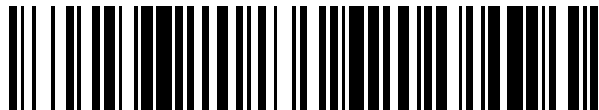


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 861 322**

51 Int. Cl.:

H04B 1/40 (2015.01)

H04B 7/04 (2007.01)

H04W 92/12 (2009.01)

H04W 88/08 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **31.08.2017 PCT/SE2017/050866**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.03.2019 WO19045607**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.08.2017 E 17765278 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.03.2021 EP 3677093**

54 Título: **Métodos, unidades de radio intermedias y cabezales de radio de sistemas de estaciones base para transmisión de portadoras de antena**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
06.10.2021

73 Titular/es:
TELEFONAKTIEBOLAGET LM ERICSSON (PUBL)
(100.0%)
164 83 Stockholm, SE

72 Inventor/es:
TROJER, ELMAR;
BERG, MIGUEL;
LU, CHENGUANG;
ERIKSSON, PER-ERIK;
KLAUTAU, ALDEBARO;
TAKEDA, MARCOS y
RAMALHO, LEONARDO

74 Agente/Representante:
ELZABURU, S.L.P

ES 2 861 322 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

Métodos, unidades de radio intermedias y cabezales de radio de sistemas de estaciones base para transmisión de portadoras de antena

Campo técnico

- 5 La presente divulgación se refiere en general a métodos, unidades de radio intermedias y cabezales de radio de sistemas de estaciones base de sistemas de comunicación inalámbrica para la transmisión de portadoras de antena.

Antecedentes

10 En la actualidad, existen diferentes conceptos para distribuir la funcionalidad de la estación base en diferentes nodos en un sistema de estación base distribuida. Los propósitos básicos para distribuir la funcionalidad de la estación base son mejorar la cobertura de radio y aumentar el rendimiento de los equipos de usuario, UE, también llamados estaciones móviles. En un sistema de estación base distribuida, la funcionalidad de la estación base se distribuye típicamente en una unidad de banda base, BBU y una pluralidad de unidades de radio remotas, RRU, conectadas a la BBU.

15 En la figura 1a se muestra un primer sistema de estaciones base distribuidas de la técnica anterior. La estación base, por ejemplo, un eNodoB 3G/4G se divide en una unidad de banda base, BBU 110 y varias unidades de radio, RU, 130 conectadas a la BBU 110. La BBU 110 está conectada además a otros nodos de una red de comunicación inalámbrica 100 a través de interfaces S1 que se conectan a la red central y/o interfaces X2, que se conectan a otras estaciones base. Se utiliza una interfaz de radio pública común, CPRI, para transmitir antenas portadoras de antenas digitales, AxC, sincronización y enlace descendente y ascendente de datos de operación y mantenimiento a las unidades de radio, RU, 130. La CPRI se especifica en la Especificación CPRI V7.0, con fecha del 9 de octubre de 2015. Las RU 130 proporcionan funciones de unidad inicial digital, DFE, y funciones de unidad inicial analógica, AFE, para manejar las portadoras de antenas digitales y los datos de O&M recibidos desde la BBU 110. La DFE comprende procesamiento CPRI, distorsión previa digital, (DPD), mezclado, reducción del factor de cresta, (CFR), filtrado de canales y portadora, etc. La AFE comprende conversión de digital a analógico/analógico a digital, (DAC/ADC), amplificación de potencia, (PA), amplificación de bajo ruido, (LNA), filtrado, duplexación, interfaces de antena, etc. Entre la BBU 110 y las RU 130 puede haber una unidad de multiplexación cruzada de CPRI, CPRI Mux, 20 a portadoras de antena de multiplexado y demultiplexado entre enlaces CPRI de la BBU y enlaces CPRI de las RU. La CPRI es un protocolo de enlace punto a punto que utiliza fibras de transmisor/receptor dedicadas por conexión BBU-RU y se especifica para diferentes velocidades de enlace. Este sistema de estación base de la técnica anterior se basa en conexiones directas entre la BBU y la RU. Sin embargo, existe el interés y la necesidad de utilizar una red de paquetes de datos común para la comunicación entre la BBU y la RU, con el fin de utilizar mejor los recursos de comunicación. Además, las RU deben ser bastante complejas para manejar las funciones DFE y AFE mencionadas anteriormente. Una RU compleja significa una RU bastante cara. Además, debe haber una DFE para cada soporte de antena.

35 Un segundo sistema de estación base distribuida de la técnica anterior se muestra en la figura 1b. Este sistema difiere del sistema de la figura 1a porque se utiliza una red basada en Ethernet, es decir, una red de paquetes de datos para la comunicación entre la BBU y la RU. La red basada en Ethernet también puede ser, por ejemplo, una red óptica pasiva (PON), una red de línea de abonado digital (DSL) o una red de transporte óptico (OTN). Los datos enviados a través del protocolo CPRI se encapsulan en tramas Ethernet de capa 2 y se transmiten a través de una red Ethernet 802.1. Esta tecnología es patentada y se llama Radio sobre Ethernet, RoE. Dentro de la red Ethernet, entre la BBU 110 y la RU 130, se colocan los nodos centrales 140, que actúan como conmutadores de paquetes. Por lo general, cualquier portadora de antena, AxC, se transmite en su propio flujo de paquetes junto con datos de sincronización 1588 y datos de operación y mantenimiento fuera de banda, como datos de configuración y gestión de fallos. Las funciones DFE y AFE se manejan en la RU 130. Sin embargo, las RU son todavía bastante complejas y tiene que haber una DFE que maneje cada portadora de antena.

50 Un tercer sistema de estación base distribuida de la técnica anterior se muestra en la figura 1c. En este sistema, los cabezales de radio activos remotos, RH 160 se conectan a una unidad de radio intermedia, IRU 150 a través de interfaces analógicas punto a punto, como cables de cobre o cables de fibra. Tal sistema permite cubrir un área como el piso de un edificio con cobertura y capacidad de radio, y si ya existen cables de cobre en el edificio, se pueden reutilizar. La BBU 110 envía las portadoras de antena en banda base a través de la CPRI a la IRU 150 y la IRU convierte las portadoras de antena en una frecuencia intermedia baja, IF, y realiza la conversión digital a analógica. Las portadoras de la antena de IF analógica se distribuyen luego en el cable que conduce al RH 160 correcto. La frecuencia de RH 160 desplaza las portadoras de antena a RF para la transmisión inalámbrica a través de su(s) antena(s) a los UE. Debido a la baja complejidad del RH, el RH se puede hacer rentable y energéticamente eficiente en comparación con los sistemas de la figura 1a y 1b. Sin embargo, en el sistema de la figura 1c no se puede utilizar una red de paquetes de datos como conexión entre el RH y la IRU.

La solicitud de patente de EE. UU. US2009/290632 describe un método de compresión de señales para un sistema de transceptor base que proporciona una transferencia eficiente de muestras de señales comprimidas a través de

enlaces de datos en serie en el sistema. La solicitud de patente internacional WO2016/128045 describe un método para mitigar la diafonía en un sistema de estación base que comprende una BBU, una IRU y una pluralidad de RH. La solicitud de patente internacional WO2017/061915 describe un método para controlar la contribución del enlace ascendente desde una pluralidad de RH remotos en un combinador.

- 5 En consecuencia, es necesario un sistema de estación base que pueda utilizar una red de paquetes de datos para la comunicación con los RH/RU y que al mismo tiempo pueda utilizar un RH/RU rentable.

Compendio

La invención está definida por las reivindicaciones independientes. Otras realizaciones se definen mediante las reivindicaciones dependientes.

- 10 Es un objeto de la invención abordar al menos algunos de los problemas y cuestiones descritos anteriormente. Es un objeto de las realizaciones de la invención proporcionar un sistema de estación base rentable y fiable que utiliza una red de paquetes de datos para la comunicación con los cabezales de radio. Otro objeto es reducir la complejidad de RH/RU cuando se transmiten datos digitales entre la unidad de banda base y las unidades de radio de un sistema de estación base. Puede ser posible lograr estos objetivos y otros mediante el uso de métodos, unidades de radio intermedias, cabezales de radio y programas de ordenador como se define en las reivindicaciones independientes adjuntas.

- 20 Según un aspecto, se proporciona un método realizado por una IRU de un sistema de estación base. El sistema de estación base comprende la IRU, una BBU conectada a la IRU y un primer RH conectado a la IRU a través de una red de paquetes de datos. El primer RH está dispuesto para la transmisión inalámbrica en radiofrecuencia, RF, de una pluralidad de portadoras de antena a los UE, transmitiéndose la pluralidad de portadoras de antena desde el primer RH a RF individualmente diferentes. El método comprende recibir, desde la BBU, una pluralidad de primeras representaciones digitales de la pluralidad de portadoras de antena del primer RH, representando cada primera representación digital una portadora de antena, siendo recibida la pluralidad de primeras representaciones digitales en un rango de frecuencia de banda base. El método comprende además multiplexar en frecuencia la pluralidad de primeras representaciones digitales de la pluralidad de portadoras de antena en una segunda representación digital sobre un primer ancho de banda, y transmitir la segunda representación digital al primer RH.

- 30 Según otro aspecto, se proporciona un método realizado por un RH de un sistema de estación base, estando dispuesto el RH para la transmisión inalámbrica en RF de una pluralidad de portadoras de antena a los UE. La pluralidad de portadoras de antena debe transmitirse desde el RH a RF individualmente diferentes. El sistema de la estación base comprende el RH, una IRU conectada al RH a través de una red de paquetes de datos y una BBU conectada a la IRU. El método comprende recibir, desde la IRU, una segunda representación digital en un primer ancho de banda, comprendiendo la segunda representación digital una pluralidad de primeras representaciones digitales de la pluralidad de portadoras de antena, representando cada primera representación digital una portadora de antena, la pluralidad de primeras representaciones digitales. representaciones de la pluralidad de portadoras de antena multiplexadas en frecuencia en la segunda representación digital a través del primer ancho de banda. El método comprende además convertir en frecuencia la segunda representación digital en radiofrecuencia y transmitir de forma inalámbrica la segunda representación digital convertida a los UE.

- 40 Según otro aspecto, se proporciona una IRU operativa en un sistema de estación base. El sistema de estación base comprende la IRU, una BBU conectada a la IRU y un primer RH conectado a la IRU a través de una red de paquetes de datos. El primer RH está dispuesto para la transmisión inalámbrica en RF de una pluralidad de portadoras de antena a los UE. La pluralidad de portadoras de antena debe transmitirse desde el primer RH a RF individualmente diferentes. La IRU comprende un procesador y una memoria. La memoria contiene instrucciones ejecutables por dicho procesador, por lo que la IRU está operativa para recibir, desde la BBU, una pluralidad de primeras representaciones digitales de la pluralidad de portadoras de antena del primer RH, representando cada primera representación digital una portadora de antena, la pluralidad de las primeras representaciones digitales se reciben en un rango de frecuencia de banda base. La IRU también es operativa para multiplexar en frecuencia la pluralidad de primeras representaciones digitales de la pluralidad de portadoras de antena en una segunda representación digital sobre un primer ancho de banda, y transmitir la segunda representación digital al primer RH.

