

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 667 008**

51 Int. Cl.:

**H01Q 1/26** (2006.01)

**H04B 7/00** (2006.01)

**H01Q 1/24** (2006.01)

**H04B 7/04** (2007.01)

**H04B 7/10** (2007.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.03.2012 PCT/US2012/030418**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.10.2012 WO12135056**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.03.2012 E 12765944 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.01.2018 EP 2689493**

54 Título: **Método y aparato para supresión de polarización cruzada de radiación de antena**

30 Prioridad:

**25.03.2011 US 201161467915 P**

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

**09.05.2018**

73 Titular/es:

**QUINTEL TECHNOLOGY LIMITED (100.0%)**

**2 Temple Back East**

**Temple Quay Bristol BS1 6EG, GB**

72 Inventor/es:

**BARKER, DAVID EDWIN;**

**PIAZZA, DAVID SAM y**

**NEWBOLD, STEPHEN THOMAS**

74 Agente/Representante:

**RIZZO, Sergio**

ES 2 667 008 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**

Método y aparato para supresión de polarización cruzada de radiación de antena

5 **[0001]** La presente exposición se refiere en general al campo de las comunicaciones celulares y, de forma más específica, se refiere a la maximización de la discriminación por polarización cruzada de una antena de polarización cruzada ortogonal dual.

ANTECEDENTES

10 **[0002]** La discriminación por polarización cruzada (XPD) de un elemento de antena o sistema de antenas es una medición de la capacidad del sistema para radiar sobre su polarización prevista y no en su polarización ortogonal (o cruzada). La potencia radiada en la polarización ortogonal (y, por consiguiente, la degradación del rendimiento de la XPD) puede estar causada por varios factores entre los que se incluyen la radiación de la red de alimentación corporativa, la radiación de la red de unión/balún de alimentación corporativa/del elemento, el hecho de que se utilice una forma cruzada o de X para el elemento o los elementos polarizado(s) dual(es) (y, por consiguiente, la existencia de acoplamiento mutuo a una estructura radiante polarizada ortogonal dentro del campo cercano), el armazón, el acoplamiento mutuo a otros sistemas de radiación cercanos y el hecho de que el funcionamiento de la banda ancha de un elemento a menudo implica un grosor de la estructura radiante (o la desviación del elemento radiante inclinado puro). Además, los sistemas de antenas que están diseñados para proporcionar inclinación eléctrica variable (VET) pueden mostrar un rendimiento de XPD variable debido a la fase variable y los componentes de acoplamiento mutuo resultantes entre los elementos del sistema. De forma similar, en el terminal móvil, la antena a menudo necesita presentar una capacidad multibanda o de banda ancha y la existencia de objetos físicos próximos dentro del rango de acoplamiento del campo cercano de la antena de polarización cruzada tal como una mano de un usuario también degradará el rendimiento de la XPD.

25 **[0003]** Por tanto, una buena XPD puede resultar un ejercicio de optimización difícil al diseñar antenas para una operación multibanda, de gran ancho de banda y con VET, para antenas de estación de base. Las antenas VET de banda ancha/multibanda comerciales pueden lograr una XPD <15 dB en el eje de alineación que disminuye lejos del eje de alineación. US 2003/179137 da a conocer un sistema de antena y un método asociado capaz de proporcionar un aislamiento de polarización cruzada mejorado.

SUMARIO

30 **[0004]** La invención proporciona un sistema y un método como se establece en las reivindicaciones adjuntas.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

**[0005]** La enseñanza de la presente exposición puede comprenderse fácilmente considerando la siguiente descripción detallada junto con los dibujos adjuntos, en los que:

- 35 La figura 1 muestra una red de acoplamiento cruzado según un ejemplo de la exposición;
- La figura 2 muestra un sumario de XPD de antena con y sin acoplamiento cruzado propuesto según la presente exposición;
- La figura 3 representa un ejemplo que presenta una red de acoplamiento cruzado aplicada después de la amplificación de potencia y antes de la conexión a la antena de polarización cruzada polar dual;
- 40 La figura 4 representa un ejemplo que presenta una red de acoplamiento cruzado aplicada después de la amplificación de potencia y antes de las etapas de duplexado;
- La figura 5 representa un ejemplo que presenta una red de acoplamiento cruzado aplicada después de la amplificación de potencia y antes de la conexión a la antena de polarización cruzada polar dual utilizando acopladores direccionales;
- 45 La figura 6 representa un ejemplo que presenta una red de acoplamiento cruzado aplicada en etapas de RF de baja potencia dentro de la sección de RF de la estación de base;
- La figura 7 ilustra un ejemplo que presenta una red de acoplamiento cruzado aplicada en la banda base entre las secciones de procesamiento de RF y de procesamiento de la banda base de un sistema de estación de base;
- 50 La figura 8 ilustra un modo de realización que presenta una red de acoplamiento cruzado aplicada dentro de la banda base sobre canales individuales dentro de un sistema de estación de base;

La figura 9 ilustra un ejemplo que presenta una red de acoplamiento cruzado aplicada en el sistema de estación de base celular para permitir una coexistencia mejorada de los sistemas inalámbricos utilizando polarizaciones ortogonales.

5 **[0006]** Con el fin de facilitar la comprensión, se han utilizado números de referencia idénticos, cuando ha sido posible, para designar elementos idénticos que son comunes en las figuras.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

10 **[0007]** La presente exposición proporciona una técnica de supresión de polarización cruzada que puede utilizarse con un amplio y diverso rango de diseños de antenas físicas, un amplio ancho de banda, un amplio rango de ángulos de acimut y ángulos de inclinación. En un modo de realización, la presente exposición resulta particularmente beneficiosa para incluirse en la fabricación de antenas a gran escala y para utilizarse en canales de radio no dispersivos donde la antena, en lugar del canal radioeléctrico, puede limitar la XPD. Optimizar la XPD de la antena de la estación de base asegura un fuerte aislamiento de rama de múltiples entradas - múltiples salidas (MIMO) en canales de radio no dispersivos en los que se puede maximizar el rendimiento de las MIMO.

15 **[0008]** Muchos operadores móviles están explotando actualmente o buscan explotar tecnología de antena de múltiples entradas - múltiples salidas (MIMO) para mejorar la capacidad y la eficiencia espectral. Por ejemplo, las tecnologías de acceso radio que utilizan MIMO incluyen tecnologías Evolved High-Speed Packet Access (HSPA+), Long Term Evolution (LTE), LTE-Advanced y la familia de Interoperabilidad Mundial para Acceso por Microondas (WiMax). Las técnicas de antena múltiple o MIMO pueden abarcar 20 varios modos de funcionamiento que incluyen multiplexación espacial, diversidad de transmisión y formación de haz, pero, cuando se habla de MIMO, se asocia más normalmente a la multiplexación espacial. Para conseguir una configuración MIMO se requieren al menos 2 antenas en cada extremo de un enlace de comunicación; por ello esto se denomina configuración 2x2 MIMO. Muchos sistemas de antenas de estación de base móvil celular pueden emplear sistemas de antenas de polarización cruzada (polarización X) que 25 utilizan elementos de antena de polarización X dispuestos en sistemas polarizados lineales inclinados +45° e inclinados -45° para proporcionar dos sistemas de antenas dentro del mismo volumen. Los dispositivos de terminales móviles MIMO también pueden emplear una antena de polarización X, para lograr una eficiencia de volumen/tamaño. Los sistemas de antenas de estación de base pueden presentarse como antenas multibanda donde un número de sistemas de antenas de polarización X están próximos entre sí y 30 comparten el mismo radomo y armazón de antena. Además, cada sistema de polarización X en una antena puede diseñarse para funcionar sobre un amplio rango de frecuencias para proveer funcionamiento en muchas bandas de espectro móvil/celular.

35 **[0009]** El rendimiento o eficiencia espectral de un enlace MIMO multiplexado espacial que utiliza antenas de polarización X depende de varios factores entre los que se incluyen el factor Ricean K del canal radioeléctrico (es decir, una medición de la línea de mira (LoS) del enlace), la calidad del canal (C/I), la discriminación por polarización cruzada (XPD) del enlace (es decir, una medición del carácter de despolarización) y la correlación del subcanal (es decir, una medición de la decorrelación de la rama MIMO y el desequilibrio de potencia).

40 **[0010]** La XPD del enlace es una medición del aislamiento entre las ramas MIMO y se caracteriza generalmente por la despolarización experimentada en el canal radioeléctrico. La XPD disminuye al disminuir el factor Ricean K, es decir, cuando hay una mayor oportunidad multitrayecto en el canal radioeléctrico y, en particular, a medida que disminuyen los trayectos radioeléctricos de la línea de mira. Como resultado, la XPD disminuye en general al aumentar el rango. Cuando se experimentan condiciones de XPD bajas o 45 pobres, entonces las MIMO de multiplexación espacial no pueden ser posibles debido a un aislamiento de rama MIMO insuficiente, y las MIMO deben depender de la decorrelación del trayecto múltiple entre las ramas MIMO. Sin embargo, en condiciones de propagación de la línea de mira o próximas a la línea de mira, típicas cuando un terminal móvil se encuentra cerca de una estación de base, entonces se experimenta una buena o alta XPD del canal radioeléctrico y puede ser, por ejemplo, normalmente 20 dB. Esto significa que si se utiliza una antena de polarización X, entonces cada rama MIMO está 50 razonablemente bien aislada y, por consiguiente, puede soportar multiplexación espacial donde cada rama estaría limitada a un C/I de 20 dB. Sin embargo, resulta importante reconocer que la XPD del enlace general también se ve influida por las características de la XPD de la antena. Si la antena de la estación de base o la antena del terminal presenta una XPD pobre, entonces la XPD del enlace MIMO general se encontrará «limitada por la antena» en lugar de «limitada por el canal radioeléctrico». Por ello, resulta ventajoso que las 55 antenas presenten un rendimiento de XPD bueno o alto con el fin de poder mantener comunicaciones MIMO de multiplexación espacial cerca de la estación de base en entornos radioeléctricos de la línea de mira.

**[0011]** En particular, la presente exposición aprovecha el conocimiento del rendimiento de polarización cruzada nativo de la antena (es decir, mediante mediciones). Muchas antenas de estación de base se caracterizan por mediciones, en cuanto a ganancia y componente de polarización cruzada para un amplio

rango de acimuts, inclinaciones y frecuencias de funcionamiento. La presente exposición utiliza el conocimiento de dichas mediciones de polarización cruzada del rendimiento de polarización cruzada nativo para conseguir una supresión adecuada de los componentes de polarización cruzada.

