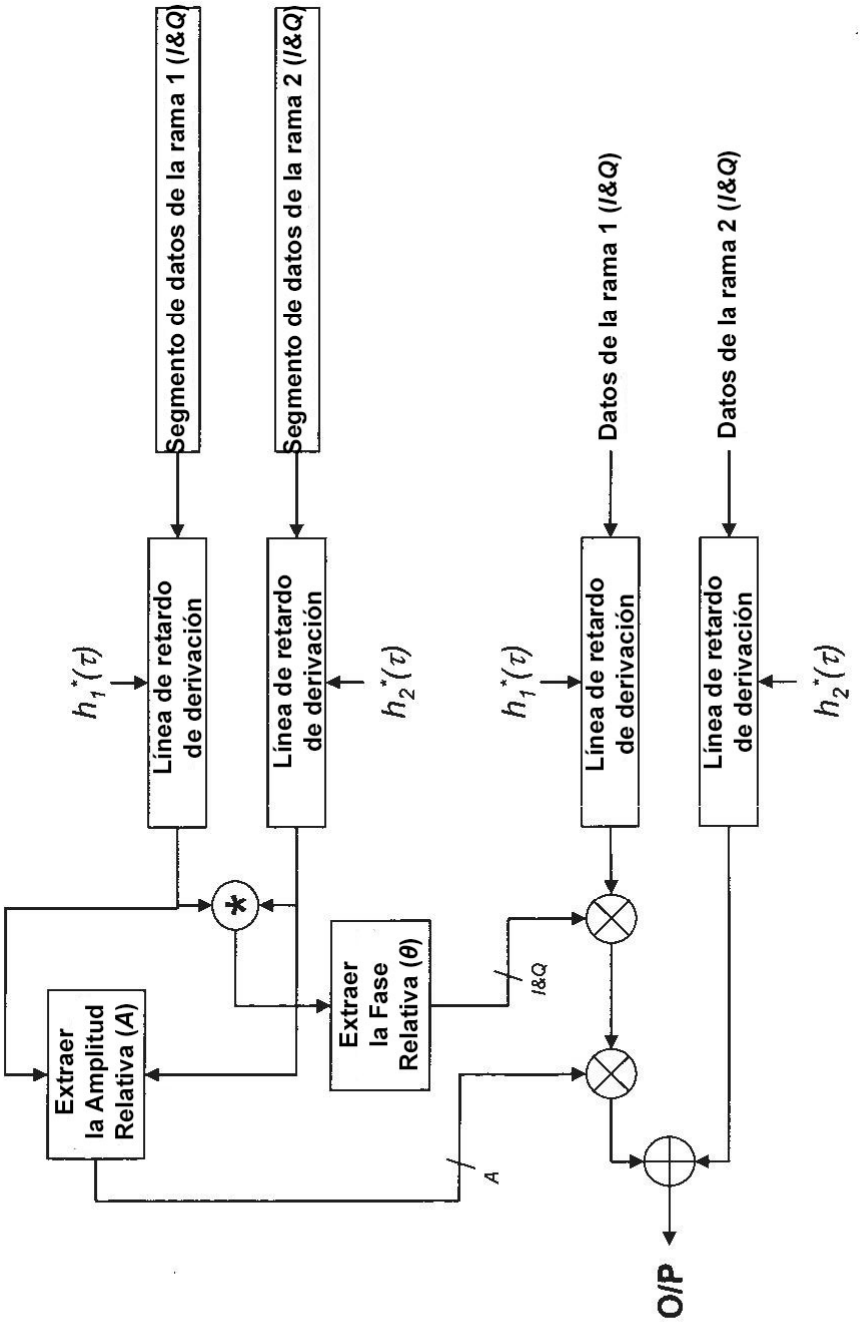
Segmento de datos de la rama 1 (I&Q)
Segmento de datos de la rama 2 (I&Q)
Datos de la rama 1 (I&Q)
Datos de la rama 2 (I&Q)
Línea de retardo de derivación
Línea de retardo de derivación
Línea de retardo de derivación
Línea de retardo de derivación
$h_1^*(\tau)$
$h_2^*(\tau)$
$h_1^*(\tau)$
$h_2^*(\tau)$
*
Extraer la Amplitud Relativa (A)
Extraer la Fase Relativa (θ)
I&Q
A
O/P
800