- 50 Según otro aspecto, se proporciona un RH que puede funcionar en un sistema de estación base. El RH está dispuesto para la transmisión inalámbrica en RF de una pluralidad de portadoras de antena a los UE. La pluralidad de portadoras de antena debe transmitirse desde el RH a RF individualmente diferentes. El sistema de la estación base comprende el RH, una IRU conectada al RH a través de una red de paquetes de datos y una BBU conectada a la IRU. El RH comprende un procesador y una memoria. La memoria contiene instrucciones ejecutables por dicho procesador, por lo que el RH está operativo para recibir, desde la IRU, una segunda representación digital en un primer ancho de banda, comprendiendo la segunda representación digital una pluralidad de primeras representaciones digitales de la pluralidad de portadoras de antena, cada una primera representación digital que representa una portadora de antena, estando la pluralidad de primeras representaciones digitales de la pluralidad de portadoras de antena multiplexadas en frecuencia en la segunda representación digital a través del primer ancho de

banda. El RH también es operativo para convertir en frecuencia la segunda representación digital en radiofrecuencia y para transmitir de forma inalámbrica la segunda representación digital convertida a los UE.

Según otros aspectos, también se proporcionan programas informáticos y soportes, cuyos detalles se describirán en las reivindicaciones y la descripción detallada.

- 5 Todas las realizaciones de la invención tienen en común que, en la multiplexación de frecuencia de la pluralidad de primeras representaciones digitales de las portadoras de antena en la segunda representación digital sobre el primer ancho de banda que es un ancho de banda instantáneo, la pluralidad de portadoras de antena se distribuye en frecuencia a través del primer ancho de banda instantáneo de acuerdo con sus radiofrecuencias individuales, RF, para la transmisión desde el primer RH a los UE, de modo que la pluralidad de portadoras de antena se distribuyen a lo largo del primer ancho de banda instantáneo en la misma relación de frecuencia que deben tener cuando se transmiten en RF desde el (primer) RH.

Otras posibles características y beneficios de esta solución resultarán evidentes a partir de la descripción detallada a continuación.

Breve descripción de los dibujos

- 15 La solución se describirá ahora con más detalle por medio de ejemplos de realización y con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

Las figuras 1a - 1c son diagramas de bloques de sistemas de estaciones base distribuidas según la técnica anterior.

La figura 2 es un sistema de estación base distribuida según realizaciones de la invención.

La figura 3 es un diagrama de flujo que ilustra un método realizado por una IRU, según posibles realizaciones.

- 20 Las figuras 4-5 son otros diagramas de flujo que ilustran otros métodos realizados por una IRU, según posibles realizaciones.

La figura 6 es un diagrama de flujo que ilustra un método realizado por una RH, según posibles realizaciones.

Las figuras 7 - 8 son otros diagramas de flujo que ilustran otros métodos realizados por una RH, según posibles realizaciones.

- 25 La figura 9a es un diagrama de bloques de una CPRI Mux de la técnica anterior de la figura 1a, con más detalle.

La figura 9b es un diagrama de bloques de una IRU de la figura 2 con más detalle, según posibles formas de realización.

La figura 10 es otro diagrama de bloques de una IRU con más detalle, según posibles realizaciones.

Las figuras 11-12 son diagramas de bloques de una IRU según posibles formas de realización.

- 30 Las figuras 13-14 son diagramas de bloques de un RH, según posibles formas de realización.

Descripción detallada

Descrito brevemente, se proporciona un sistema de estación base rentable y eficiente en recursos de comunicación. El sistema de estaciones base comprende una unidad de banda base, BBU, una unidad de radio intermedia, IRU y varios cabezales de radio, RH. La BBU proporciona primeras representaciones digitales de una pluralidad de portadoras de antena de un RH a la IRU. La frecuencia IRU multiplexa las primeras representaciones digitales en una segunda representación digital, en la que las primeras representaciones digitales se distribuyen en un primer ancho de banda. El primer ancho de banda puede ser un ancho de banda instantáneo, IBW. La IRU puede realizar la funcionalidad DFE en la segunda representación digital común, por lo que solo necesita una funcionalidad DFE para todas las portadoras de antena de un RH, alternativamente para una antena de un RH si el RH tiene más de una antena separada. Al permitir que la IRU realice la funcionalidad DFE en lugar de los RH, los RH pueden hacerse más rentables. Como todavía hay datos digitales transmitidos desde la IRU al RH, se puede utilizar una red de paquetes de datos para conectar la IRU con los RH.

- 35 La figura 2 muestra una realización de un sistema de estación base 200 en el que se puede utilizar la presente invención. El sistema de estación base 200 comprende una IRU 210, una BBU 230 conectada a la IRU 210 por cable. El sistema de estación base de la figura 2 comprende además un primer RH 221, un segundo RH 222 y un tercer RH 223 conectados a la IRU 210 a través de una red de paquetes de datos 240. El primer, segundo y tercer RH están dispuestos para la transmisión inalámbrica en radiofrecuencia, RF, de una pluralidad de portadoras de antena a equipos de usuario, UE 250. En la figura 2, la IRU 210 se ha mostrado como un nodo separado de la BBU 230. Sin embargo, la IRU 210 también podría ser una parte integral del nodo BBU 230 además de ser un nodo separado. La red de paquetes de datos puede ser, por ejemplo, una red Ethernet de capa 2 o una red IP de capa 3,
- 50

o cualquier otra red de conmutación de paquetes. Cuando se conecta en una red de comunicación inalámbrica, la BBU está conectada a otras estaciones base, por ejemplo, eNodoB en una red 3G/4G a través de una interfaz X2, y/o la BBU está conectada a otros nodos de la red de acceso por radio, como una entidad de gestión de movilidad, MME, o pasarela de servicio, SGW, en una red 3G/4G a través de una interfaz S1.

5 La figura 3, junto con la figura 2, muestra una realización de un método realizado por una IRU 210 de un sistema de estación base 200, el sistema de estación base que comprende la IRU 210, una BBU 230 conectada a la IRU 210 y un primer RH 221 conectado a la IRU 210 a través de un red de paquetes de datos 240. El primer RH 221 está dispuesto para la transmisión inalámbrica en radiofrecuencia, RF, de una pluralidad de portadoras de antena a equipos de usuario, UE 250, siendo transmitida la pluralidad de portadoras de antena desde el primer RH a RF individualmente diferentes. El método comprende recibir 302, desde la BBU 230, una pluralidad de primeras representaciones digitales de la pluralidad de portadoras de antena del primer RH 221, representando cada primera representación digital una portadora de antena, siendo recibida la pluralidad de primeras representaciones digitales en un rango de frecuencia de banda base. El método comprende además multiplexar en frecuencia 304 la pluralidad de primeras representaciones digitales de la pluralidad de portadoras de antena en una segunda representación digital sobre un primer ancho de banda, y transmitir 308 la segunda representación digital al primer RH 221.

Mediante la multiplexación de frecuencia de las representaciones digitales de cada una de una pluralidad de portadoras de antena para un RH en una representación digital común sobre un primer ancho de banda, las funciones digitales frontales como CFR, DPD pueden realizarse en la segunda representación digital común en lugar de en cada una de las primeras representaciones digitales individuales. Esto también hace posible centralizar las funciones de la unidad inicial digital en la IRU en lugar de tener unidad inicial digitales individuales en los RH. Esto permite RH más delgados en comparación con los RH que manejan señales de enlace descendente digitales utilizadas en la técnica anterior.

El término "cabezal de radio" (RH) pretende cubrir tanto el concepto de RU como de RH. El término "portadora de antena" debe interpretarse como señales enviadas a través de un ancho de banda de portadora desde la BBU a través de la antena del RH al UE. Normalmente hay una pluralidad de portadoras de antena por antena por RH o al menos por RH. Las diferentes portadoras de antena de un RH se transmiten a anchos de banda de RF diferentes individualmente desde el RH al UE. Los soportes de antena se transportan en contenedores de soporte de antena, véase, por ejemplo, la especificación CPRI V7.0. Alternativamente, la portadora de antena podría denominarse señales de portadora de antena para definir que hay señales que se envían en un ancho de banda de portadora. Desde la BBU, se recibe una pluralidad de primeras representaciones digitales de diferentes portadoras de antena en un ancho de banda de frecuencia base, es decir, banda base, en la IRU. El primer ancho de banda sobre el que se multiplexan en frecuencia las primeras representaciones digitales en una segunda representación digital puede estar en un rango de frecuencia de banda base o en un rango de frecuencia intermedia entre la banda base y RF. El primer ancho de banda puede ser un ancho de banda instantáneo, también llamado ancho de banda intermedio, IBW. El IBW puede verse como el ancho de banda más grande al que puede acceder un receptor de radio o transmisor de radio en el RH sin cambiar el oscilador local. El concepto de IBW es independiente de la frecuencia central: Si se desea IBW de 100 MHz en el RH, es decir, en el rango de radiofrecuencia, RF, también se necesita un IBW de 100 MHz a una frecuencia intermedia entre la banda base y RF si se usa una frecuencia intermedia para el IBW, y también se necesita un IBW de 100 MHz necesario en la banda base si la banda base se utiliza para el IBW. En la banda base, las señales son complejas con frecuencias positivas y negativas, por lo que la señal será de -50 a 50 MHz, pero el ancho de banda es el mismo. La BBU 230 se puede conectar a la IRU 210 a través de una conexión punto a punto, que es una conexión alámbrica.

Según una realización, en el multiplexado de frecuencia 304, la pluralidad de portadoras de antena se distribuye en frecuencia a través del primer ancho de banda de acuerdo con sus RF individuales para la transmisión desde el primer RH 221 a los UE. En otras palabras, la pluralidad de portadoras de antena se distribuye a lo largo del primer ancho de banda de la segunda representación digital en la misma relación de frecuencia que deben tener cuando se transmiten en radiofrecuencia desde el primer RH. De este modo, el primer RH no necesita desmultiplexar la pluralidad recibida de portadoras de antena como en la técnica anterior. En cambio, el primer RH puede tomar la segunda representación recibida que incluye la pluralidad de portadoras de antena y simplemente convertir la segunda representación que incluye la frecuencia respectiva de cada una de la pluralidad de portadoras de antena de la IBW en RF, y luego transmitir las portadoras de antena convertida en frecuencia de forma inalámbrica desde el primer RH. Esto simplifica mucho los RH, lo que hace que los RH sean más rentables, en comparación con el envío de portadoras de antena individuales al primer RH.

La figura 4 muestra realizaciones del método mostrado en la figura 3. Según una realización, el método descrito en la figura 3 comprende además realizar 305, reducción del factor de cresta, CFR, y distorsión previa digital, DPD, en la segunda representación digital, antes de la transmisión 308 de la segunda representación digital al primer RH. Como el CFR y la DPD se realizan en la IRU en lugar de en el RH, el RH se puede producir más pequeño y con menor potencia, es decir, a un coste menor que un RH que comprende la funcionalidad CFR y DPD. Otro beneficio es que puede ser posible realizar DPD y CFR en la segunda representación digital común en lugar de realizarla individualmente para cada portadora de antena en el RH. Puede usarse un algoritmo de compresión de reducción de ancho de banda en la segunda representación digital. El algoritmo de compresión de reducción de ancho de banda

puede ser un algoritmo que no cambia la frecuencia de muestreo, como LPC, si se combina con DPD, ya que la señal en la que se va a realizar DPD debe sobremuestrearse 3-5 veces para que se realice correctamente.

5 Según otra realización mostrada en la figura 4, el método de la figura 3 comprende además comprimir 306 la segunda representación digital en una segunda representación digital comprimida. Además, la transmisión 308 comprende transmitir la segunda representación digital comprimida al primer RH. La segunda representación digital comprimida tiene menos bits que la segunda representación digital no comprimida. En caso de que CFR y DPD se realicen en la segunda representación digital, la compresión se puede realizar después de CFR y DPD. De este modo, se guardan los recursos de comunicación en la red de datos por paquetes.