5 **[0012]** Los operadores de banda ancha móvil, los vendedores de estaciones de base, los vendedores de antenas y los vendedores de amplificadores de potencia pueden beneficiarse de la presente exposición en la medida en que los modos de realización de la presente exposición aseguran que la XPD de un enlace de comunicación está limitado por el canal radioeléctrico y no por la antena. Debido a la demanda de capacidad explosiva que está experimentando la banda ancha móvil, los operadores móviles y los vendedores de equipos que suministran a los operadores buscan mejorar la eficiencia espectral. Esto  
10 incluye proporcionar un mayor rendimiento de ancho de banda, más bandas espectrales (a medida que el dividendo digital y el espectro de espacios en blanco estén disponibles) y redes de mayor densidad topológica (para lograr una reutilización del espectro geográfico más ajustada). Las antenas multibanda y las antenas más amplias colocan los límites del diseño en el rendimiento de la XPD inherente, y el hecho de que la densidad de la red aumente significa que la probabilidad de las condiciones del canal radioeléctrico  
15 de la línea de mira (LoS) aumentará, lo que a su vez significa que el canal radioeléctrico presenta una XPD alta.

**[0013]** En varios ejemplos, la presente exposición se aplica en aplicaciones no MIMO. Una de estas aplicaciones es mitigar la interferencia del canal adyacente y permitir un uso del espectro adacente más ajustado entre dos usuarios del espectro adyacente. Por ejemplo, en Europa el espectro del dividendo digital propuesto para la banda ancha móvil es de 791-862 MHz, y las emisoras de televisión digital terrestre son adyacentes utilizando el espectro de 470-790 MHz. Se puede demostrar que las transmisiones desde estaciones de base móviles cercanas (enlace descendente) que ocupan el espectro por debajo de 791 MHz pueden causar interferencia de canales adyacentes en los receptores de televisión domésticos cercanos que estén sintonizados a las emisiones de televisión que ocupan el espectro de hasta 790MHz. Esto se  
20 debe a que la selectividad de canal adyacente (ACS) de los receptores de televisión domésticos solo pueden ofrecer normalmente una relación de protección de 30 dB entre la emisión de televisión deseada y la señal del canal adyacente no deseada. Si la emisión de televisión está utilizando una polarización lineal (p. ej., polarización horizontal), entonces en un modo de realización la interferencia de canal adyacente se mitiga mediante la transmisión a la estación de base móvil utilizando la polarización ortogonal (p. ej., polarización vertical). Se supone que la antena con polarización vertical presenta una excelente XPD, ya sea porque la antena es un sistema polarizado único bien diseñado o, de hecho, porque utiliza una técnica de supresión de polarización cruzada como se describe en el presente documento. Se supone además que los receptores de televisión cercanos utilizan antenas Yagi de tejado direccionales polarizadas de forma lineal y horizontal que presentan un canal radioeléctrico de línea de mira (LoS) y, por tanto, el canal radioeléctrico presenta una XPD muy alta. Esta técnica de mitigación puede ofrecer una protección de canal adyacente adicional de muchos dB debido al rendimiento de la XPD de las antenas de tejado de tipo Yagi domésticas, y limitada por el mismo, pero puede no ofrecer suficiente margen adicional para asegurar que se suprima por completo la interferencia de canal adyacente. Sin embargo, si la estación de base también transmite una transmisión horizontalmente polarizada desde un sistema de antenas horizontalmente  
30 polarizado colocado pero separado en fase inversa y en un nivel en relación con la transmisión de enlace descendente de la estación de base verticalmente polarizada, entonces el componente de polarización cruzada de la transmisión vertical se anula o se suprime sustancialmente en las antenas de tejado domésticas. Esta aplicación puede proporcionar entonces hasta 30 dB de XPD efectiva para la señal de la estación de base móvil en la antena doméstica y, por tanto, proporcionar una relación de un total de protección de 60 dB junto con la ACS del receptor de televisión.  
35  
40  
45

**[0014]** Esta aplicación es diferente a la aplicación de MIMO, pero incluye la misma característica de radiar intencionadamente una señal ortogonalmente polarizada de manera que esta se anule vectorialmente con el componente de polarización cruzada inherente en la antena fuente o antena de recepción del enlace de comunicación.

50 **[0015]** En un modo de realización, la presente exposición proporciona una técnica de supresión de polarización cruzada que puede utilizarse con un amplio y diverso rango de diseños de antenas físicas, un amplio ancho de banda, un amplio rango de ángulos de acimut y ángulos de inclinación. Por ejemplo, un modo de realización de la presente exposición maximiza la XPD de una antena de polarización cruzada lineal dual mediante una red de acoplamiento cruzado entre las ramas MIMO de la estación de base antes  
55 de la conexión a la antena de la estación de base. Se utiliza una red de acoplamiento cruzado para combinar cada señal de rama MIMO con una copia de fase inversa (desfasada) atenuada de la otra señal de rama MIMO. La cantidad de atenuación para cada rama será equivalente a la supresión de polarización cruzada requerida para cada sistema de antenas. El acoplamiento cruzado puede aplicarse en diferentes etapas del procesamiento de la señal dentro de una estación de base.

60 **[0016]** La figura 1 representa el método y la estructura funcional del acoplamiento cruzado utilizando componentes de desfasaje, combinación y división de RF. Como se muestra en la figura 1, la rama MIMO 1,

110, se aplica al puerto A de la red de acoplamiento cruzado 100. La rama MIMO 1 se divide en dos componentes de señal de diferente potencia mediante el divisor 101A. La rama MIMO 2, 120 se aplica al puerto B de la red de acoplamiento cruzado 100, que se divide en dos componentes de señal de diferente potencia mediante el divisor 101B. El primer componente de señal 112A de la rama MIMO 1 (una señal de componentes no retardada) se conecta a un primer puerto del combinador de señales de potencia asimétrica de 2 puertos 102A. El segundo componente de señal 112B de la rama MIMO 1 presenta un retardo de fase por el desfasador variable 104 para crear una señal de fase inversa sostenible (una señal de componentes retardada) con respecto al primer componente de señal de la rama MIMO 1, y está conectado a un puerto del combinador de señales de potencia asimétrica de 2 puertos 102B. De forma similar, el primer componente de señal 114A (una señal de componentes no retardada) de la rama MIMO 2 se conecta a un segundo puerto del combinador de señales de potencia asimétrica de 2 puertos 102B. El segundo componente de señal 114B de la rama MIMO 2 presenta un retardo de fase mediante un desfasador variable 103 para crear una señal de fase inversa sostenible (una señal de componentes no retardada) con respecto al primer componente de señal de la rama MIMO 2, y está conectado a un puerto del combinador de señales de potencia asimétrica de 2 puertos 102A. La señal combinada en el puerto A' en la salida del combinador de 2 puertos 102A se compone de la rama MIMO 1 y una copia de fase inversa atenuada de la rama MIMO 2. La señal combinada en el puerto B' en la salida del combinador de 2 puertos 102B se compone de la rama MIMO 2 y una copia de fase inversa atenuada de la rama MIMO 1.

**[0017]** En un modo de realización, los divisores (101A, 101B) y los combinadores (102A, 102B) presentan división y combinación de potencia variable, respectivamente, para permitir la sintonización y la optimización de la red de acoplamiento cruzado. En un modo de realización, los desfasadores presentan una longitud de línea fija para crear un desfase estático. En otro modo de realización, los desfasadores son desfasadores variables para permitir la sintonización y la optimización de la red de acoplamiento cruzado. Las antenas de polarización cruzada pueden presentar un carácter de XPD inherente variable con ángulo de acimut, inclinación y frecuencia de funcionamiento. Por tanto, se prefiere tener estos parámetros de potencia y fase variables con el fin de maximizar la XPD en los rangos de frecuencia, inclinación y acimut deseados. En un modo de realización, la atenuación y el desfase son continuamente variables o incluyen parámetros adaptables que pueden ajustarse en función de cómo varía el carácter de la XPD de la antena de polarización cruzada con diferentes frecuencias e inclinaciones (antenas de estación de base) a través del ancho de banda de funcionamiento de la antena. Por ello, el enlace MIMO está limitado por la XPD del canal radioeléctrico y no por la XPD de la antena, lo que mitiga algunas restricciones de diseño de la antena y garantiza que se maximice el enlace MIMO para eficacia espectral.

**[0018]** La figura 2 ilustra mejoras de rendimiento de la XPD de la antena alcanzables utilizando modos de realización de la presente exposición (p. ej., utilizando una red de acoplamiento cruzado como se muestra en la figura 1). Como se muestra en la figura 2, el gráfico superior 210 representa la XPD como una función del ángulo acimut entre -60 grados y +60 grados (línea discontinua 211). Cabe destacar el rendimiento de la XPD más bien pobre en el ángulo acimut del eje de alineación o alrededor del mismo donde la XPD es inferior a 20 dB entre -30 grados y +30 grados. La curva sólida 212 representa el rendimiento de la XPD de la antena después de la implementación de los modos de realización de la presente exposición, donde se ha ajustado la red de acoplamiento cruzado para proporcionar un rendimiento óptimo de la XPD alrededor del eje de alineación.

**[0019]** El cuadro central 220 de la figura 2 ilustra el mismo rendimiento de XPD, pero ahora con la red de acoplamiento cruzado (p.ej., la red de acoplamiento cruzado de la figura 1) optimizada para un rendimiento de la XPD máximo a un ángulo acimut de +30 grados (curva sólida 222).

**[0020]** El cuadro inferior 230 de la figura 2 ilustra el rendimiento de XPD compuesto 232 en todos los ángulos acimut después de aplicar el acoplamiento cruzado optimizado (p. ej., utilizando la red de acoplamiento cruzado de la figura 1) en intervalos de 10 grados. Este cuadro inferior ilustra que se puede conseguir una XPD >20 dB para todos los ángulos acimut. Cabe destacar que se ha aplicado un ajuste del acoplamiento cruzado relativamente basto al llegar a los resultados de la figura 2, utilizando etapas de atenuación de 1 dB dentro del dispositivo de acoplamiento cruzado (p. ej., la red de acoplamiento cruzado de la figura 1). Se puede mostrar que con un ajuste de etapa de resolución de amplitud de 1 dB en la función de acoplamiento cruzado se permitirá como mínimo una mejora de 10 dB del rendimiento de la XPD de la antena, en función de los análisis de errores de cuantificación. Es probable que una resolución más precisa del ajuste de amplitud muestre una mejora de la XPD aún mayor. La figura 2 ilustra la forma en la que puede optimizarse la XPD en función del ángulo acimut. Se aplica un enfoque similar (pero no se ilustra en aras de claridad) para una XPD optimizada sobre diferentes ángulos de inclinación y para diferentes frecuencias dentro del ancho de banda de la antena. En un modo de realización, la presente exposición genera una señal que está «predistorsionada» por un inverso del componente de polarización cruzada inherente anticipado de la antena, antes de la radiación real por la antena.

