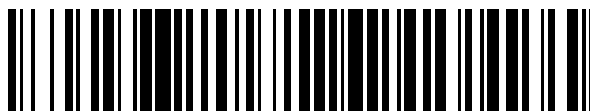


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 605 483**

51 Int. Cl.:

H04W 88/08 (2009.01)
H04B 7/08 (2006.01)
H01Q 3/34 (2006.01)
H01Q 1/24 (2006.01)
H04B 17/11 (2015.01)
H04B 17/21 (2015.01)
H04B 7/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.03.2009 PCT/CN2009/070866**
 87 Fecha y número de publicación internacional: **18.02.2010 WO10017706**
 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.03.2009 E 09806309 (2)**
 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.09.2016 EP 2299774**

54 Título: **Antena activa, estación base, método de actualización de la amplitud y de la fase y método para procesamiento de señales**

30 Prioridad:

14.08.2008 CN 200810145754

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
14.03.2017

73 Titular/es:

**HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD. (100.0%)
Huawei Administration Building, Bantian
Longgang District, , Shenzhen, Guangdong
518129, CN**

72 Inventor/es:

**ZHU, YUANRONG;
CHEN, JIANJUN;
HE, ZHUOBIAO;
WU, JIANFENG;
XU, MING;
ZHANG, YI;
ZHU, YUNTAO y
HE, PINGHUA**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 605 483 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

Antena activa, estación base, método de actualización de la amplitud y de la fase y método para procesamiento de señales

5

CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención se refiere al campo de las comunicaciones móviles y en particular, a una antena activa.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

En los sistemas de comunicaciones móviles, una unidad de antena montada en una torre se suele utilizar para recibir y transmitir señales. Puesto que la unidad de antena suele ser pasiva, una unidad de radio distante (RRU) necesita proporcionar una señal de transmisión de alta potencia y esta señal se transmite por una unidad de antena conectada a la RRU por intermedio de un cable de alimentador.

15

Según se ilustra en la Figura 1, la unidad de antena en la técnica anterior incluye una red de dipolo de antena 5, una red de desplazador de fase y una red de combinador/divisor de potencia 6, un módulo de circuitos multiplexor y demultiplexor (BiasTee) 9, una unidad de transmisión 7 y una unidad de control a distancia (RCU) 8. La unidad RRU incluye un transceptor y una unidad de procesamiento digital (DPU). La unidad RRU está conectada a la unidad de antena por intermedio de una línea de alimentador. Durante la recepción de la señal, una señal de onda electromagnética débil transmitida por una estación móvil se recibe por la red de dipolos de antena 5; esta señal débil es desplazada en fase por la red del desplazador de fase y está combinada en una señal recibida por la red de combinador/divisor de potencia; el módulo de circuitos multiplexor y demultiplexor 9 transmite la señal recibida a la unidad RRU por intermedio de la línea del alimentador; la señal recibida se procesa por el duplexor, el amplificador de bajo nivel de ruido (LNA) y el conversor descendente del transceptor en la unidad RRU y se somete a una conversión analógica a digital (ADC) y filtrado (filtro de decimación de peine integrador en cascada (CIC), un filtro de semi-banda (HBF) y un filtro de respuesta de impulsos finitos (FIR)) por la unidad DPU en la RRU; la señal recibida se envía a la unidad de banda base (BBU) y luego, al controlador de estación base (BSC) por intermedio de la BBU. Durante la transmisión de la señal, la señal de la unidad BBU se somete a la operación de recorte del dispositivo cortador (reducción del factor de cresta (CFR)) y la conversión de digital a analógico (DAC) por la unidad DPU en la RRU; luego, la señal se procesa por el transceptor (conversión de frecuencia), amplificador de potencia (PA) y duplexor en la unidad RRU; la señal se transmite a la red del desplazador de fases y a la red de combinador/divisor de potencia por intermedio de la línea del alimentador y el módulo de circuitos multiplexor y demultiplexor 9; la señal se divide en múltiples señales por la red del combinador/divisor de potencia; las señales alcanzan la red de dipolos de antena; la red de dipolos de antena convierte las señales en señales de ondas electromagnéticas y las transmite a la estación móvil.

20

25

30

35

La red de desplazador de fases está diseñada en una estructura mecánica motorizada; el módulo de circuitos multiplexor y demultiplexor 9 extra la alimentación de corriente continua DC y la señalización de control que se necesita por la unidad RCU 8 a partir de la línea del alimentador; la unidad RCU 8 controla la unidad de transmisión 7 y permite a la red del desplazador de fases ajustar la amplitud y la fase de cada dipolo de antena.

40

La técnica anterior tiene los inconvenientes operativos siguientes:

45

La red de desplazador de fases adopta una estructura mecánica compleja y no es fiable en el proceso de ajuste de las amplitudes y fases de los dipolos de antena.

El documento US 2006/128310 A1 se refiere a un sistema de comunicaciones por radio que incluye múltiples antenas y un procesador acoplado a las múltiples antenas. El procesador incluye un componente de compensación de transmisión/recepción sin sondas que permite al sistema de comunicación por radio compensar las variaciones en las rutas de transmisión y recepción al mismo tiempo que transmite una señal. Un método de compensación en transmisión/recepción incluye, para cada antena en una red de antenas, la transmisión de una señal conocida utilizando la antena mientras se recibe la señal transmitida utilizando las otras antenas en la red de antenas y calcular la compensación en transmisión/recepción sobre la base de las relaciones entre las señales recibidas y las señales transmitidas.