10 Según una alternativa a la realización anterior, la compresión 306 comprende remuestreo así como cuantificación vectorial y/o codificación de transformación de la segunda representación digital. Remuestreando y luego también cuantificando vectores y/o realizando codificación de transformación en la segunda representación digital remuestreada, la tasa de bits de la transmisión al primer RH podría reducirse hacia adelante, por ejemplo, para alcanzar un nivel en el que se pueda usar una tecnología Ethernet de menor velocidad. para la red de paquetes de datos, es decir, se puede utilizar una red de paquetes de datos rentable. Un ejemplo adecuado de codificación por transformada es la codificación predictiva lineal, LPC. Además, se puede utilizar modelado de ruido.

15 Según otra alternativa, la compresión 306 comprende una densidad de espectro de potencia, PSD, compresión dependiente de la segunda representación digital. De este modo, la tasa de bits de la transmisión al primer RH se puede reducir cuando los datos que se envían en las portadoras de antena no cargan completamente las portadoras de antena en el primer ancho de banda. La compresión dependiente de PSD puede ser una compresión dependiente de la carga adaptativa.

20 Según otra realización, que se muestra en la figura 5, el método comprende además recibir 310, desde el primer RH 221, una señal de receptor de observación de transmisor digital, TOR, siendo la señal TOR la segunda frecuencia de representación digital convertida en RF y amplificada por el primer RH, y aplicar 312 la señal digital Señal TOR al realizar la DPD. Un circuito TOR en el RH muestrea y digitaliza una señal de salida de un amplificador de potencia del RH. La señal de salida del amplificador de potencia es la segunda frecuencia de representación digital convertida en RF, convertida en DA y amplificada por el RH antes de ser enviada a la antena respectiva para transmisión inalámbrica. La señal de salida muestreada y digitalizada, es decir, la señal TOR, es una señal que comprende la salida deseada más los productos de distorsión de intermodulación generados principalmente en el amplificador de potencia. Normalmente, el TOR necesita un ancho de banda de medición más alto que el primer ancho de banda, por ejemplo, 3 veces más ancho de banda. A partir de la señal TOR es posible calcular una función inversa de las no linealidades del amplificador de potencia. Esta inversa se aplica luego en la segunda representación digital, después de CFR, y esta operación es la DPD. Básicamente, la DPD amplificará las muestras fuertes un poco más que las muestras débiles para contrarrestar la característica de la PA. En la técnica anterior, tanto la DPD como el amplificador de potencia se encuentran en el RH. Sin embargo, de acuerdo con una realización de esta invención, la DPD se realiza en la IRU. Como calcular y aplicar DPD tiene una alta complejidad computacional, el RH podría simplificarse moviendo la DPD a IRU. El problema es que el TOR está en el RH. Al enviar una señal que comprende el TOR a la IRU, la IRU puede realizar la DPD. Como se muestra en la figura 4, las etapas de la figura 5 deben realizarse antes de la etapa 305 de realizar CFR y DPD en la segunda representación digital, en la realización en la que se realizan CFR y DPD.

30 Según una alternativa de esta realización, la señal TOR digital recibida se comprime. Al comprimir la señal TOR, por ejemplo, mediante LPC, es posible enviar la señal TOR en el enlace ascendente, es decir, desde el RH a la IRU, en Dúplex por división de tiempo, TDD, en lugar de señales de enlace ascendente regulares. Puede ser necesaria una compresión ya que el ancho de banda de la señal TOR sin comprimir es a menudo mayor que el ancho de banda disponible en el enlace ascendente. Además, enviar la señal TOR en el enlace ascendente sería un uso eficiente de los recursos de transmisión ya que el enlace ascendente no se usa durante la transmisión del enlace descendente en modo TDD.

35 Según otra realización, el primer RH 221 tiene una primera antena y una segunda antena, y un primer conjunto de las primeras representaciones digitales son representaciones de portadoras de antena de la primera antena, y un segundo conjunto de las primeras representaciones digitales son representaciones de antena portadoras de la segunda antena. Además, la frecuencia de multiplexación 304 en la segunda representación digital comprende la frecuencia de multiplexación del primer conjunto de las primeras representaciones digitales en una segunda representación digital primaria, y la frecuencia de multiplexación del segundo conjunto de las primeras representaciones digitales en una segunda representación digital secundaria. La transmisión 308 comprende entonces transmitir la segunda representación digital primaria al primer RH 221 y transmitir la segunda representación digital secundaria al primer RH. En caso de que el primer RH tenga más de una antena, por ejemplo, una primera y una segunda antena, las primeras representaciones digitales de las portadoras de antena de la primera antena se multiplexan y envían a una segunda representación digital, que en el primer RH se dirige al transmisor de la primera antena. De manera similar, las primeras representaciones digitales de las portadoras de antena de la segunda antena se multiplexan y envían a otra segunda representación digital, que en el primer RH se dirige al transmisor de la segunda antena.

La figura 6, junto con la figura 2, describe una realización de un método realizado por un RH 221 de un sistema de estación base 200, estando dispuesto el RH 221 para la transmisión inalámbrica en radiofrecuencia, RF, de una pluralidad de portadoras de antena a los UE 250. La pluralidad de portadoras de antena debe transmitirse desde el RH 221 a RF individualmente diferentes. El sistema de estación base comprende el RH 221, una IRU 210 conectada al RH 221 a través de una red de paquetes de datos 240 y una BBU 230 conectada a la IRU 210. El método comprende recibir 402, desde la IRU 210, una segunda representación digital en un primer ancho de banda, comprendiendo la segunda representación digital una pluralidad de primeras representaciones digitales de la pluralidad de portadoras de antena, representando cada primera representación digital una portadora de antena, la pluralidad de primeras representaciones digitales de la pluralidad de portadoras de antena que se multiplexan en frecuencia en la segunda representación digital a través del primer ancho de banda. El método comprende además convertir en frecuencia 408 la segunda representación digital en radiofrecuencia, y transmitir de forma inalámbrica 410 la segunda representación digital convertida a los UE 250.

Según una realización, en la segunda representación digital recibida, la pluralidad de portadoras de antena se distribuye en frecuencia a lo largo del primer ancho de banda de acuerdo con sus RF individuales para la transmisión desde el RH 221 a los UE.

La figura 8 describe una realización del método descrito en la figura 6. Según la realización de la figura 8, el RH 221 comprende un amplificador de potencia para amplificar la segunda representación digital convertida en frecuencia. Además, el método comprende adicionalmente muestrear y digitalizar 412 una señal de salida del amplificador de potencia, y enviar 414 la señal de salida muestreada y digitalizada a la IRU 210 como una señal de recepción de observación de transmisión digital, señal TOR, para su uso por la IRU al realizar DPD. La señal de salida del amplificador de potencia es una versión amplificada de la segunda representación digital recibida y convertida en frecuencia. Según una alternativa, la señal TOR se comprime antes de enviarse 414 a la IRU.

La figura 7 muestra una realización del método descrito en la figura 6. Según la realización de la figura 7, la segunda representación digital recibida es una versión comprimida de una versión original de la segunda representación digital, estando comprimida la segunda representación digital de acuerdo con un esquema de compresión. Además, el método comprende además descomprimir 406 la segunda representación digital recibida según el esquema de compresión para obtener una versión de la segunda representación digital correspondiente a la versión original.

Según una realización, el RH 221 tiene una primera antena y una segunda antena. Además, la segunda representación digital recibida comprende una segunda representación digital primaria que comprende un primer conjunto de las primeras representaciones digitales que son representaciones de portadoras de antena de la primera antena, estando multiplexado en frecuencia el primer conjunto de las primeras representaciones digitales en la segunda representación digital primaria. La segunda representación digital recibida comprende además una segunda representación digital secundaria que comprende un segundo conjunto de las primeras representaciones digitales que son representaciones de portadoras de antena de la segunda antena, estando multiplexado en frecuencia el segundo conjunto de las primeras representaciones digitales en la segunda representación digital secundaria. El método comprende además transportar la segunda representación digital primaria a la primera antena y la segunda representación digital secundaria a la segunda antena para la transmisión inalámbrica desde la primera y segunda antenas respectivas a los UE.

Según una realización y en comparación con los sistemas de la técnica anterior de la figura 1a y 1b, la IRU reemplaza al Mux y al HUB, respectivamente. La IRU aloja la funcionalidad DFE en lugar del RH, y el RH solo proporciona interfaz frontal y funcionalidad AFE.

Según una realización, en lugar de utilizar una interfaz analógica entre la IRU 210 y el RH 221 como en la técnica anterior de la figura 1c, la interfaz es una red digital basada en paquetes, como Ethernet. Y en lugar de enviar versiones analógicas de las portadoras de antena entre la IRU y el RH, las representaciones de señales digitales de las portadoras de antena se multiplexan en un IBW que se empaqueta en, por ejemplo, tramas Ethernet y se envía a través de la red digital basada en paquetes al RH. Cabe señalar que existe un desarrollo continuo de una CPRI evolucionado, eCPRI que especifica los mecanismos de transporte de paquetes de señales de radio a través de una red de paquetes de datos, como redes Ethernet/IP de capa 2/capa 3 en lugar de fibras punto a punto. Esto permitirá el uso de eCPRI a través de la red de paquetes de datos entre la IRU y el RH. eCPRI permite la diversidad de servicios y una mejor utilización de la red.

Según una realización, la IRU recibe una pluralidad de portadoras de antena de banda base. La funcionalidad DFE en la IRU multiplexa las portadoras en frecuencia hasta su ubicación final de frecuencia portadora en relación entre sí y con los niveles de potencia configurados en la banda base. Este compuesto de portadoras se llama IBW y refleja una copia de lo que se irradiaría desde una antena de un RH en RF, pero en banda base. En otras palabras, en el IBW, las portadoras de antena son una versión digital de la señal analógica que se transmitirá desde las antenas, con la misma distancia en frecuencia entre las portadoras de antena que tendrán cuando se transmitan desde la antena, solo en banda base en lugar de en RF. A medida que el RH recibe el IBW, solo necesita convertir el IBW en DA, transformar la frecuencia del IBW de banda base a RF y enviar el IBW convertido en DA transformado desde su antena. En caso de que el RH tenga más de una antena, las portadoras de antena se multiplexarían en frecuencia en IBW separados por antena, dependiendo de a qué antena pertenezcan las diferentes portadoras de antena.

5 La figura 9a muestra detalles del CPRI Mux 120 del sistema de la técnica anterior mostrado en la figura 1a. Las portadoras de antena, las AxC se reciben a través de CPRI desde la BBU en una unidad de CPRI 121. La unidad CPRI 121 demultiplexa las AxC de la señal CPRI común en AxC individuales y las envía a las unidades de procesamiento AxC individuales 122₁ - 122_n de modo que las AxC individuales sean procesadas individualmente por las unidades de procesamiento AxC. El procesamiento puede ser compresión en enlace descendente y descompresión en enlace ascendente. A continuación, las AxC individuales se empaquetan en marcos mediante unidades de embalaje AxC individuales 123₁ - 123_n. Un conmutador de paquetes 124 reenvía las portadoras de antena empaquetadas hacia la RU objetivo donde tiene lugar el procesamiento DFE. En otras palabras, el procesamiento se realiza aquí por AxC y habrá un flujo de tramas por AxC.