**[0021]** Según los modos de realización de la presente exposición, se pueden aplicar elementos de antena y técnicas de construcción de sistemas convencionales, especialmente para plataformas multisistema y/o de

banda ancha, lo que puede dar como resultado un rendimiento modesto de la XPD de la antena nativa. Los ejemplos de la presente exposición permiten que incluso un sistema de antenas con una XPD modesta o pobre presente un buen/excelente rendimiento de XPD de la antena y proporcione un medio para optimizar el rendimiento de la XPD para diferentes ángulos de inclinación de haz y rangos de frecuencia. Además, los modos de realización de la presente exposición descritos a continuación pueden aplicarse de forma externa (no invasiva) a cualquier antena de polarización cruzada existente (con rendimiento de XPD modesto) con el fin de mejorar el rendimiento de la XPD de la antena.

**[0022]** Asimismo, ejemplos de la presente exposición aplicados a una RF de potencia baja, o banda base, logran un rendimiento de XPD de la antena mejorado; permitiendo de esta manera conseguir soluciones sin pérdidas. Además, los modos de realización de la presente invención aplicados en banda base a canales de información independientes logran un rendimiento de XPD de la antena consistente y fuerte sobre todos los ángulos acimut.

**[0023]** En varios ejemplos, la red de acoplamiento cruzado (p. ej., la red de acoplamiento cruzado de la figura 1) puede aplicarse en una RF de alta potencia, una RF de baja potencia (es decir, antes de la amplificación de potencia), en cualquier etapa de IF, en banda base (es decir, antes de la conversión ascendente de RF y la amplificación), o a nivel de canal independiente de banda base individual (es decir, antes de la multiplexación de múltiples canales de información en una señal de banda base compuesta), como se describe en los diversos modos de realización a continuación. Dependiendo de dónde se aplique la red de acoplamiento cruzado, esta ofrecerá diferentes beneficios. A continuación se describen los beneficios de cada aplicación con referencia un modo de realización de la estación de base.

Ejemplo 1: Acoplamiento cruzado aplicado entre la estación de base y la antena:

**[0024]** La figura 3 ilustra una estación de base de radio celular que comprende una sección de procesamiento de banda base (200) y una sección de procesamiento de RF (300) que presenta dos puertos de RF de antena (401A, 401B). La figura 3 también ilustra un sistema de antenas 500 que presenta puertos de conexión de antena (501A, 501B) de un sistema de antenas de polarización cruzada. En un ejemplo, como se muestra de forma esquemática en la figura 3, se aplica un módulo o función de acoplamiento cruzado (100) como se muestra anteriormente en la figura 1 en una configuración de estación de base después de los módulos de estación de base (p. ej., sección de procesamiento de banda base de la estación de base 200 y sección de procesamiento de RF de la estación de base 300) y antes de la conexión a la antena de polarización cruzada (500), donde se ajusta/diseña una red de acoplamiento cruzado para maximizar la XPD sobre el rango deseado o más importante de ángulos acimut, inclinaciones eléctricas y frecuencias. Cabe destacar que las secciones o módulos de la estación de base (a los que se hará referencia de forma colectiva como una estación de base) solo se proporcionan como una ilustración y no deben interpretarse como una limitación de la presente exposición. Las estaciones de base de otras configuraciones o con funciones diferentes se encuentran dentro del alcance de la presente exposición. Dicho de otro modo, los diversos componentes o funciones de la estación de base se proporcionan simplemente para dar un contexto en cuanto al despliegue o localización relativa de la red de acoplamiento cruzado de la figura 1, como se describe en varios ejemplos que se analizan en la presente exposición.

**[0025]** Volviendo a la figura 3, dado que la potencia se divide en la red de acoplamiento cruzado (100) en los divisores 101A y 101B será en general muy asimétrica, entonces los niveles de potencia absolutos resultantes en las señales de componente que contienen los desfases pueden ser pequeños. Por tanto, los componentes de desfase, en un modo de realización, pueden ser dispositivos de estado sólido en lugar de dispositivos de desfase mecánicos. Cuando la red de acoplamiento cruzado se aplica según este ejemplo (p. ej., a una RF de potencia alta) entonces se requerirán dispositivos de división y combinación de RF pasivos, que pueden introducir algunas pérdidas pasivas pequeñas. Sin embargo, el beneficio de este ejemplo significa que la solución puede aplicarse de forma externa entre el equipo de estación de base existente y la antena y, por tanto, puede aplicarse de forma externa a la estación de base.

Ejemplo 2: Acoplamiento cruzado aplicado entre los amplificadores de potencia y el duplexado:

**[0026]** En otro ejemplo, como se muestra de forma esquemática en la figura 4, la red de acoplamiento cruzado (100) como se muestra anteriormente en la figura 1 se aplica después de los amplificadores de potencia (360A, 360B), pero antes de cualquier etapa de duplexado Tx/Rx (370A, 370B) dentro de la sección de RF de la estación de base (300). En este ejemplo, pueden implementarse redes de acoplamiento cruzado de trayecto Tx y Rx independientes. Los canales de RF de transmisión y recepción en los sistemas de estación de base de dúplex por división de frecuencia (FDD) son normalmente Tx/Rx duplexados (370A, 370B) dentro de la sección de RF de la estación de base (300), donde los canales Tx y Rx se podrían separar de frecuencia de forma considerable y esto llevaría a diferentes características de XPD de la antena para las frecuencias Tx y Rx. Este ejemplo permite redes de acoplamiento cruzado independientes y ajustar los trayectos Tx y Rx. En aras de claridad, la figura 4 solo muestra la red de acoplamiento cruzado aplicada

en el trayecto Tx. Sin embargo, existirá una disposición similar para el trayecto Rx o, de forma alternativa, presentará solo una red de acoplamiento cruzado Tx o Rx.

Ejemplo 3: Acoplamiento cruzado aplicado entre la estación de base y la antena utilizando dispositivos de acoplamiento direccionales:

- 5 **[0027]** Otro ejemplo, como se muestra de forma esquemática en la figura 5, utiliza una red de acoplamiento cruzado (100A) que presenta dispositivos de acoplamiento de potencia direccionales (111A, 112A, 111B, 112B) para llevar a cabo las funciones de división y recombinación de potencia de la red de acoplamiento cruzado. Esta red de acoplamiento cruzado (100A) es un ejemplo alternativo de la red de acoplamiento cruzado (100) de la figura 1. Los canales de RF de transmisión y recepción en los sistemas de estación de base de dúplex por división de frecuencia (FDD) son normalmente Tx/Rx duplexados dentro de la estación de base, donde los canales Tx y Rx se podrían separar de frecuencia de forma considerable y esto llevaría a diferentes características de XPD de la antena para las frecuencias Tx y Rx. Este modo de realización permite redes de acoplamiento cruzado independientes y ajustar los trayectos Tx y Rx. Dicho de otro modo, se pueden aplicar dos redes de acoplamiento cruzado, donde ambas redes de acoplamiento cruzado comparten los mismos componentes de división y combinación que son acopladores de RF direccionales para permitir un acoplamiento cruzado independiente y separado para los canales de enlace descendente (transmisión) y los canales de enlace ascendente (recepción) de la estación de base.

Ejemplo 4: Acoplamiento cruzado aplicado entre la RF de baja potencia y la amplificación de potencia:

- 20 **[0028]** En otro ejemplo adicional, como se muestra de forma esquemática en la figura 6, la red de acoplamiento cruzado (100) como se muestra anteriormente en la figura 1 se aplica antes de las etapas de amplificador de potencia (360A, 360B), dentro de una sección de RF de la estación de base (300). Esto reduce el acoplamiento de potencia de RF entre los puertos de antena con respecto a los ejemplos anteriores y permite funciones de desfasaje y división/combinación de potencia variable de estado sólido completas dentro de la red de acoplamiento cruzado (100). En un ejemplo, cuando se aplica la red de acoplamiento cruzado a una RF de baja potencia (p. ej., antes de la amplificación de potencia), se utilizan desfasadores y dispositivos de acoplamiento de RF más pequeños, con el beneficio añadido de que se puede explotar el desfasaje electrónico (en lugar del acoplamiento mecánico). Esta aplicación requiere la aplicación de una red de acoplamiento cruzado en las etapas de preamplificación del amplificador de potencia de la estación de base.

- 30 Ejemplo 5: Acoplamiento cruzado aplicado entre la banda base y la conversión ascendente de RF:

- 35 **[0029]** Un ejemplo adicional, como se muestra de forma esquemática en la figura 7, aplica la red de acoplamiento cruzado (100) como se muestra anteriormente en la figura 1 en la salida de una sección de banda base (200) de un sistema de estación de base, y antes de la sección de RF (300). Esto permite lograr una implementación totalmente digital como procesamiento algorítmico en, por ejemplo, *hardware* de procesamiento de señales digitales. Por tanto, en un ejemplo, la red de acoplamiento cruzado (100) se implementa en un *hardware* de DSP.

- 40 **[0030]** Como se muestra en el ejemplo de la figura 7, la función de acoplamiento cruzado (100) realiza un acoplamiento cruzado como se representa de forma esquemática en la figura 1. Sin embargo, cabe destacar que en la banda base, no se usarían en realidad dispositivos/componentes físicos de división y desfasaje. En un ejemplo, cuando se aplica la red de acoplamiento cruzado en la banda base, se aplica inversión de fase y atenuación como parte del procesamiento de señales digitales de la banda base como una simple sustracción ponderada por rama MIMO. Esto significa que no se necesitan componentes adicionales, solo etapas de procesamiento de señales digitales adicionales.

- 45 **[0031]** Todos los ejemplos anteriores pretenden crear un resultado similar; cada señal MIMO radiada de cada polarización ortogonal de la antena de polarización cruzada comprende entonces: (1) la señal de la rama MIMO deseada en la polarización lineal deseada más (2) un componente de polarización cruzada que presenta una potencia relativa de -XPD dB más (3) un componente de polarización cruzada de fase inversa que presenta una potencia relativa de -XPD dB; donde XPD es el rendimiento de discriminación por polarización cruzada del sistema a esa frecuencia, ángulo acimut y ángulo de inclinación. Los dos últimos componentes radiados se anularán en fase y, por tanto, la antena mostrará un rendimiento co-polar casi perfecto en el campo lejano.