FIG. 8

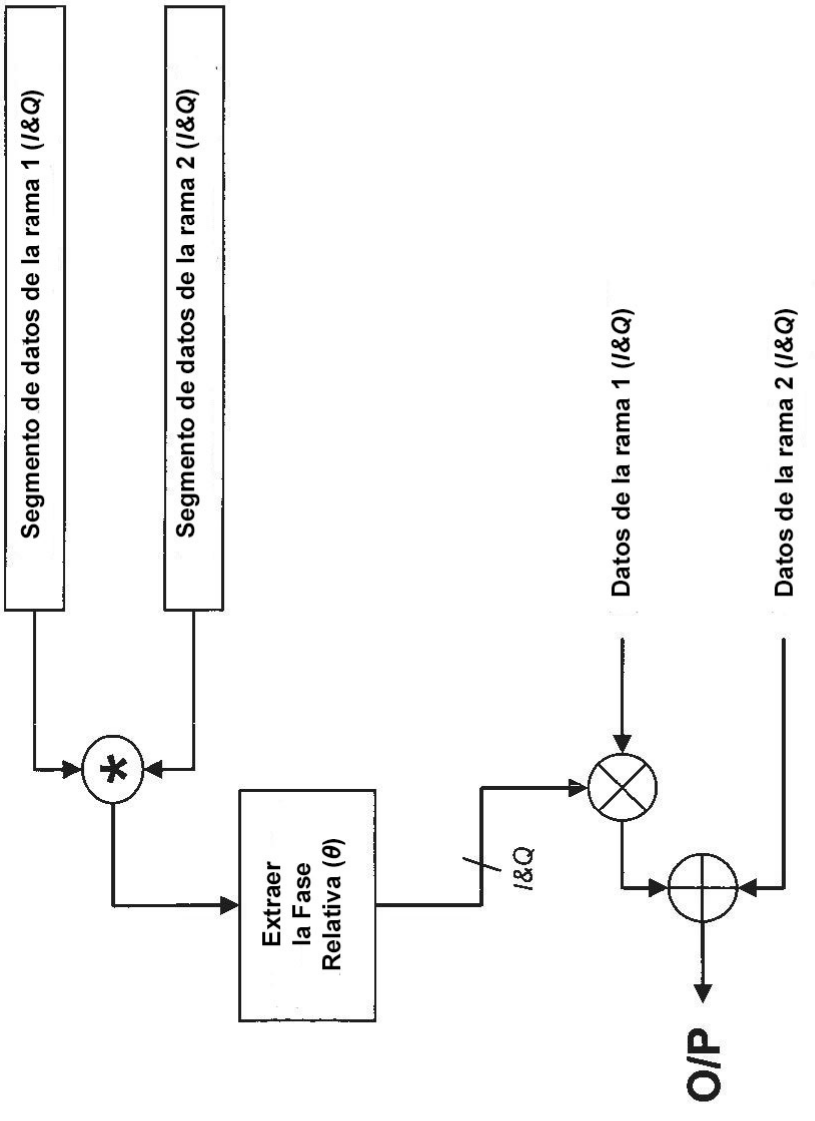
Segmento de datos de la rama 1 (I&Q)
Segmento de datos de la rama 2 (I&Q)
*
Extraer la Fase Relativa (θ)
I&Q
Datos de la rama 1 (I&Q)
Datos de la rama 2 (I&Q)
O/P
900

FIG. 9

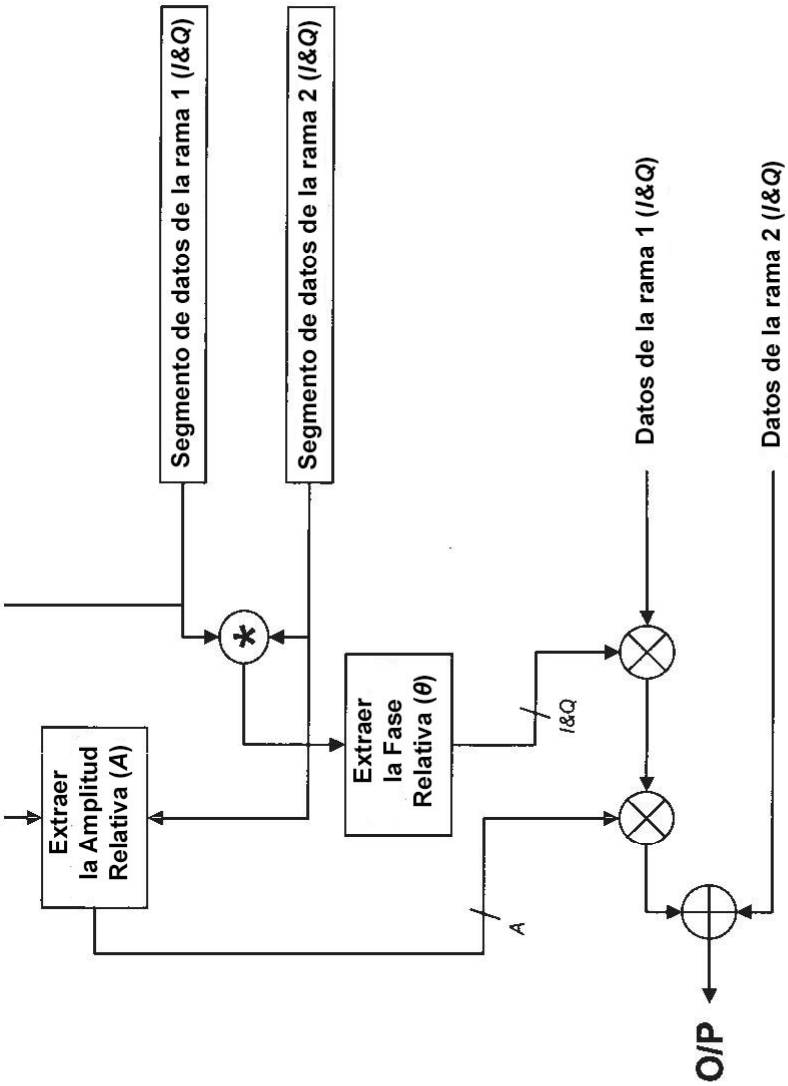
Segmento de datos de la rama 1 (I&Q)
Segmento de datos de la rama 2 (I&Q)
Extraer la Amplitud Relativa (A)
Extraer la Fase Relativa (θ)
I&Q
A
Datos de la rama 1 (I&Q)
Datos de la rama 2 (I&Q)
O/P
1000