10 La figura 9b muestra detalles de una IRU según realizaciones de la invención. Las AxC se reciben a través de CPRI desde la BBU en una unidad 521 de CPRI. La unidad 521 CPRI demultiplexa las AxC de la señal CPRI común en AxC individuales. Las AxC individuales son luego procesados por una unidad de procesamiento 522. La frecuencia de la unidad de procesamiento 522 multiplexa las AxC para un RH dado en IBW en banda base compleja como una señal IBW₁. El índice "1" en IBW₁ significa un RH, o el primer RH. Las múltiples portadoras para un RH determinado se configuran en relaciones de potencia y frecuencia de la misma manera que cuando se transmiten desde el RH en RF. La unidad de procesamiento 522 realiza además funciones DFE tales como DPD y CFR en la señal IBW. La señal IBW procesada se comprime en una unidad de compresión 523 en una IBW comprimida, IBW*. Si hay huecos en el IBW, es preferible utilizar un esquema de compresión que pueda utilizar los huecos para reducir la tasa de bits del enlace delantero. Una combinación de, por ejemplo, remuestreo y codificación LPC, que puede incluir predicción lineal y codificación de entropía, podría reducir la tasa de bits a un nivel en el que se pueda usar una tecnología Ethernet de menor velocidad, por ejemplo, 2.5GBASE-T en lugar de 5GBASE-T o 10GBASE-T. Además, una compresión adaptativa dependiente de la carga puede reducir aún más la tasa de bits cuando el tráfico no carga completamente las portadoras en el IBW. El IBW para cada RH se empaqueta luego en un flujo de tramas por una unidad de empaquetado 524 para ser transmitido a través de la red de paquetes a los RH dados. 1588 sync y/o SyncE se pueden utilizar para transportar datos de sincronización.

La figura 10 muestra una realización de una IRU con más detalle. La unidad de procesamiento 522 recibe las AxC separadas individualmente y la frecuencia multiplexa las AxC que pertenecen al mismo RH. En caso de que el RH tenga más de una antena, las AxC pertenecientes a la misma antena del mismo RH se multiplexan en frecuencia en un multiplexor 531₁-531_n en señales IBW 532₁-532_n. Luego, las funciones DFE como CFR 533 y DPD 534 se realizan en las señales IBW. Las señales IBW procesadas con DFE se alimentan luego a una unidad de compresión 523 similar a la unidad de compresión de la figura 9b, para comprimirlo y alimentarlo adicionalmente a una unidad de empaquetado 524 similar a la unidad de empaquetado de la figura 9b para empaquetarse en tramas antes de transmitirse al RH.

La figura 11, junto con la figura 2, muestra una IRU 210 operable en un sistema de estación base 200. El sistema de estación base comprende la IRU 210, una BBU 230 conectada a la IRU 210 y un primer RH 221 conectado a la IRU 210 a través de una red de paquetes de datos 240. El primer RH 221 está dispuesto para la transmisión inalámbrica en RF de una pluralidad de portadoras de antena a los UE 250. La pluralidad de portadoras de antena debe transmitirse desde el primer RH a RF individualmente diferentes. La IRU 210 comprende un procesador 603 y una memoria 604. La memoria contiene instrucciones ejecutables por dicho procesador, por lo que la IRU 210 está operativa para recibir, desde la BBU 230, una pluralidad de primeras representaciones digitales de la pluralidad de portadoras de antena del primer RH 221, representando cada primera representación digital una portadora de antena, recibándose la pluralidad de primeras representaciones digitales en un rango de frecuencia de banda base. La IRU 210 también es operativa para multiplexar en frecuencia la pluralidad de primeras representaciones digitales de la pluralidad de portadoras de antena en una segunda representación digital sobre un primer ancho de banda, y transmitir la segunda representación digital al primer RH 221.

Según una realización, la IRU 210 es operativa para, cuando se multiplexa en frecuencia, distribuir la pluralidad de portadoras de antena en frecuencia a través del primer ancho de banda de acuerdo con sus RF individuales para la transmisión desde el primer RH 221 a los UE.

De acuerdo con una realización, la IRU 210 también es operativa para realizar CFR y DPD en la segunda representación digital, antes de la transmisión de la segunda representación digital al primer RH.

Según otra realización, la IRU 210 es además operativa para recibir, desde el primer RH, una señal TOR digital, siendo la señal TOR la segunda frecuencia de representación digital convertida en RF y amplificada por el primer RH, y aplicando la señal TOR digital al realizar la DPD.

Según una realización, la IRU 210 también es operativa para comprimir la señal TOR digital recibida.

55 Según otra realización, la IRU 210 también es operativa para comprimir la segunda representación digital en una segunda representación digital comprimida y para transmitir la segunda representación digital comprimida al primer RH.

Según otra realización, el primer RH 221 tiene una primera antena y una segunda antena y un primer conjunto de las primeras representaciones digitales son representaciones de portadoras de antena de la primera antena y un segundo conjunto de las primeras representaciones digitales son representaciones de portadoras de antena de la segunda antena. Además, la IRU 210 está operativa para multiplexar en frecuencia el primer conjunto de las primeras representaciones digitales en una segunda representación digital primaria y multiplexar en frecuencia el segundo conjunto de las primeras representaciones digitales en una segunda representación digital secundaria, y para transmitir la segunda representación digital primaria al primer RH 221 y transmitiendo la segunda representación digital secundaria al primer RH 221.

Según otras realizaciones, la IRU 210 puede comprender además una unidad de comunicación 602, que puede considerarse que comprende medios convencionales para comunicarse con la BBU 230 y con los RH 221-223. Las instrucciones ejecutables por dicho procesador 603 pueden disponerse como un programa informático 605 almacenado, por ejemplo, en la memoria 604. El procesador 603 y la memoria 604 pueden disponerse en una subdivisión 601. La subdivisión 601 puede ser un microprocesador y un software y almacenamiento adecuados, por lo tanto, un dispositivo lógico programable, PLD u otros componentes electrónicos/circuitos de procesamiento configurados para realizar los métodos mencionados anteriormente.

El programa informático 605 puede comprender un medio de código legible por ordenador, que cuando se ejecuta en la IRU 210 hace que la IRU 210 realice las etapas descritas en cualquiera de las realizaciones descritas de la IRU 210. El programa informático 605 puede ser transportado por un producto de programa informático conectable al procesador 603. El producto del programa informático puede ser la memoria 604. La memoria 604 puede realizarse como, por ejemplo, una RAM (memoria de acceso aleatorio), ROM (memoria de sólo lectura) o una EEPROM (ROM programable borrable eléctricamente). Además, el programa informático puede ser transportado por un medio legible por ordenador separado, tal como un CD, DVD o memoria flash, desde el cual el programa podría descargarse en la memoria 604. Alternativamente, el programa informático puede almacenarse en un servidor o cualquier otra entidad conectada a la red de comunicación a la que la IRU 210 tiene acceso a través de la unidad de comunicación 602. A continuación, el programa informático puede descargarse del servidor a la memoria 604.

La figura 12, junto con la figura 2, muestra una realización alternativa de una IRU 210 operable en un sistema de estación base 200. El sistema de estación base comprende la IRU 210, una BBU 230 conectada a la IRU 210 y un primer RH 221 conectado a la IRU 210 a través de una red de paquetes de datos 240. El primer RH 221 está dispuesto para la transmisión inalámbrica en RF de una pluralidad de portadoras de antena a los UE 250. La pluralidad de portadoras de antena se transmite desde el primer RH a RF individualmente diferentes. La IRU 210 comprende un módulo 704 de recepción para recibir, desde la BBU 230, una pluralidad de primeras representaciones digitales de la pluralidad de portadoras de antena del primer RH 221, representando cada primera representación digital una portadora de antena, siendo la pluralidad de primeras representaciones digitales recibido en un rango de frecuencia de banda base. La IRU comprende además un módulo de multiplexación de frecuencia 706 para multiplexar en frecuencia la pluralidad de primeras representaciones digitales de la pluralidad de portadoras de antena en una segunda representación digital sobre un primer ancho de banda, y un módulo de transmisión 708 para transmitir la segunda representación digital al primer RH 221. La IRU 210 puede comprender además una unidad de comunicación 602 similar a la unidad de comunicación de la figura 11.

La figura 13, junto con la figura 2, muestra un RH 221 operable en un sistema de estación base 200. El RH 221 está dispuesto para la transmisión inalámbrica en RF de una pluralidad de portadoras de antena a los UE 250. La pluralidad de portadoras de antena debe transmitirse desde el RH 221 a RF individualmente diferentes. El sistema de estación base comprende el RH 221, una IRU 210 conectada al RH 221 a través de una red de paquetes de datos 240 y una BBU 230 conectada a la IRU 210. La RH 221 comprende un procesador 803 y una memoria 804. La memoria contiene instrucciones ejecutables por dicho procesador, por lo que el RH 221 está operativo para recibir, desde la IRU 210, una segunda representación digital en un primer ancho de banda, comprendiendo la segunda representación digital una pluralidad de primeras representaciones digitales de la pluralidad de portadoras de antena, representando cada primera representación digital una portadora de antena, estando la pluralidad de primeras representaciones digitales de la pluralidad de portadoras de antena multiplexadas en frecuencia en la segunda representación digital a través del primer ancho de banda. El RH 221 también es operativo para convertir en frecuencia la segunda representación digital en radiofrecuencia y para transmitir de forma inalámbrica la segunda representación digital convertida a los UE 250.

Según una realización, el RH 221 comprende un amplificador de potencia para amplificar la segunda representación digital convertida en frecuencia. El RH es además operativo para muestrear y digitalizar una señal de salida del amplificador de potencia, y enviar la señal de salida muestreada y digitalizada a la IRU 210 como una señal TOR, para que la utilice la IRU al realizar DPD.

Según otra realización, el RH 221 también es operativo para comprimir la señal TOR antes de enviar la señal TOR a la IRU.

Según otra realización, la segunda representación digital recibida es una versión comprimida de una versión original de la segunda representación digital, estando comprimida la segunda representación digital según un esquema de compresión. Además, el RH está operativo para descomprimir la segunda representación digital recibida según el

esquema de compresión para obtener una versión de la segunda representación digital correspondiente a la versión original.

Según otras realizaciones, el RH 221 puede comprender además una unidad de comunicación 802, que puede considerarse que comprende medios convencionales para la comunicación con la IRU 210 así como para la comunicación inalámbrica con los UE conectados de forma inalámbrica al RH. La unidad de comunicación 802 puede por esta razón comprender unidades de transmisión para transmitir señales inalámbricas y unidades de recepción para recibir señales inalámbricas. Las instrucciones ejecutables por dicho procesador 803 pueden disponerse como un programa informático 805 almacenado, por ejemplo, en dicha memoria 804. El procesador 803 y la memoria 804 pueden disponerse en una subdisposición 801. La subdisposición 801 puede ser un microprocesador y un software y almacenamiento adecuados, por lo tanto, un dispositivo lógico programable, PLD, u otros componentes electrónicos/circuitos de procesamiento configurados para realizar las acciones y/o métodos mencionados anteriormente.

El programa de ordenador 805 puede comprender un medio de código legible por ordenador, que cuando se ejecuta en el RH 221 hace que el RH realice las etapas descritas en cualquiera de las realizaciones descritas del RH. El programa de ordenador 805 puede ser transportado por un producto de programa de ordenador conectable al procesador 803. El producto de programa informático puede ser la memoria 804. La memoria 804 puede realizarse como, por ejemplo, una RAM (memoria de acceso aleatorio), ROM (memoria de sólo lectura) o una EEPROM (ROM programable borrable eléctricamente). Además, el programa de ordenador puede ser transportado por un medio legible por ordenador separado, tal como un CD, DVD o memoria flash, desde el cual el programa podría descargarse en la memoria 804. Alternativamente, el programa informático puede almacenarse en un servidor o cualquier otra entidad conectada a la red de comunicación a la que el RH tiene acceso a través de la unidad de comunicación 802. A continuación, el programa informático puede descargarse del servidor a la memoria 804.