Modo de realización 6: Acoplamiento cruzado aplicado dentro del procesamiento de la banda base sobre canales individuales:

- 55 **[0032]** Otro modo de realización adicional, como se muestra de forma esquemática en la figura 8, aplica acoplamiento cruzado (mostrado por separado como 1001, 1002 y 1003) dentro de la sección de procesamiento de la banda base (200) de un sistema de estación de base, y se aplica sobre canales de información individuales múltiples. En LTE o LTE-Advanced, por ejemplo, diferentes canales de información

asociados a diferentes suscriptores, o diferentes canales de celdas comunes, se mapean a diferentes bloques de recursos físicos (PRB). A modo de ejemplo, en todas las figuras anteriores 3-7, la etapa de procesamiento de banda base (200) se muestra para procesamiento de enlace descendente LTE solo en aras de claridad. Los bloques de recursos físicos de LTE son ubicaciones de subtonos de multiplexación por división de frecuencias ortogonales (OFDM) en frecuencia y tiempo. La sección de procesamiento de banda base de enlace descendente (200) de un sistema de estación de base para LTE consiste en múltiples etapas de procesamiento que incluyen; aleatorización, mapeo de modulación, mapeo de capa, precodificación, mapeo de elementos de recurso y modulación de OFDM. Este modo de realización permite la supresión de XPD a una resolución por PRB y, por consiguiente, una resolución de señal de comunicación, canal, o por usuario móvil, independiente, dado que diferentes usuarios utilizarán diferentes PRB en diferentes momentos y estos usuarios pueden estar en diferentes ángulos acimutales, ángulos de inclinación de haz y frecuencias (OFDM) dentro del ancho de banda de enlace descendente colectivo del sistema de comunicación. En este modo de realización, el acoplamiento cruzado puede aplicarse en diferentes etapas de procesamiento dentro de la sección de procesamiento de banda base (200) pero, en un modo de realización, se implementa de la forma más adecuada como parte del proceso de precodificación, como se ilustra en la figura 8.

**[0033]** De forma específica, la figura 8 representa una ilustración ampliada de una función de procesamiento de banda base de estación de base de LTE (200) para mostrar múltiples canales de información (pueden ser varios canales, se muestran tres canales, en aras de claridad solamente) asociados a diferentes datos (p. ej., datos de usuario). Cada canal se procesa de forma independiente hasta la etapa de mapeo de elementos de recurso dentro de una implementación de LTE. La etapa de mapeo de elementos de recurso asigna diferentes PRB a diferentes canales de información en LTE. En el modo de realización representado en la figura 8, la función de acoplamiento cruzado presenta tres etapas de procesamiento diferentes (1001, 1002, 1003) después de las respectivas etapas de precodificación.

**[0034]** La red o función de acoplamiento cruzado para cada canal (1001, 1002, 1003) realiza acoplamiento cruzado como se representa de forma esquemática en la figura 1, aunque en la banda base, no se utilizarían en realidad dispositivos/componentes físicos de división y desfase. Cuando se aplica la red de acoplamiento cruzado en el nivel de canal lógico de la banda base (p. ej., resolución de nivel de usuario), entonces en un modo de realización se aplica inversión de fase y atenuación como parte del procesamiento de señales digitales de la banda base como una simple sustracción ponderada por rama MIMO, por canal específico de usuario. La ventaja añadida en esta aplicación es que puede suprimirse la polarización cruzada por usuario móvil. La XPD de la antena variará en función del ángulo acimut, normalmente un máximo en el eje de alineación. Si se conoce información sobre el ángulo acimutal con respecto a los usuarios móviles a los que sirve la antena, y se conoce la XPD de la antena en función del acimut, entonces en un modo de realización se utiliza la red de acoplamiento cruzado para suprimir la polarización cruzada de forma consistente a través de la celda de estación base a la que sirve la antena.

Ejemplo 7: Acoplamiento cruzado aplicado para mitigar la interferencia entre sistemas:

**[0035]** En ejemplos adicionales, la presente exposición se utiliza para mejorar la coexistencia de sistemas inalámbricos con el fin de reducir la interferencia entre sistemas donde cada sistema inalámbrico utiliza polarizaciones ortogonales, utilizando el mismo espectro de radio o uno próximo y muy cerca físicamente entre sí.

**[0036]** Por ejemplo, como se representa de forma esquemática en la figura 9, una estación de base radio celular que comprende una sección de procesamiento de banda base (200) y una sección de procesamiento de RF (300) presenta dos puertos RF de antena (401A, 401B) que se conectan a dos antenas polarizadas duales (500A, 500B) cada una con sistemas polarizados vertical (V) y horizontal (H) mediante dispositivos de acoplamiento cruzado (150A, 150B). Los dos puertos de estación de base (401A, 401B) pueden por ejemplo asociarse a una estación de base de LTE que suministra dos ramas MIMO.

**[0037]** Considerando uno de dispositivos de acoplamiento cruzado (150A), este toma una señal de entrada de RF procedente del puerto de la estación de base (401A) y divide la misma en dos señales de componente mediante el divisor (151) de diferente amplitud y aplica una inversión de fase mediante el desfaseador (153) a una señal de componentes. El divisor (151) y el desfaseador (153) pueden ser dispositivos continuamente variables para permitir una división de potencia y un desfase variables, respectivamente para ajustar el dispositivo de acoplamiento cruzado (150A). Las dos señales de componente resultantes (A', B') del dispositivo de acoplamiento cruzado se aplican entonces a los puertos  $V_n$  y  $H_n$  de la antena 500A. La intención es suministrar la mayor parte de la potencia de RF al sistema verticalmente polarizado en la antena 500A y una pequeña señal de componentes de fase inversa al sistema horizontalmente polarizado en la antena 500A.

**[0038]** Se aplica la misma disposición a la segunda antena (500B). Por tanto, el sistema de la estación de base de la figura 9 está configurado para suministrar comunicaciones celulares mediante dos sistemas de



antenas verticalmente polarizadas espacialmente separadas (p. ej., para permitir la operación de diversidad y MIMO de multiplexación espacial) a terminales móviles celulares. En la figura 9 se muestra uno de estos terminales móviles celulares como equipo de usuario (700), p. ej., un teléfono móvil, un teléfono inteligente y similares.

5 **[0039]** En un modo de realización, el sistema celular ocupa y transmite en el espectro radioeléctrico en el rango de 791-801 MHz. Además, un sistema de emisión de televisión digital coexiste utilizando un espectro adyacente hasta 790MHz. El servicio de televisión digital se recibe mediante una antena Yagi de tejado doméstica (950) que, a su vez, está conectada a un receptor de televisión digital (900) y un monitor de televisión (800). El servicio de televisión digital funciona utilizando polarización horizontal. La antena yagi  
10 (950) presentará un rendimiento de XPD característico (normalmente 15 dB).

**[0040]** Sin los dispositivos de acoplamiento cruzado, la antena Yagi recibiría el servicio de TV digital horizontalmente polarizado deseado y una señal de estación de base celular verticalmente polarizada no deseada; convirtiéndose la última señal a potencia de RF en el receptor de TV (900) debido a la XPD de la antena limitada de la Yagi (950). En el caso en el que el transmisor de emisión de TV digital sea muy  
15 distante y/o la estación de base celular esté próxima a la antena Yagi, puede no haber suficiente XPD V/H y aislamiento de canal adyacente para proteger la recepción del servicio de TV.

**[0041]** Por tanto, en un modo de realización, la aplicación de la disposición de acoplamiento cruzado en las antenas de la estación de base radia intencionadamente pequeñas versiones de fase inversa horizontalmente polarizadas de las dos señales de estación de base verticalmente polarizadas en un nivel  
20 que cuando se recibieran en la antena Yagi se anularían vectorialmente con las dos señales verticalmente polarizadas procedentes de la estación de base celular en la Yagi. Si la antena Yagi presenta una XPD de 15 dB, entonces la señal horizontalmente polarizada de fase inversa radiada de forma intencionada debería ser 15 dB más baja que las señales de la estación de base celular verticalmente polarizadas.

**[0042]** Este modo de realización depende de que todas las antenas Yagi en la zona de coexistencia presenten la misma característica de XPD o una muy similar.  
25

**[0043]** Una lista no exhaustiva de varios ejemplos de la presente exposición es como sigue:

**[0044]** Un ejemplo proporciona un sistema de estación de base inalámbrico con dos puertos de RF MIMO dispuestos para un funcionamiento con un sistema de antenas de polarización cruzada ortogonalmente polarizado dual. El sistema de antenas consta de una pluralidad de elementos radiantes de antena. Una red  
30 de acoplamiento cruzado está configurada para combinar vectorialmente la potencia de cada puerto de la estación de base con el otro puerto de la estación de base, con control de ajuste de fase y potencia.

**[0045]** En un modo de realización, la red de acoplamiento cruzado se dispone para presentar 2 puertos de entrada y 2 puertos de salida, donde una primera señal de entrada se divide en dos señales de componente de diferencia de potencia variable y una señal de componentes que recibe un retardo de fase variable. Una  
35 segunda señal de entrada se divide en dos señales de componente de diferencia de potencia variable y una señal de componentes que recibe un retardo de fase variable.

**[0046]** En un modo de realización, la señal de componentes no retardada asociada a la primera señal de entrada se combina con la señal de componentes retardada asociada a la segunda señal de entrada. La señal de componentes no retardada asociada a la segunda señal de entrada se combina con la señal de  
40 componentes retardada asociada a la primera señal de entrada.

**[0047]** En un ejemplo, la red de acoplamiento cruzado se aplica después de los puertos de RF de la estación de base y antes de los puertos de conexión de la antena de polarización cruzada.

**[0048]** En un ejemplo, la red de acoplamiento cruzado se aplica después de los amplificadores de potencia de la estación de base y antes de los filtros de duplexado de transmisión/recepción de la estación de base  
45 en el canal de enlace descendente (transmisión) de la estación de base.

**[0049]** En un ejemplo, la red de acoplamiento cruzado se aplica después de los filtros de duplexado de transmisión/recepción y antes de los amplificadores de recepción (de extremo delantero) de la estación de base en el canal de enlace ascendente (recepción) de la estación de base.