FIG. 10

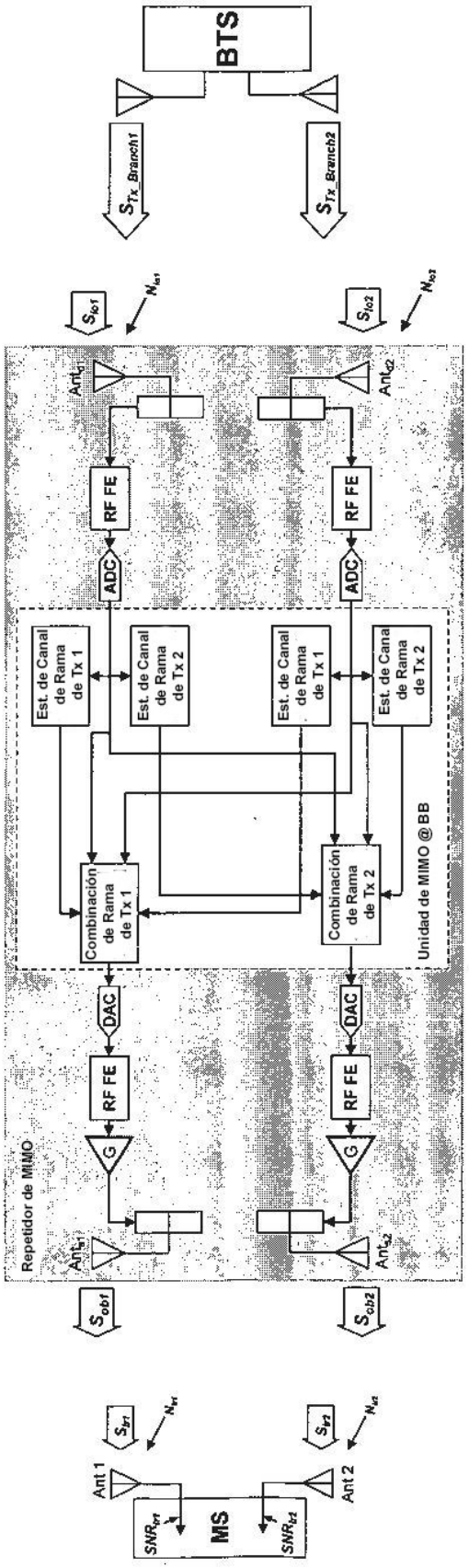
BTS
$S_{Tx_Branch1}$
$S_{Tx_Branch2}$
S_{ot1}
N_{ot1}
S_{ot2}
N_{ot2}
Ant_{o1}
Ant_{o2}
RF FE
RF FE
ADC
ADC
Est. de Canal de Rama de Tx 1
Est. de Canal de Rama de Tx 2
Est. de Canal de Rama de Tx 1
Est. de Cana de Rama de Tx 2
Combinación de Rama de Tx 1
Combinación de Rama de Tx 2
Unidad de MIMO @ BB
DAC
DAC
RF FE
RF FE
G
G
Repetidor de MIMO
Ant_{r1}
Ant_{r2}
S_{ob1}
S_{ob2}
S_{r1}
N_{r1}
S_{r2}
N_{r2}
Ant 1
Ant 2
SNR_{r1}
MS
SNR_{r2}
1100

FIG. 11