La figura 14, junto con la figura 2, muestra una realización alternativa de un RH 221 operable en un sistema de estación base 200. El RH 221 está dispuesto para la transmisión inalámbrica en RF de una pluralidad de portadoras de antena a los UE 250. La pluralidad de portadoras de antena debe transmitirse desde el RH 221 a RF individualmente diferentes. El sistema de estación base comprende el RH 221, una IRU 210 conectada al RH 221 a través de una red de paquetes de datos 240 y una BBU 230 conectada a la IRU 210. El RH 221 comprende un módulo de recepción 904 para recibir, desde la IRU 210, una segunda representación digital en un primer ancho de banda, comprendiendo la segunda representación digital una pluralidad de primeras representaciones digitales de la pluralidad de portadoras de antena, representando cada primera representación digital una antena portadora, multiplexándose en frecuencia la pluralidad de primeras representaciones digitales de la pluralidad de portadoras de antena en la segunda representación digital a través del primer ancho de banda. El RH 221 comprende además un módulo de conversión de frecuencia 906 para convertir en frecuencia la segunda representación digital en radiofrecuencia, y un módulo de transmisión 908 para transmitir de forma inalámbrica la segunda representación digital convertida a los UE 250.

La presente invención se puede utilizar en cualquier tecnología de acceso por radio y en antenas portadoras de cualquier tecnología de acceso por radio, como el Sistema Global para Comunicaciones Móviles, GSM, Acceso Múltiple por División de Código de Banda Ancha, WCDMA, Evolución a largo plazo, LTE, Siguiente evolución, NE.

Aunque la descripción anterior contiene una pluralidad de especificidades, estas no deben interpretarse como limitantes del alcance del concepto descrito en el presente documento, sino como simplemente proporcionando ilustraciones de algunas realizaciones ejemplificativas del concepto descrito. Se apreciará que el alcance del concepto descrito en este momento abarca completamente otras realizaciones que pueden resultar obvias para los expertos en la técnica, y que el alcance del concepto descrito en este momento solo está limitado por el alcance de las reivindicaciones adjuntas. La referencia a un elemento en singular no pretende significar "uno y solo uno" a menos que se indique explícitamente, sino más bien "uno o más". Todos los equivalentes estructurales y funcionales de los elementos de las realizaciones descritas anteriormente que son conocidos por los expertos en la técnica se incorporan expresamente en el presente documento como referencia y se pretende que estén incluidos en el presente documento. Además, no es necesario que un aparato o método aborde todos y cada uno de los problemas que se buscan resolver mediante el concepto actualmente descrito, para que quede abarcado por la presente. En las figuras ejemplares, una línea discontinua generalmente significa que la característica dentro de la línea discontinua es opcional.

REIVINDICACIONES

1. Un método realizado por una unidad de radio intermedia, IRU (210) de un sistema de estación base (200), comprendiendo el sistema de estación base la IRU (210), una unidad de banda base, BBU (230) conectada a la IRU (210), y un primer cabezal de radio, RH, (221) conectado a la IRU (210) a través de una red de paquetes de datos (240), estando dispuesto el primer RH (221) para transmisión inalámbrica en radiofrecuencia, RF, de una pluralidad de portadoras de antena a equipos de usuario, UE (250), siendo transmitida la pluralidad de portadoras de antena desde el primer RH a diferentes RF individualmente, comprendiendo el método:
- 5 recibir (302), desde la BBU (230), una pluralidad de primeras representaciones digitales de la pluralidad de portadoras de antena del primer RH (221), representando cada primera representación digital una portadora de antena, siendo recibida la pluralidad de primeras representaciones digitales en un rango de frecuencia de banda base,
- 10 multiplexar en frecuencia (304) la pluralidad de primeras representaciones digitales de la pluralidad de portadoras de antena en una segunda representación digital sobre un primer ancho de banda instantáneo, en el que en la multiplexación de frecuencia (304), la pluralidad de portadoras de antena se distribuye en frecuencia a través del primer ancho de banda instantáneo de acuerdo con sus RF individuales para la transmisión desde el primer RH (221) a los UE, de modo que la pluralidad de portadoras de antena se distribuyen a lo largo del primer ancho de banda instantáneo en la misma relación de frecuencia que deben tener cuando se transmiten en RF desde el primer RH; y
- 15 transmitir (308) la segunda representación digital al primer RH (221).
- 20 2. Método según la reivindicación 1, que comprende, además:
- realizar (305) reducción del factor de cresta, CFR, y distorsión previa digital, DPD, en la segunda representación digital, antes de la transmisión (308) de la segunda representación digital al primer RH.
3. Método según la reivindicación 2, que comprende, además:
- 25 recibir (310), desde el primer RH, una señal de receptor de observación del transmisor digital, TOR, siendo la señal TOR la segunda frecuencia de representación digital convertida en RF y amplificada por el primer RH, y
- aplicar (312) la señal TOR digital al realizar la DPD.
4. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende, además:
- 30 comprimir (306) la segunda representación digital en una segunda representación digital comprimida, y en el que la transmisión (308) comprende transmitir la segunda representación digital comprimida al primer RH.
5. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el primer RH (221) tiene una primera antena y una segunda antena y un primer conjunto de las primeras representaciones digitales son representaciones de portadoras de antena de la primera antena y un segundo conjunto de las primeras representaciones digitales son representaciones de portadoras de antena de la segunda antena, y en el que la multiplexación de frecuencia (304) en la segunda representación digital comprende la multiplexación de frecuencia del primer conjunto de las primeras representaciones digitales en una segunda representación digital primaria y la multiplexación de frecuencia del segundo conjunto de las primeras representaciones digitales en una segunda representación digital secundaria, y en el que la transmisión (308) comprende transmitir la segunda representación digital primaria al primer RH (221) y transmitir la segunda representación digital secundaria al primer RH.
- 35
6. Un método realizado por un cabezal de radio, RH, (221) de un sistema de estación base (200), estando dispuesto el RH (221) para la transmisión inalámbrica en radiofrecuencia, RF, de una pluralidad de portadoras de antena a equipos de usuario, UE (250), transmitiéndose la pluralidad de portadoras de antena desde el RH (221) en diferentes RF individualmente, comprendiendo el sistema de estación base el RH (221), una unidad de radio intermedia, IRU, (210) conectada al RH (221) a través de una red de paquetes de datos (240), y una unidad de banda base, BBU, (230) conectada a la IRU (210), comprendiendo el método:
- 40 recibir (402), desde la IRU (210), una segunda representación digital en un primer ancho de banda instantáneo, comprendiendo la segunda representación digital una pluralidad de primeras representaciones digitales de la pluralidad de portadoras de antena, representando cada primera representación digital una portadora de antena, multiplexándose en frecuencia la pluralidad de primeras representaciones digitales de la pluralidad de portadoras de antena en la segunda representación digital a través del primer ancho de banda instantáneo,
- 45 en el que en la segunda representación digital recibida, la pluralidad de portadoras de antena se distribuyen en frecuencia a lo largo del primer ancho de banda instantáneo de acuerdo con sus RF individuales para transmisión desde el RH (221) a los UE de modo que la pluralidad de portadoras de antena se distribuyan a lo largo del primer ancho de banda instantáneo en la misma relación de frecuencia que deben tener cuando se transmiten en RF desde el primer RH;
- 50

convertir en frecuencia (408) la segunda representación digital en radiofrecuencia, y

transmitir de forma inalámbrica (410) la segunda representación digital convertida a los UE (250).

7. Método según la reivindicación 6, comprendiendo el RH (221) un amplificador de potencia para amplificar la segunda representación digital convertida en frecuencia, comprendiendo el método, además:

5 muestrear y digitalizar (412) una señal de salida del amplificador de potencia, y

enviar (414) la señal de salida muestreada y digitalizada a la IRU (210) como una señal TOR digital, para que la utilice la IRU al realizar la DPD.

8. Método según cualquiera de las reivindicaciones 6 a 7, en el que la segunda representación digital recibida es una versión comprimida de una versión original de la segunda representación digital, estando comprimida la segunda representación digital según un esquema de compresión, comprendiendo además el método:

descomprimir (406) la segunda representación digital recibida según el esquema de compresión para obtener una versión de la segunda representación digital correspondiente a la versión original.

9. Método según la reivindicación 6, en el que el RH (221) tiene una primera antena y una segunda antena, y en el que la segunda representación digital recibida comprende una segunda representación digital primaria que comprende un primer conjunto de las primeras representaciones digitales que son representaciones de antenas portadoras de la primera antena, siendo el primer conjunto de las primeras representaciones digitales multiplexadas en frecuencia en la segunda representación digital primaria, y una segunda representación digital secundaria que comprende un segundo conjunto de las primeras representaciones digitales que son representaciones de portadoras de antena de la segunda antena, multiplexándose el segundo conjunto de las primeras representaciones digitales en frecuencia en la segunda representación digital secundaria, comprendiendo el método, además transportar la segunda representación digital primaria a la primera antena y la segunda representación digital secundaria a la segunda antena para la transmisión inalámbrica desde la primera y segunda antenas respectivas a los UE.

10. Una unidad de radio intermedia, IRU (210), operable en un sistema de estación base (200), comprendiendo el sistema de estación base la IRU (210), una unidad de banda base, BBU (230), conectada a la IRU (210), y un primer cabezal de radio, RH, (221) conectado a la IRU (210) a través de una red de paquetes de datos (240), estando dispuesto el primer RH (221) para la transmisión inalámbrica en RF de una pluralidad de portadoras de antena a equipos de usuario, UE (250), la pluralidad de portadoras de antena se transmitirá desde el primer RH a RF individualmente diferentes, comprendiendo la IRU (210) un procesador (603) y una memoria (604), conteniendo dicha memoria instrucciones ejecutables por dicho procesador, por lo que el IRU (210) está operativo para:

30 recibir, desde la BBU (230), una pluralidad de primeras representaciones digitales de la pluralidad de portadoras de antena del primer RH (221), representando cada primera representación digital una portadora de antena, siendo recibida la pluralidad de primeras representaciones digitales en un rango de frecuencia de banda base,

35 multiplexar por frecuencia la pluralidad de primeras representaciones digitales de la pluralidad de portadoras de antena en una segunda representación digital sobre un primer ancho de banda instantáneo, en el que, en el multiplexado de frecuencia, se distribuye la pluralidad de portadoras de antena en frecuencia a través del primer ancho de banda instantáneo de acuerdo con sus RF individuales para la transmisión desde el primer RH (221) a los UE, de modo que la pluralidad de portadoras de antena se distribuyen a lo largo del primer ancho de banda instantáneo en la misma relación de frecuencia que deben tener cuando se transmiten en RF desde el primer RH; y

transmitir la segunda representación digital al primer RH (221).

40 11. IRU (210) según la reivindicación 10, en la que dicha memoria (604) contiene instrucciones ejecutables por dicho procesador (603), por lo que la IRU (210) está operativa para realizar el método según cualquiera de las reivindicaciones 2-5.

45 12. Un programa informático (605) que comprende medios de código legibles por ordenador para ser ejecutados en una IRU (210) de un sistema de estación base (200), comprendiendo el sistema de estación base la IRU (210), una BBU (230) conectada a la IRU (210), y un primer RH (221) conectado a la IRU (210) a través de una red de paquetes de datos (240), estando dispuesto el primer RH (221) para la transmisión inalámbrica en RF de una pluralidad de portadoras de antena a los UE (250), transmitiéndose la pluralidad de portadoras de antena desde el primer RH a diferentes RF individualmente, cuyos medios de código legibles por ordenador cuando se ejecutan en la IRU hacen que la IRU (210) realice las siguientes etapas:

50 recibir, desde la BBU (230), una pluralidad de primeras representaciones digitales de la pluralidad de portadoras de antena del primer RH (221), representando cada primera representación digital una portadora de antena, siendo recibida la pluralidad de primeras representaciones digitales en un rango de frecuencia de banda base,

multiplexar en frecuencia la pluralidad de primeras representaciones digitales de la pluralidad de portadoras de antena en una segunda representación digital sobre un primer ancho de banda instantáneo, en el que en la

multiplexación de frecuencia, la pluralidad de portadoras de antena se distribuye en frecuencia a través del primer ancho de banda instantáneo de acuerdo con sus RF individuales para la transmisión desde el primer RH (221) a los UE, de modo que la pluralidad de portadoras de antena se distribuyen a lo largo del primer ancho de banda instantáneo en la misma relación de frecuencia que deben tener cuando se transmiten en RF desde el primer RH; y

5 transmitir la segunda representación digital al primer RH (221).