**[0050]** En un ejemplo, se aplican dos redes de acoplamiento cruzado. Ambas redes de acoplamiento cruzado comparten los mismos componentes de división y combinación que son acopladores de RF direccionales para permitir un acoplamiento cruzado independiente y separado para los canales de enlace descendente (transmisión) y los canales de enlace ascendente (recepción) de la estación de base.  
50

**[0051]** En un ejemplo, la red de acoplamiento cruzado se aplica en la cadena de procesamiento de RF de la estación de base antes de las etapas de amplificación de potencia de la estación de base para las señales del canal de transmisión (enlace descendente) de la estación de base.  
55

- [0052] En un ejemplo, la red de acoplamiento cruzado se aplica en la cadena de procesamiento de RF de la estación de base después de las etapas de amplificación (extremo delantero) para las señales del canal de recepción (enlace ascendente) de la estación de base.
- 5 [0053] En un ejemplo, la red de acoplamiento cruzado se aplica en las señales de banda base compuestas antes de las etapas de conversión ascendente de frecuencia para las señales del canal de enlace descendente (transmisión) de la estación de base.
- [0054] En un ejemplo, la red de acoplamiento cruzado se aplica en las señales de banda base compuestas después de las etapas de conversión descendente de frecuencia para las señales del canal de recepción (enlace ascendente) de la estación de base.
- 10 [0055] En un modo de realización, la red de acoplamiento cruzado se aplica en los canales de datos individuales dentro de la banda base digital de la estación de base, antes de las etapas de combinación de señales de la banda base y conversión ascendente de frecuencia para las señales del canal de enlace descendente (transmisión) de la estación de base.
- [0056] En un modo de realización, la red de acoplamiento cruzado se aplica en los canales de datos individuales dentro de la banda base digital de la estación de base, después de las etapas de conversión descendente de frecuencia y de la demultiplexación de señales de la banda base compuestas para las señales del canal de enlace ascendente (recepción) de la estación de base.
- 15 [0057] En otro ejemplo, un sistema de estación de base inalámbrico incluye dos o más puertos de RF MIMO dispuestos para operar con dos o más antenas polarizadas de forma lineal (diversidad) separadas espacialmente polarizadas ortogonalmente duales.
- 20 [0058] En un ejemplo, se aplica una primera red de acoplamiento cruzado de tres puertos entre la primera salida de la estación de base y una primera antena. Se aplica una segunda red de acoplamiento cruzado de tres puertos entre la segunda salida de la estación de base y una segunda antena.
- [0059] En un modo de realización, cada red de acoplamiento cruzado se dispone para presentar 1 puerto de entrada y 2 puertos de salida, donde una señal de entrada se divide en dos señales de componente de diferencia de potencia variable y una señal de componentes que recibe un retardo de fase variable. En un ejemplo, los 2 puertos de salida de cada red de acoplamiento cruzado están conectados a las 2 polarizaciones ortogonales de cada antena polarizada dual.
- 25 [0060] Otro ejemplo proporciona un método para controlar y variar el acoplamiento cruzado de potencia y fase entre dos puertos de antena ortogonalmente polarizados, con el fin de alterar las características de discriminación por polarización cruzada de la antena.
- 30 [0061] En un ejemplo, el método varía y controla el acoplamiento cruzado para maximizar la discriminación por polarización cruzada de la antena, en respuesta a parámetros operativos conocidos del enlace de comunicaciones, tales como frecuencia, ángulo de inclinación eléctrica de la antena y ángulo acimut del enlace de comunicaciones.
- 35 [0062] En otro ejemplo, un método controla y varía la potencia y la fase a través de dos sistemas de antenas ortogonalmente polarizadas de una única fuente de entrada, con el fin de alterar las características de discriminación por polarización cruzada de la antena.

## REIVINDICACIONES

## 1. Sistema, que comprende:

una estación de base con dos puertos con múltiples entradas - múltiples salidas (MIMO) por canal de datos individual de una pluralidad de canales de datos individuales; y

5 redes de acoplamiento cruzado (1001, 1002, 1003) configuradas para combinar vectorialmente la potencia procedente de un primer puerto de los dos puertos MIMO a un segundo puerto de los dos puertos MIMO por canal de datos individual respectivamente, donde cada red de acoplamiento cruzado comprende dos puertos de entrada y dos puertos de salida, donde una primera señal de entrada sobre uno de los dos puertos de entrada se divide en primeras señales de dos componentes que presentan una primera diferencia de potencia variable entre las primeras señales de dos componentes, donde una de las primeras señales de dos componentes recibe un primer retardo de fase variable para generar una primera señal de componentes retardada, donde una segunda señal de entrada sobre otro de los dos puertos de entrada se divide en segundas señales de dos componentes que presentan una segunda diferencia de potencia variable entre las segundas señales de dos componentes, donde una de las segundas señales de dos componentes recibe un segundo retardo de fase variable para generar una segunda señal de componentes retardada, donde una señal de componentes no retardada asociada a la primera señal de entrada se combina con la segunda señal de componentes retardada asociada a la segunda señal de entrada, donde la señal de componentes no retardada asociada a la segunda señal de entrada se combina con la primera señal de componentes retardada asociada a la primera señal de entrada, y

donde cada una de las redes de acoplamiento cruzado (1001, 1002, 1003) se aplica sobre un respectivo canal de datos individual de la pluralidad de canales de datos individuales dentro de una banda base digital (200) de la estación de base.

## 2. Sistema de la reivindicación 1, que comprende además:

25 un sistema de antenas (500) que comprende una pluralidad de elementos radiantes de antena, donde el sistema de antenas está acoplado de forma comunicativa a la estación de base.

3. Sistema de la reivindicación 1, donde las redes de acoplamiento cruzado (1001, 1002, 1003) se aplican sobre los canales de datos individuales dentro de la banda base digital (200) de la estación de base, antes de la combinación de señales de banda base y las etapas de conversión ascendente de frecuencia (300) para transmitir señales de canal de la estación de base.

4. Sistema de la reivindicación 1, donde las redes de acoplamiento cruzado (1001, 1002, 1003) se aplican sobre los canales de datos individuales dentro de la banda base digital (200) de la estación de base, después de las etapas de conversión descendente de frecuencia (300) y la demultiplexación de señales de banda base compuestas para señales de canal de enlace ascendente de la estación de base.

## 35 5. Método, que comprende:

proporcionar una estación de base con dos puertos con múltiples entradas - múltiples salidas (MIMO) por canal de datos individual de una pluralidad de canales de datos individuales; y

40 proporcionar redes de acoplamiento cruzado (1001, 1002, 1003) configuradas para combinar vectorialmente la potencia procedente de un primer puerto de los dos puertos MIMO a un segundo puerto de los dos puertos MIMO por canal de datos individual respectivamente, donde cada red de acoplamiento cruzado comprende dos puertos de entrada y dos puertos de salida, donde una primera señal de entrada sobre uno de los dos puertos de entrada se divide en primeras señales de dos componentes que presentan una primera diferencia de potencia variable entre las primeras señales de dos componentes, donde una de las primeras señales de dos componentes recibe un primer retardo de fase variable para generar una primera señal de componentes retardada, donde una segunda señal de entrada sobre otro de los dos puertos de entrada se divide en segundas señales de dos componentes que presentan una segunda diferencia de potencia variable entre las segundas señales de dos componentes, donde una de las segundas señales de dos componentes recibe un segundo retardo de fase variable para generar una segunda señal de componentes retardada, donde una señal de componentes no retardada asociada a la primera señal de entrada se combina con la segunda señal de componentes retardada asociada a la segunda señal de entrada, donde la señal de componentes no retardada asociada a la segunda señal de entrada se combina con la primera señal de componentes retardada asociada a la primera señal de entrada, y

## ES 2 667 008 T3

donde cada una de las redes de acoplamiento cruzado (1001, 1002, 1003) se aplica sobre un respectivo canal de datos individual de la pluralidad de canales de datos individuales dentro de una banda base digital (200) de la estación de base.

**6.** Método de la reivindicación 5, que comprende además:

5 proporcionar un sistema de antenas (500) que comprende una pluralidad de elementos radiantes de antena, donde el sistema de antenas está acoplado de forma comunicativa a la estación de base.

**7.** Método de la reivindicación 5, donde las redes de acoplamiento cruzado (1001, 1002, 1003) se aplican sobre los canales de datos individuales dentro de la banda base digital (200) de la estación de base, antes de la combinación de señales de banda base y las etapas de conversión ascendente de frecuencia (300) para transmitir señales de canal de la estación de base.

**8.** Método de la reivindicación 5, donde las redes de acoplamiento cruzado (1001, 1002, 1003) se aplican sobre los canales de datos individuales dentro de la banda base digital (200) de la estación de base, después de las etapas de conversión descendente de frecuencia (300) y la demultiplexación de señales de banda base compuestas para señales de canal de enlace ascendente de la estación de base.