13. Un cabezal de radio, RH, (221) operable en un sistema de estación base (200), estando dispuesto el RH (221) para transmisión inalámbrica en radiofrecuencia, RF, de una pluralidad de portadoras de antena a equipos de usuario, UE (250), transmitiéndose la pluralidad de portadoras de antena desde el RH (221) en RF individualmente diferentes, comprendiendo el sistema de estación base el RH (221), una unidad de radio intermedia, IRU, (210) conectada al RH (221) a través de un red de paquetes de datos (240), y una unidad de banda base, BBU, (230) conectada a la IRU (210), comprendiendo el RH (221) un procesador (803) y una memoria (804), conteniendo dicha memoria instrucciones ejecutables por dicho procesador, por lo que el RH (221) está operativo para:

15 recibir, desde la IRU (210), una segunda representación digital en un primer ancho de banda instantáneo, comprendiendo la segunda representación digital una pluralidad de primeras representaciones digitales de la pluralidad de portadoras de antena, representando cada primera representación digital una portadora de antena, multiplexándose en frecuencia la pluralidad de primeras representaciones digitales de la pluralidad de portadoras de antena en la segunda representación digital a través del primer ancho de banda instantáneo, en el que en la segunda representación digital recibida, la pluralidad de portadoras de antena se distribuyen en frecuencia a lo largo del primer ancho de banda instantáneo de acuerdo con sus RF individuales para transmisión desde el RH (221) a los UE, de modo que la pluralidad de portadoras de antena se distribuyan a lo largo del primer ancho de banda instantáneo en la misma relación de frecuencia que deben tener cuando se transmiten en RF desde el primer RH,

20 convertir en frecuencia la segunda representación digital en radiofrecuencia, y

transmitir de forma inalámbrica la segunda representación digital convertida a los UE (250).

14. RH (221) según la reivindicación 13, en el que dicha memoria (804) contiene instrucciones ejecutables por dicho procesador (803), por lo que el RH (221) es operativo para realizar el método según cualquiera de las reivindicaciones 7-9.

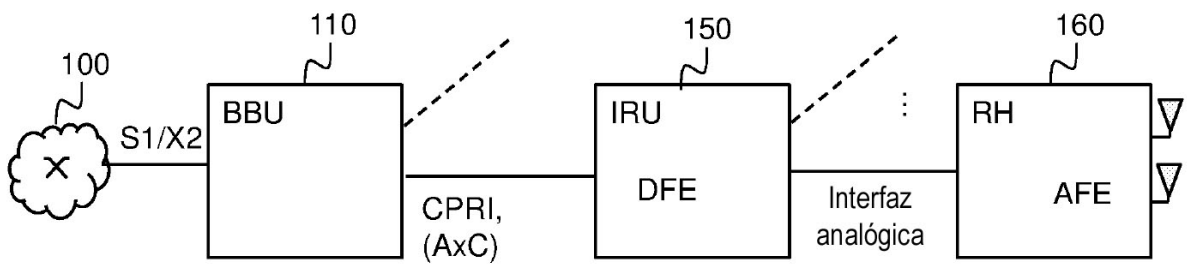
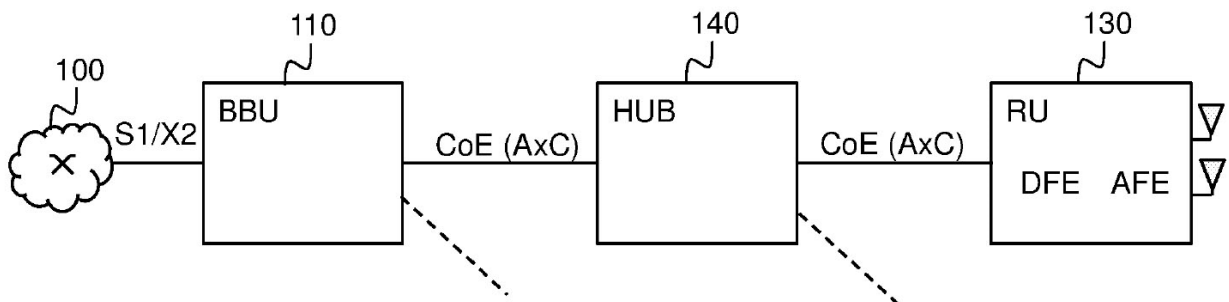
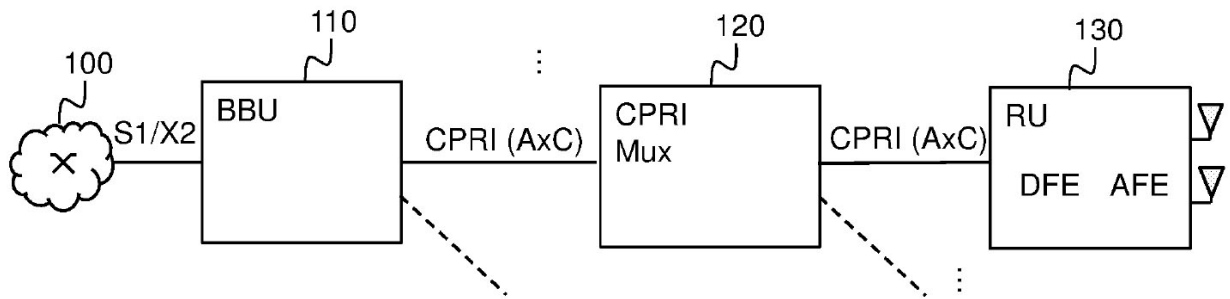
15. Un programa informático (805) que comprende medios de código legibles por ordenador para ejecutarse en un RH (221) de un sistema de estación base (100), estando el RH (221) dispuesto para la transmisión inalámbrica en RF de una pluralidad de portadoras de antena a los UE (250), transmitiéndose la pluralidad de portadoras de antena desde el RH (221) en diferentes RF individualmente, comprendiendo el sistema de estación base el RH (221), una IRU (210) conectada al RH (221) a través de una red de paquetes de datos (240), y una BBU (230) conectada a la IRU (210), cuyos medios de código legibles por ordenador cuando se ejecutan en el RH hacen que el RH (221) realice las siguientes etapas:

35 recibir, desde la IRU (210), una segunda representación digital en un primer ancho de banda instantáneo, comprendiendo la segunda representación digital una pluralidad de primeras representaciones digitales de la pluralidad de portadoras de antena, representando cada primera representación digital una portadora de antena, multiplexándose en frecuencia la pluralidad de primeras representaciones digitales de la pluralidad de portadoras de antena en la segunda representación digital a través del primer ancho de banda instantáneo,

40 en el que, en la segunda representación digital recibida, la pluralidad de portadoras de antena se distribuyen en frecuencia a lo largo del primer intermedio instantáneo de acuerdo con sus RF individuales para transmisión desde el RH (221) a los UE, de modo que la pluralidad de portadoras de antena se distribuye a lo largo del primer ancho de banda instantáneo en la misma relación de frecuencia que deben tener cuando se transmiten en RF desde el primer RH,

convertir en frecuencia la segunda representación digital en radiofrecuencia, y

45 transmitir de forma inalámbrica la segunda representación digital convertida a los UE (250).