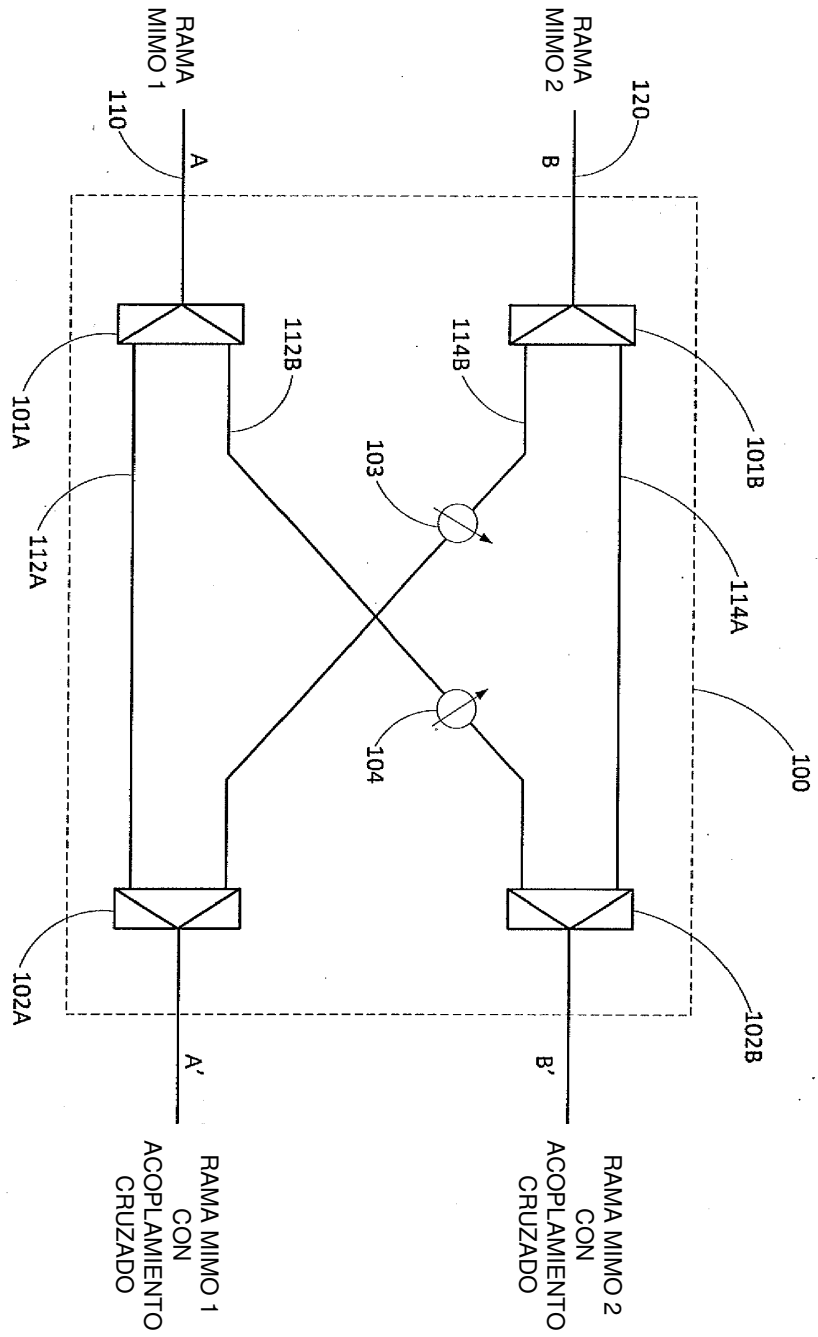


FIGURA 1

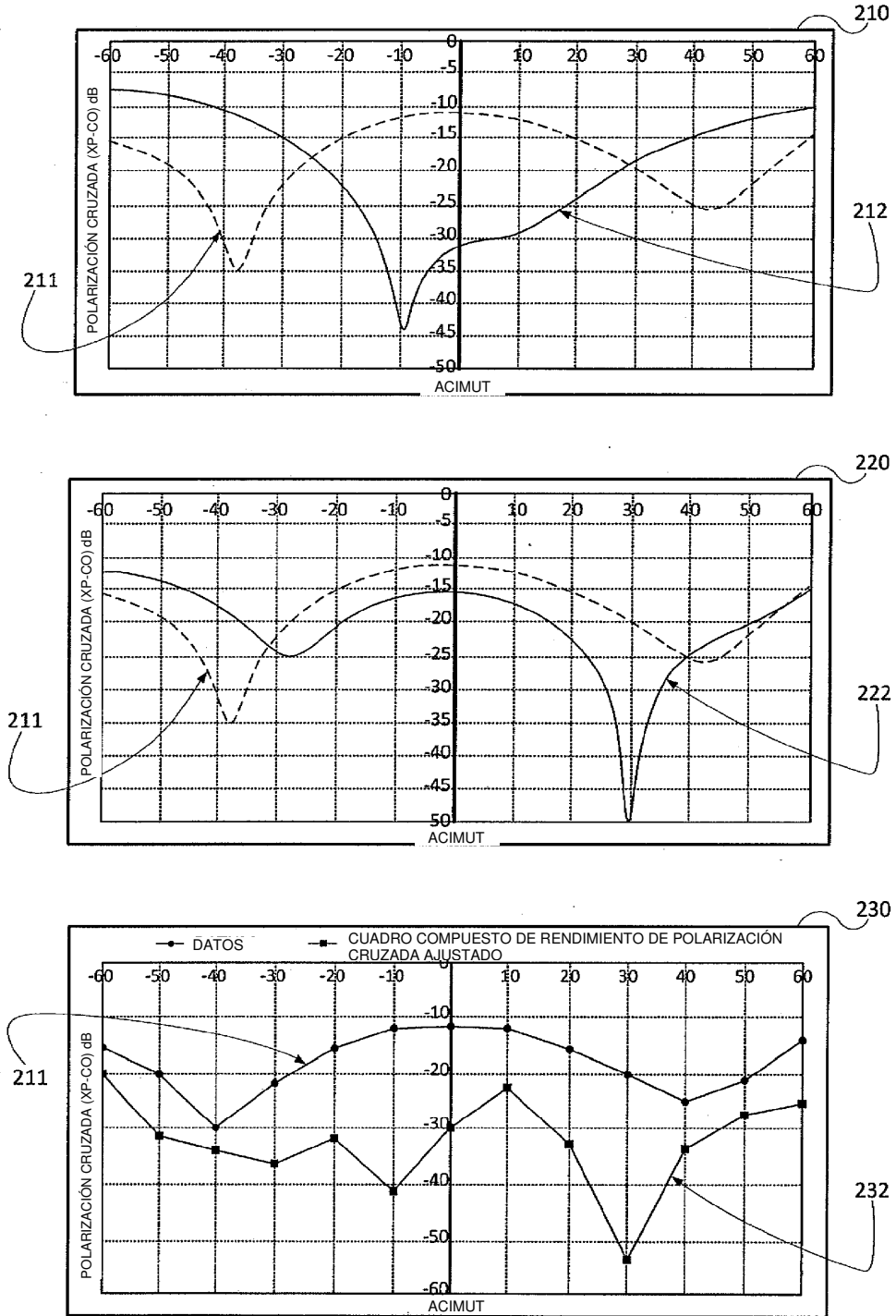


FIGURA 2

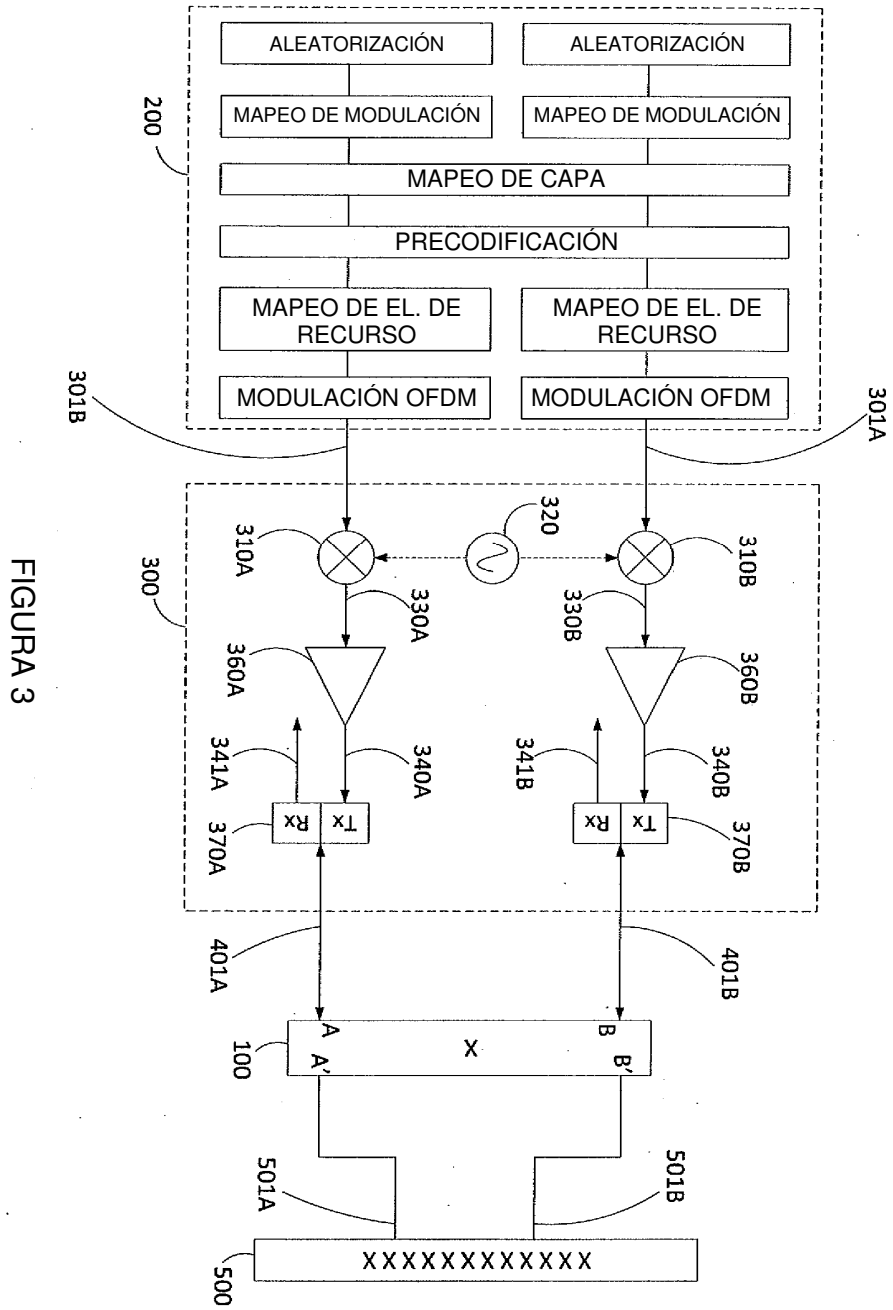


FIGURA 3

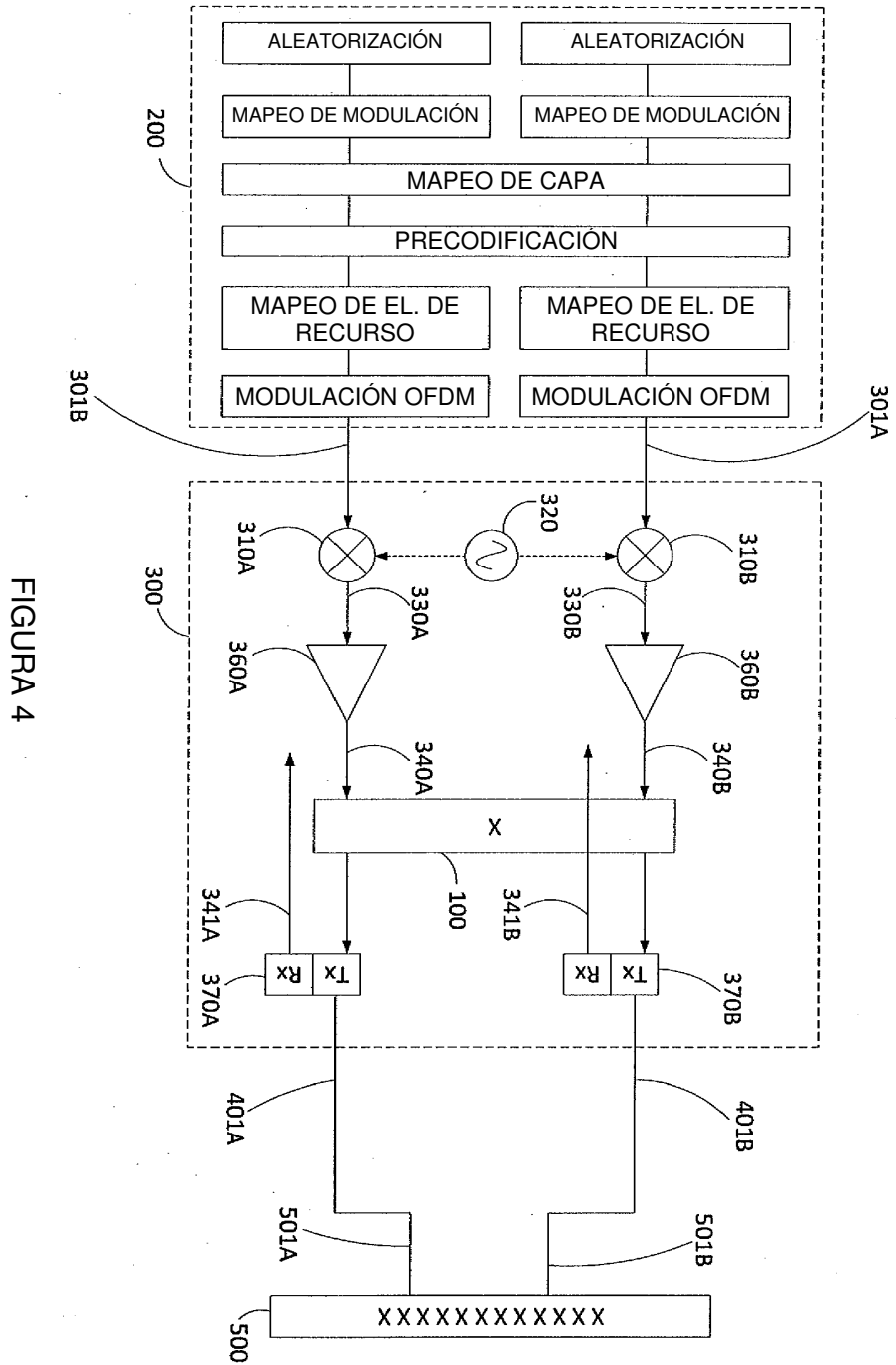
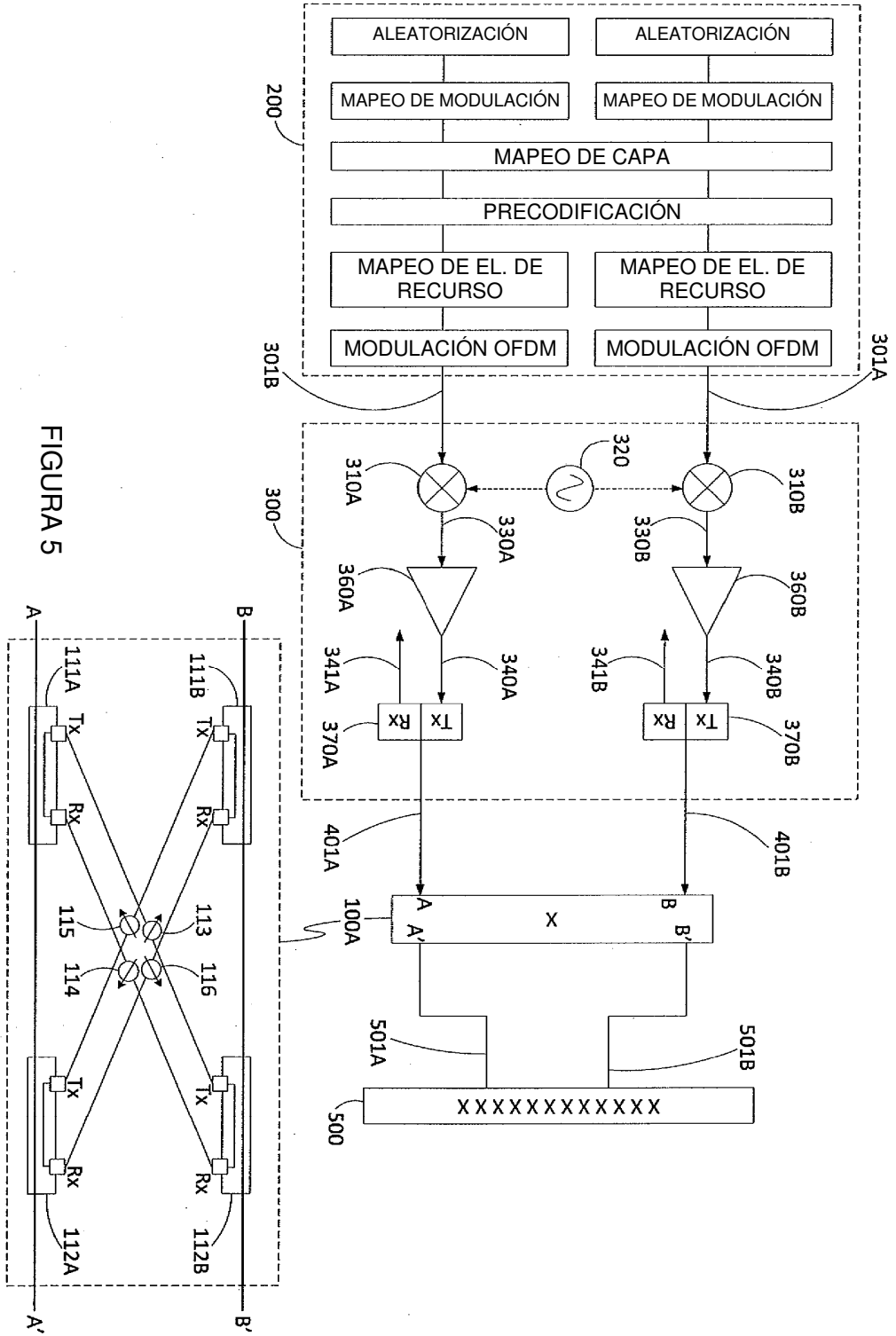