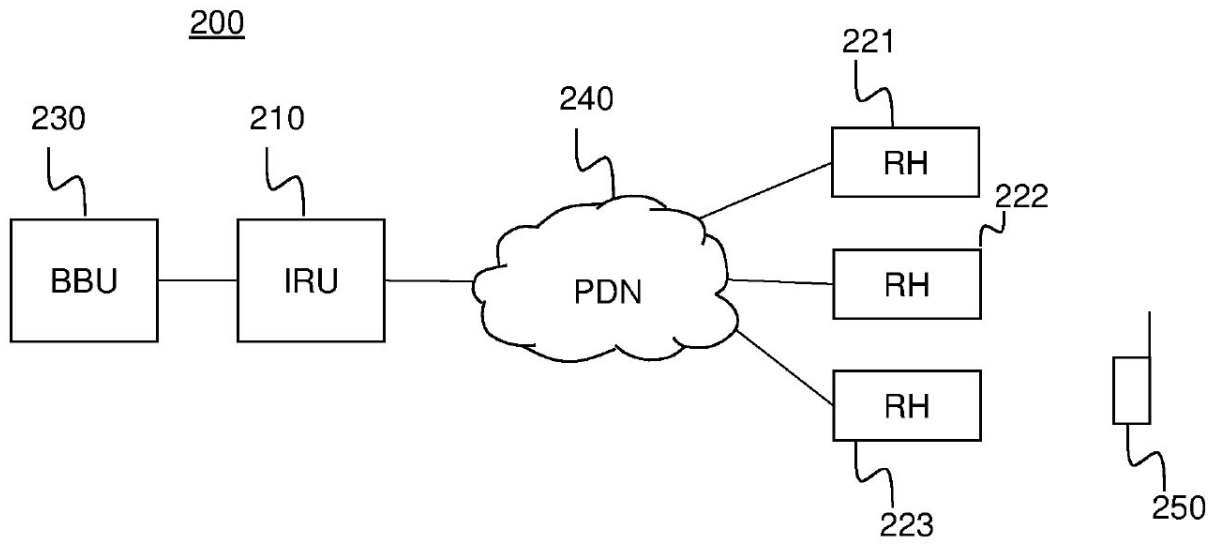


Fig. 2

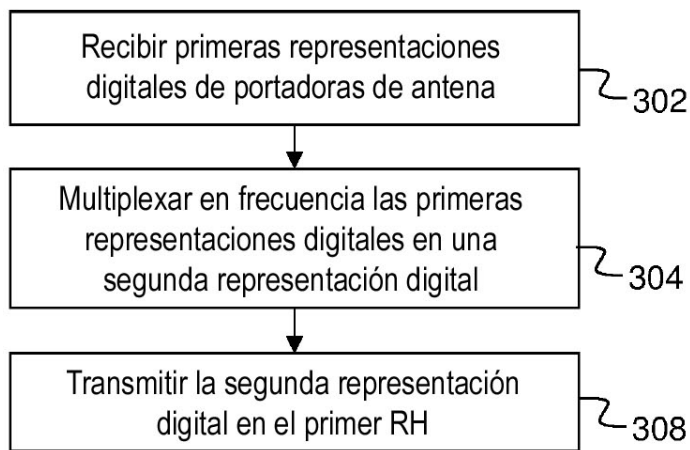


Fig. 3

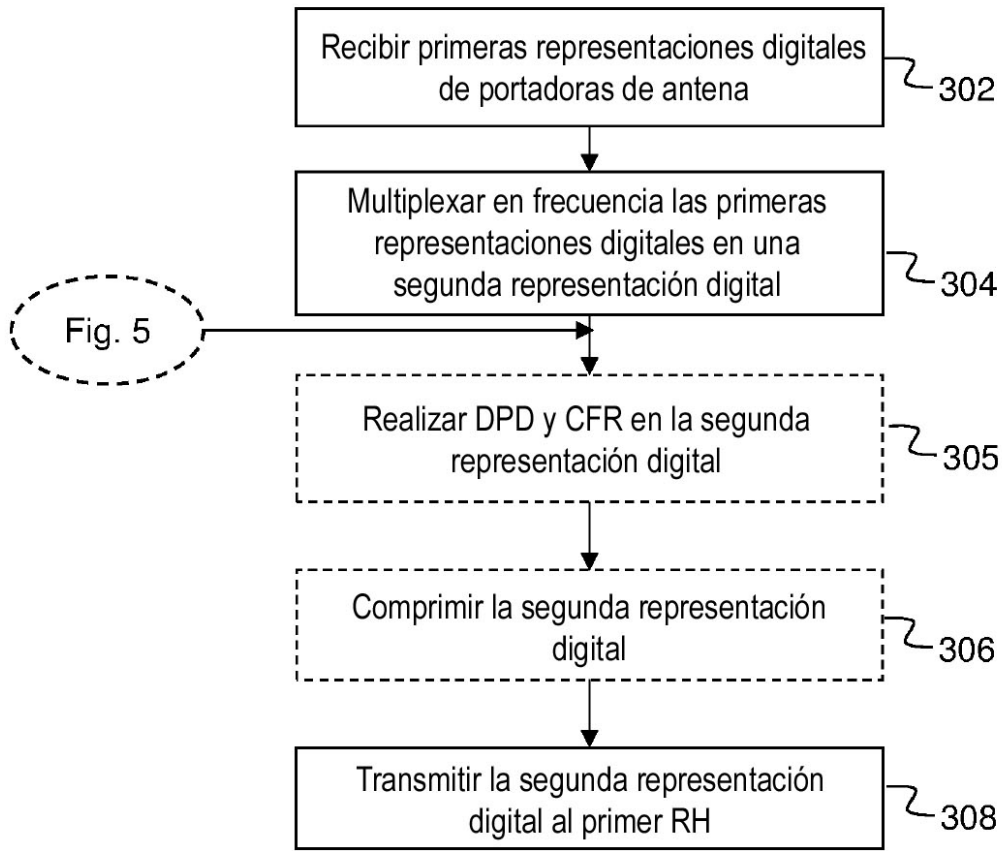


Fig. 4

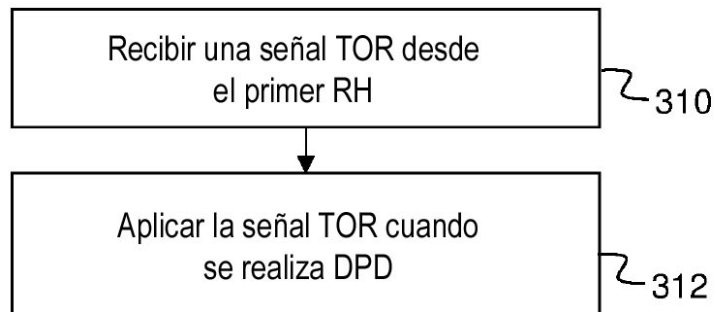


Fig. 5

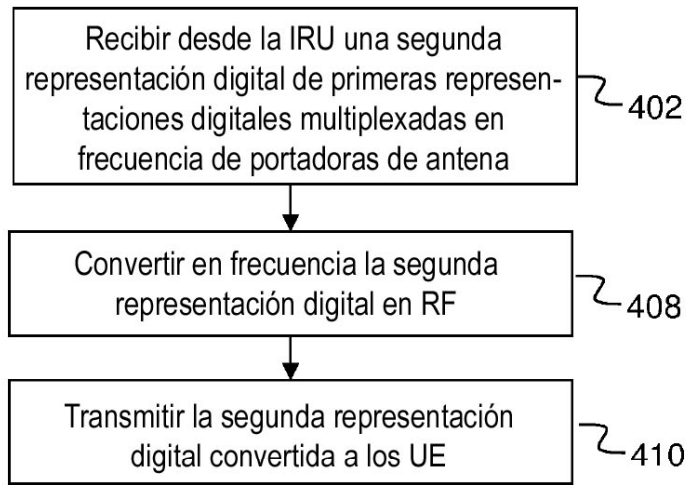


Fig. 6

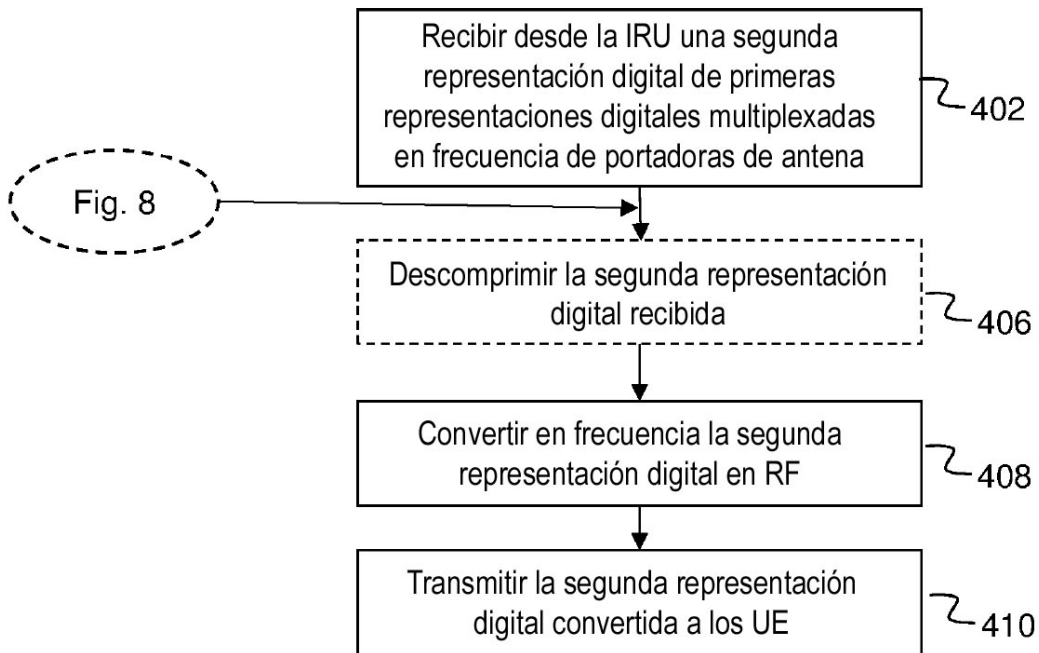


Fig. 7

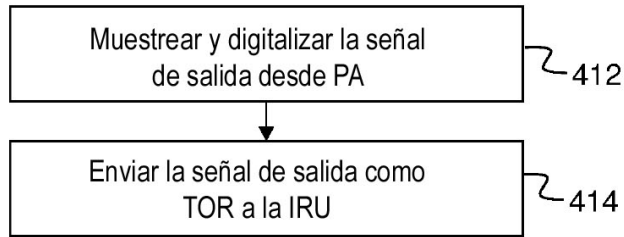


Fig. 8