FIGURA 4





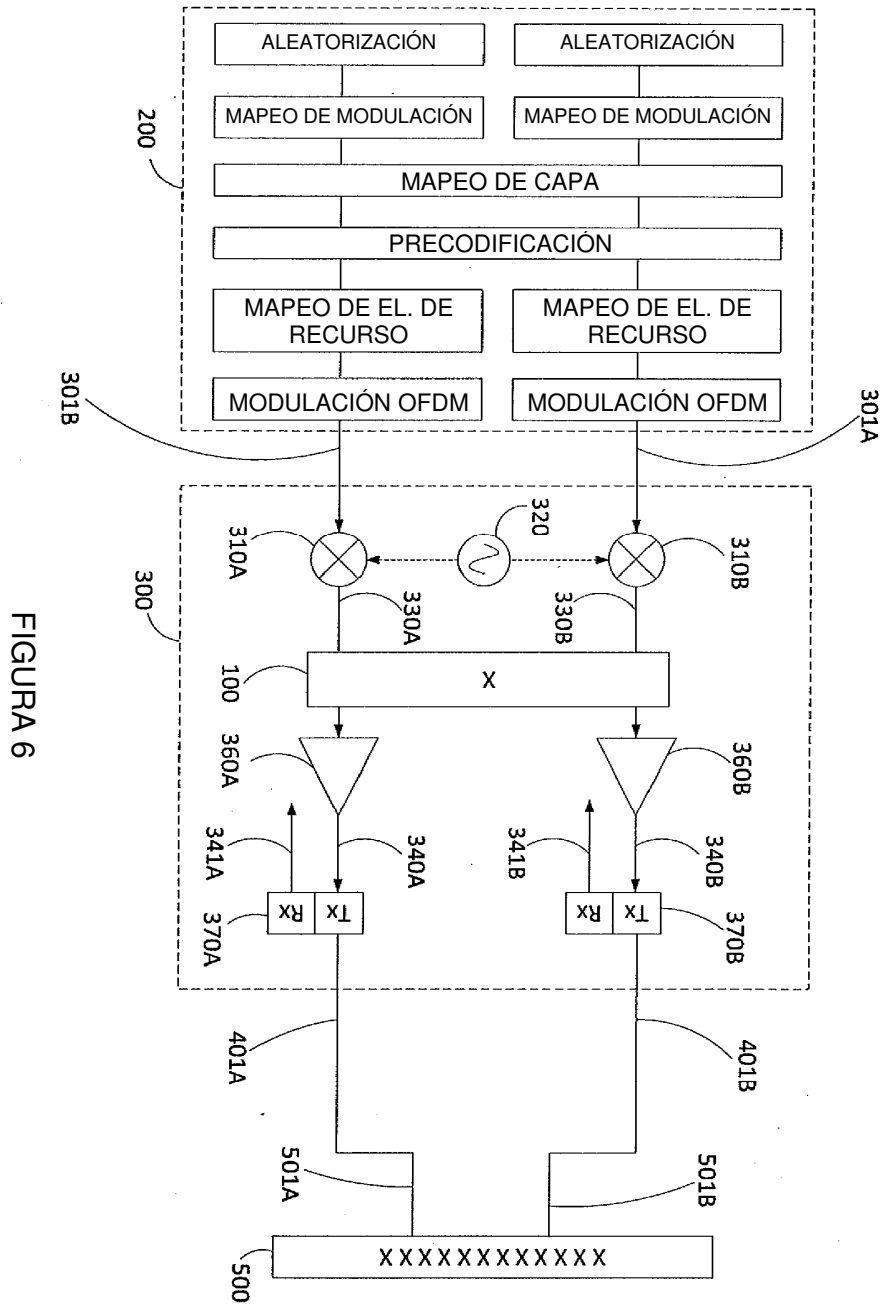


FIGURA 6

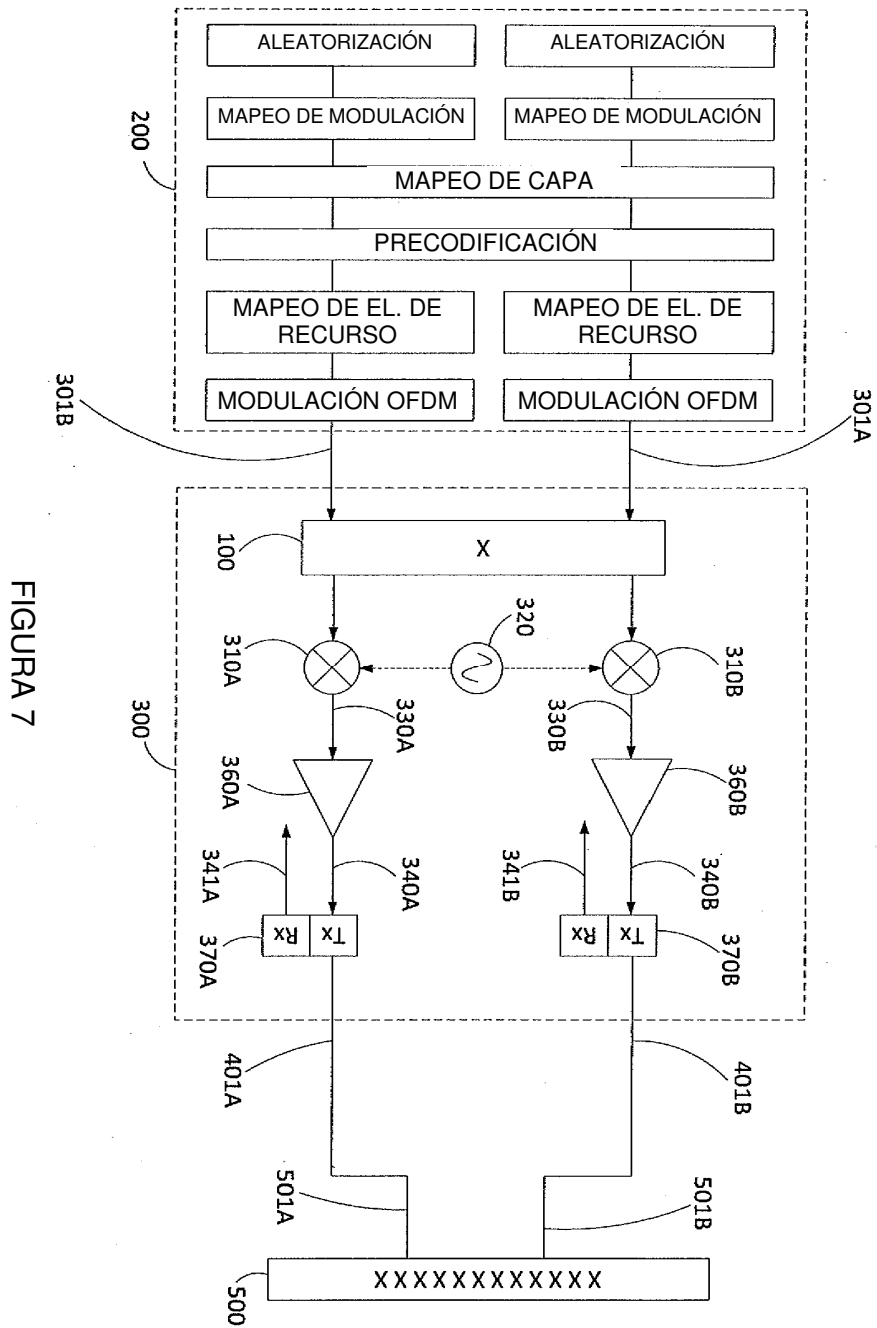
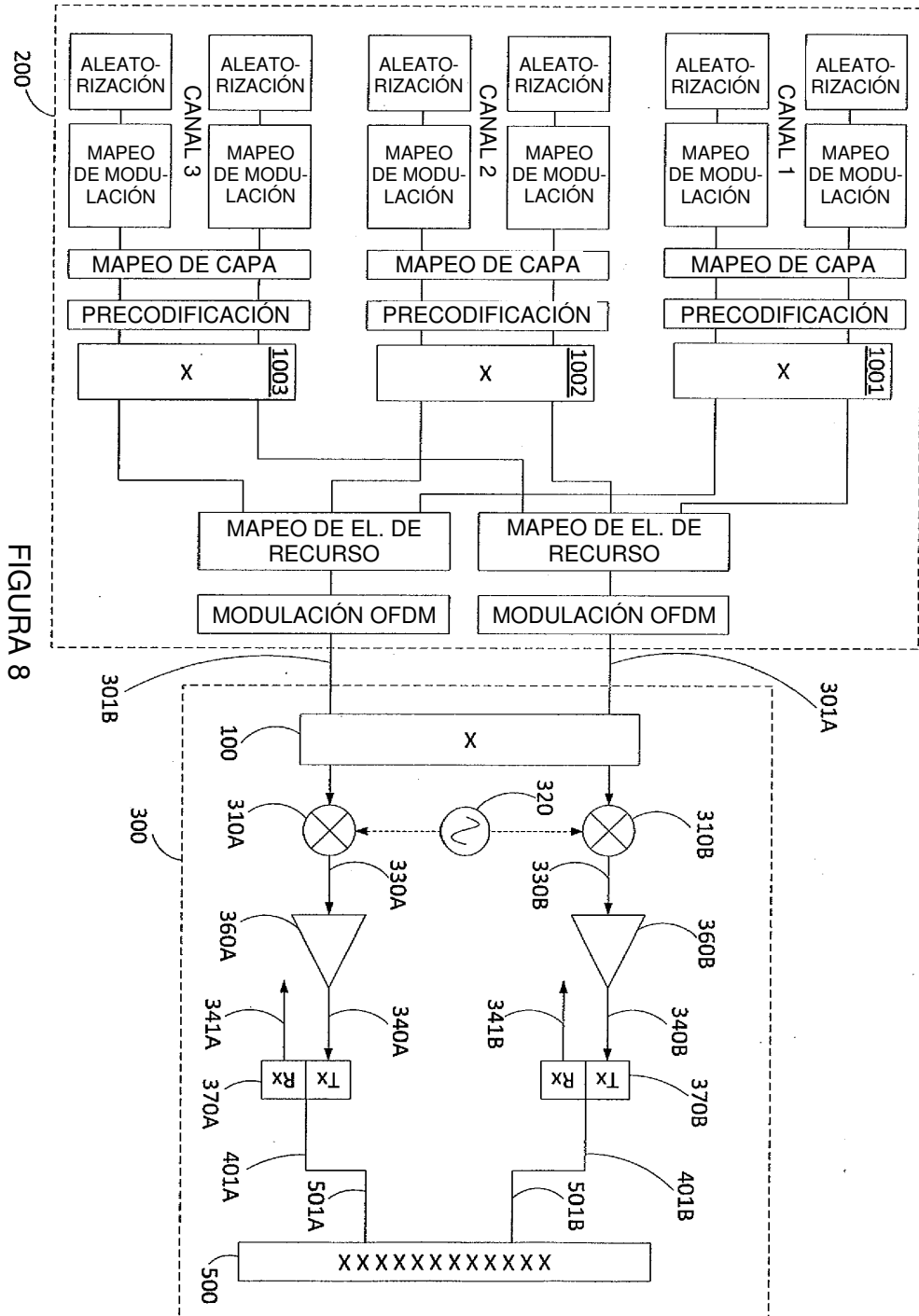


FIGURA 7



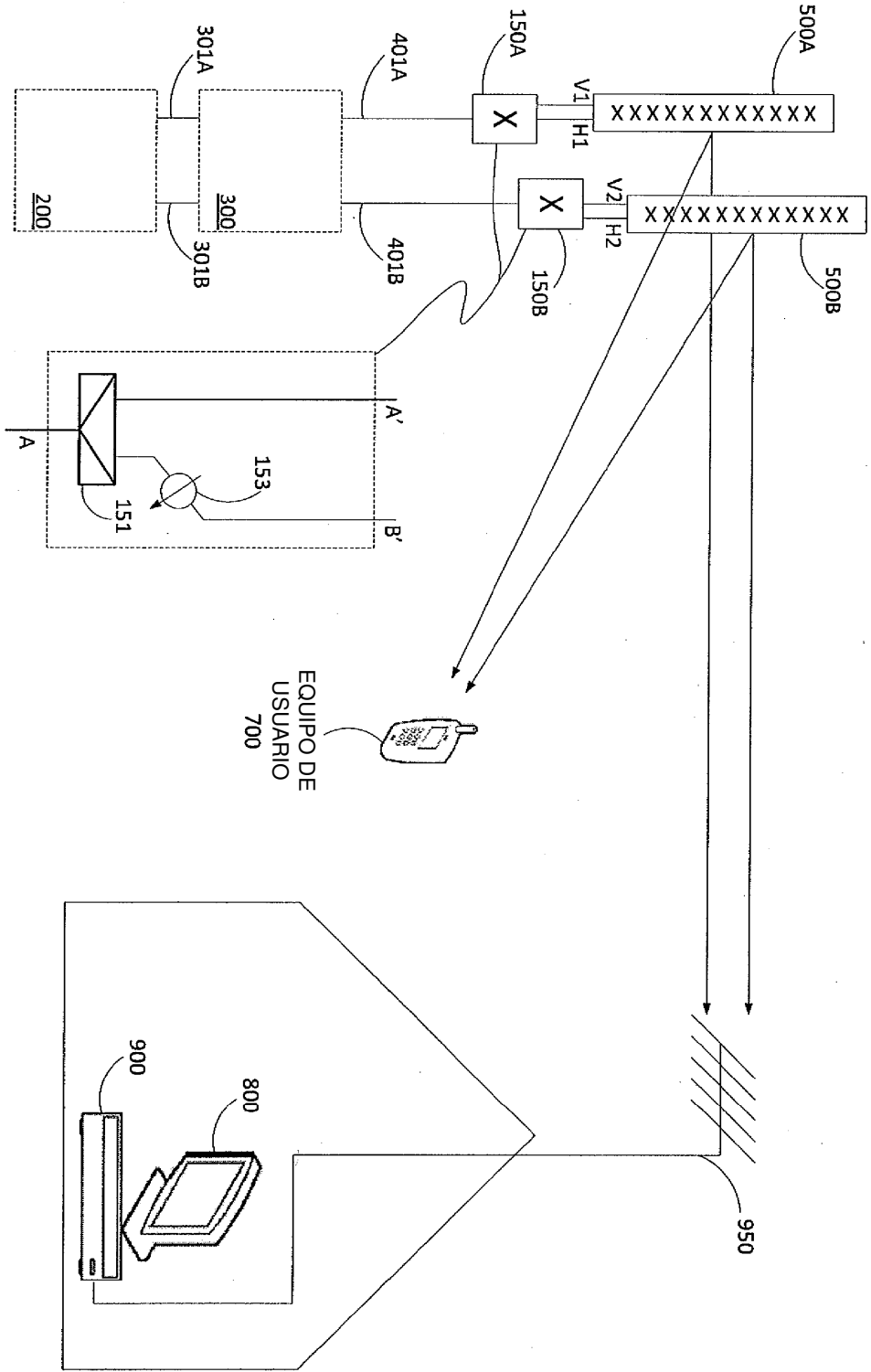


FIGURA 9