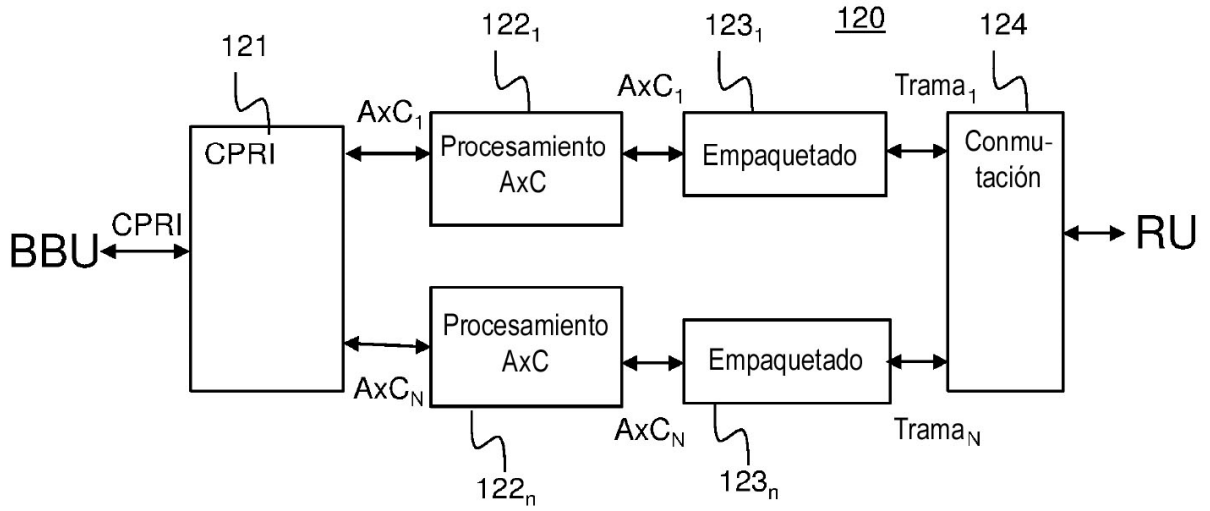


Fig. 9a

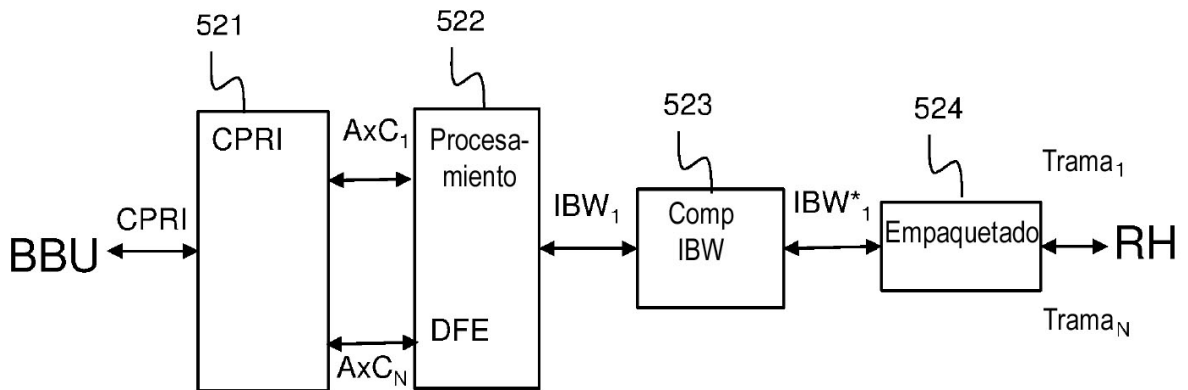


Fig. 9b

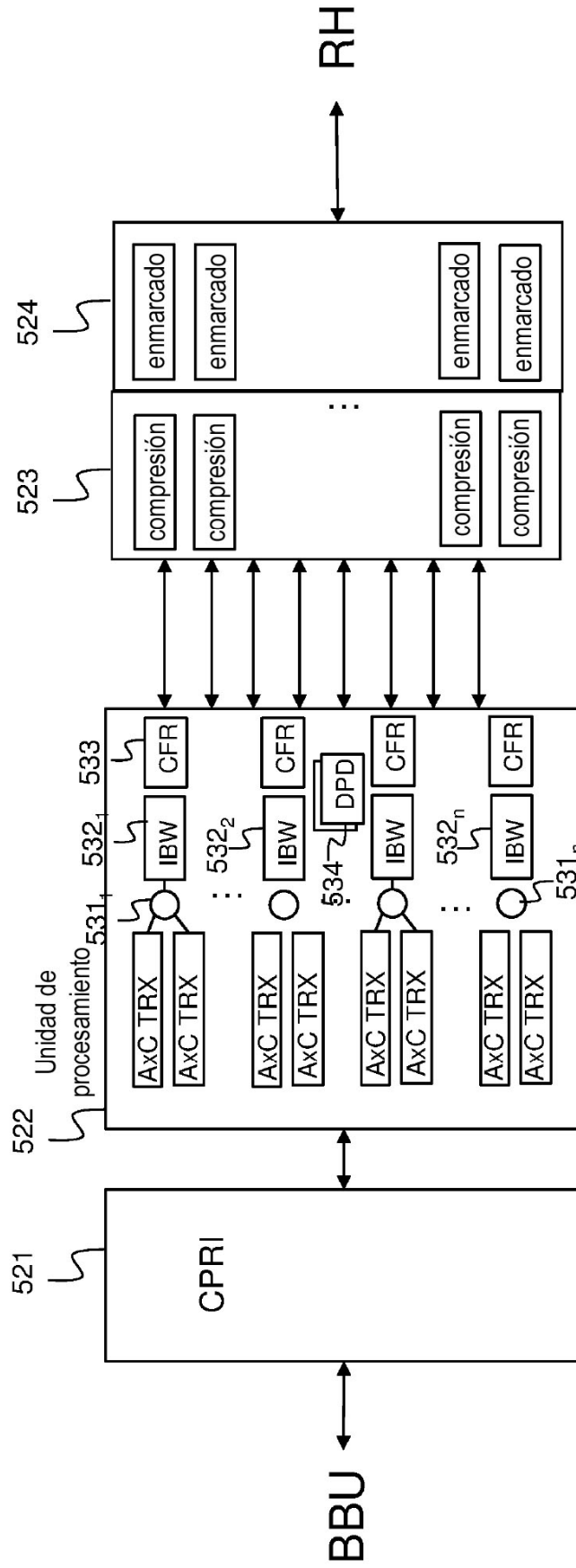


Fig. 10

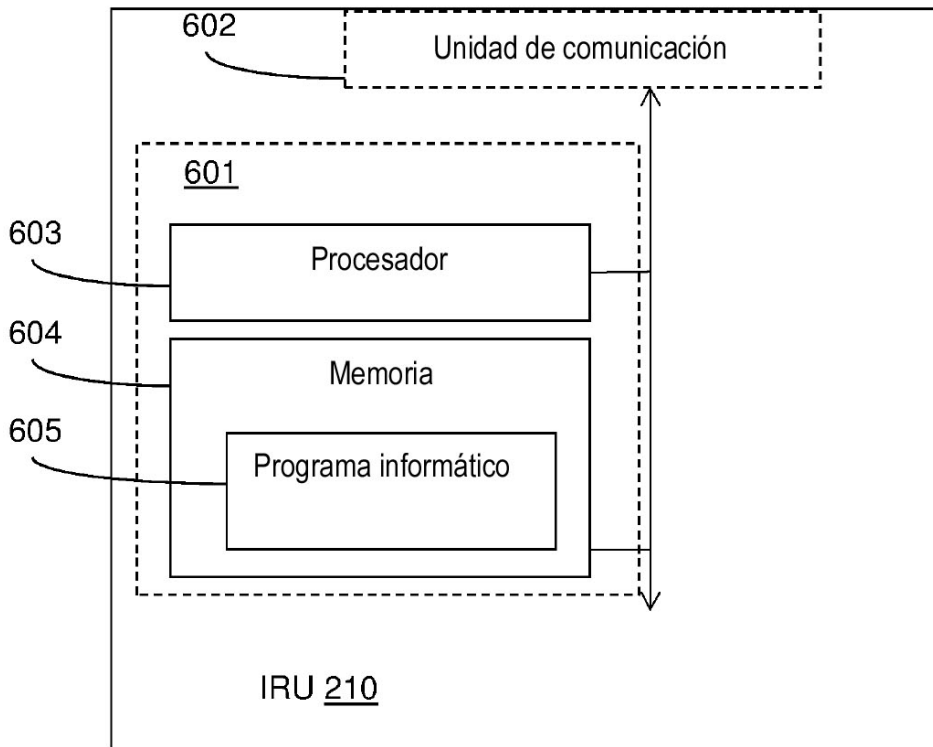


Fig. 11

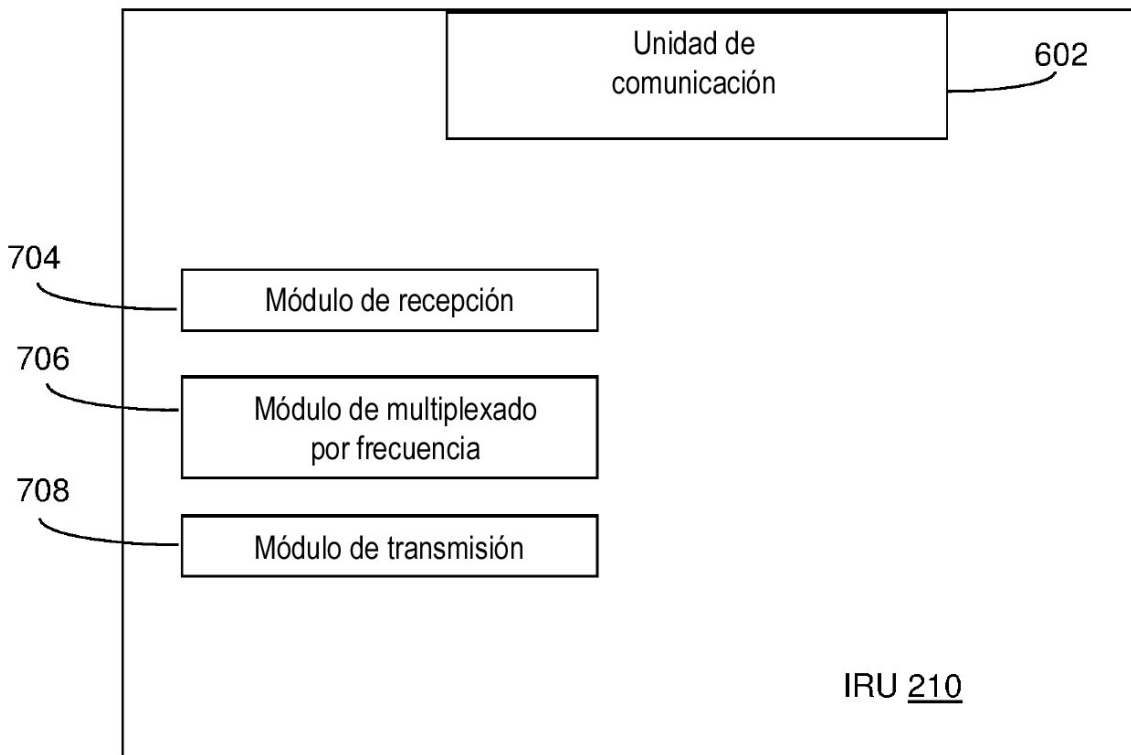


Fig. 12

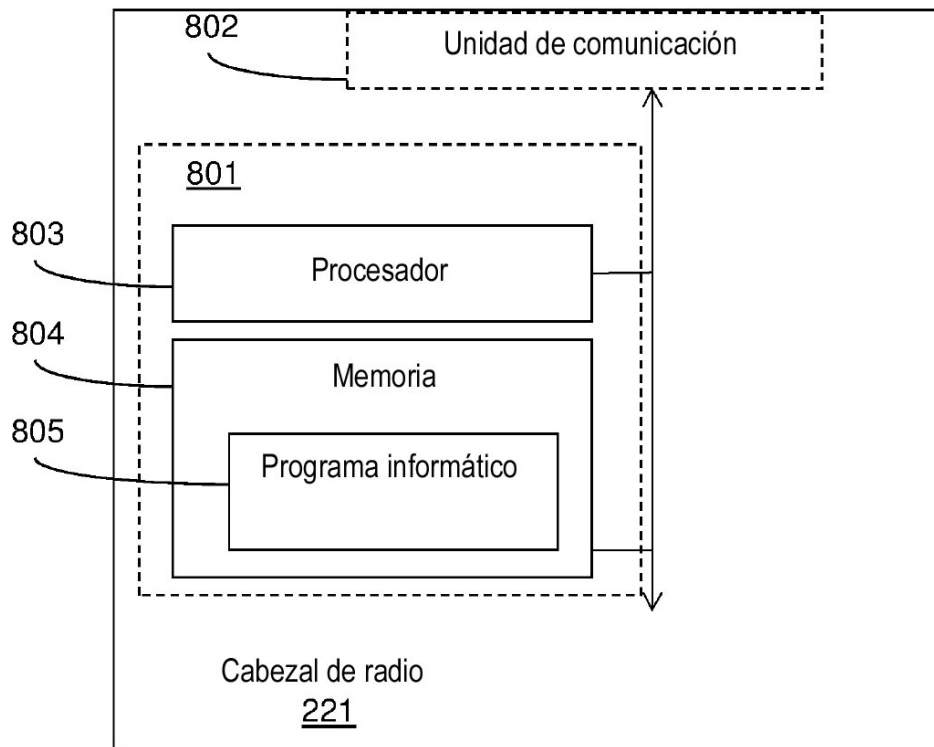


Fig. 13

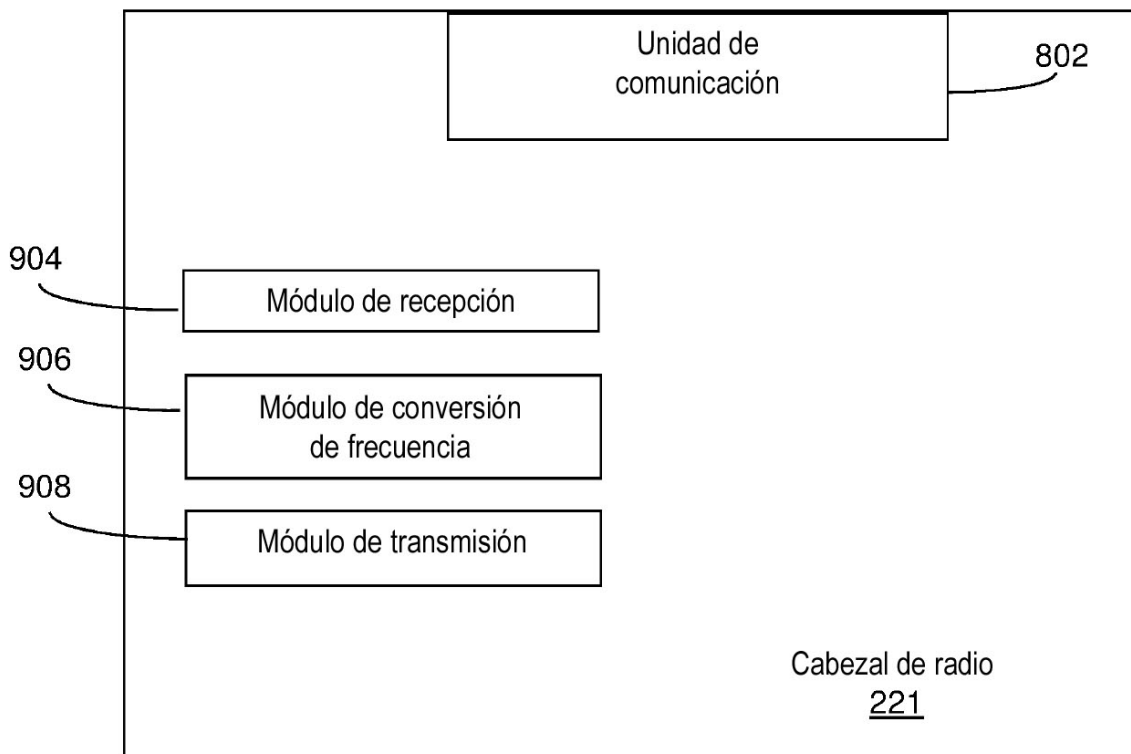


Fig. 14