50

55

El documento de patente 2: US 2004/0012387 A1 se refiere a un método de cancelación dependiente de la frecuencia que separa una pluralidad de señales interferentes recibidas por una pluralidad de receptores.

60

Las señales de portadora única de banda ancha recibidas o las señales de múltiples portadoras se separan en una pluralidad de subportadoras de banda estrecha. Las frecuencias de subportadoras y las características de bandas de frecuencias pueden seleccionarse con respecto a las características de los canales (p.ej., ancho de banda de coherencia, interferencia, etc.). Un circuito de cancelación proporciona pesos de ponderación complejos a los componentes de subportadoras. Las componentes ponderadas asociadas con cada frecuencia de subportadora se combinan para separar una pluralidad de señales interferentes. De modo opcional, una pluralidad de las

65

subportadoras separadas pueden combinarse para reconstruir al menos una señal de portadora única transmitida a partir de una pluralidad de componentes de frecuencia. La combinación puede incluir una decodificación, de modo que se reconstruya una secuencia codificada de símbolos de datos transmitidos mediante una codificación de secuencias directas, acceso múltiple por división de código (CDMA), CDMA de múltiples portadoras, interferometría de portadoras (CI), codificación de CI o multiplexación por división de frecuencia ortogonal codificada.

El documento US 6,943,627 B2 se refiere a una calibración sólida y no invasiva de un sistema de acontecimiento de señal adaptativo que tiene un bloque de acontecimiento de señal en la ruta de la señal a un sistema de conversión de señales, y una ruta de realimentación con varias componentes de realimentación para permitir la adaptación, por medio de un bloque de adaptación de parámetros, de los parámetros utilizados en el acontecimiento de la señal. Con el fin de calibrar la ruta de realimentación, una señal de referencia bien definida se inserta en la ruta de realimentación y un coeficiente de calibración adecuado se determina entonces por un calibrador de coeficientes en respuesta a la señal de referencia recibida. El coeficiente de calibración se proporciona a un compensador, que compensa efectivamente los cambios en las características de transferencia de la ruta de realimentación debido a factores tales como variaciones en la temperatura ambiente y al envejecimiento operativo de los componentes. En consecuencia, la señal de realimentación transmitida a través de la ruta de realimentación calibrada será una representación exacta de la señal de salida del sistema de conversión de señales, permitiendo, de este modo, un acontecimiento de la señal adaptativo exacto.

SUMARIO DE LA INVENCION

La presente invención da a conocer una antena activa para resolver la complejidad de la estructura mecánica y la incertidumbre de una red de desplazador de fase.

En conformidad con el primer aspecto de la idea inventiva, una antena activa incluye una red de dipolos de antena, una red de transceptores, una unidad DPU y una unidad de calibración en transcepción.

La red de dipolos de antena incluye un dipolo de antena adaptado para realizar una conversión entre una señal de onda electromagnética y una señal de radiofrecuencia (RF).

La red de transceptores incluye un transceptor adaptado para: durante la recepción de la señal, demodular la señal de RF del dipolo de antena en una señal IQ analógica mediante una conversión descendente, y proporcionar, a la salida, la señal IQ analógica a la unidad DPU; durante la transmisión de la señal, modular la señal IQ analógica de la unidad DPU en una señal de RF mediante una conversión ascendente y proporcionar, a la salida, la señal RF al dipolo de antena.

La unidad DPU está adaptada para: durante la recepción de la señal, convertir la señal IQ analógica objeto de conversión descendente en una señal IQ digital, y realizar una puesta en forma de haz digital (DBF) sobre la señal IQ digital en conformidad con la unidad de calibración en transcepción; durante la transmisión de la señal, convertir la señal de una BBU en una señal IQ digital mediante una conversión serie/paralelo (S/P), realizar CFR sobre la señal IQ digital convertida serie/paralelo y realizar DBF sobre la señal IQ digital que se somete al procesamiento en CFR en conformidad con la unidad de calibración en transcepción.

En conformidad con la solución técnica dada a conocer en la presente invención, en la antena activa durante la recepción de la señal, la unidad DPU realiza DBF sobre la señal IQ digital en conformidad con la unidad de calibración en transcepción; durante la transmisión de la señal, la unidad DPU realiza DBF sobre la señal IQ digital convertida mediante una conversión serie/paralelo en conformidad con la unidad de calibración en transcepción. De este modo, puede evitarse la estructura compleja y la incertidumbre operativa de la red del desplazador de fase.

BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

Para hacer más clara la solución técnica en la presente invención o en la técnica anterior, se proporciona a continuación los dibujos adjuntos para ilustrar las formas de realización de la presente invención o la técnica anterior.

La Figura 1 ilustra una estructura de una unidad de antena en la técnica anterior;

La Figura 2 ilustra una estructura de una antena activa o una estación base en conformidad con una forma de realización de la presente invención;

Las Figuras 3A y 3B ilustran una estructura detallada de una antena activa o una estación base en conformidad con una forma de realización de la presente invención;

Las Figuras 4A y 4B ilustran una estructura detallada de otra antena activa o de una estación base en conformidad con una forma de realización de la presente invención;

La Figura 5 ilustra un proceso de recuperación de la amplitud y de la fase de un canal de recepción en conformidad con una forma de realización de la presente invención;

5 La Figura 6 ilustra un proceso de recuperación de la amplitud y de la fase en un canal de transmisión en conformidad con una forma de realización de la presente invención;

La Figura 7 ilustra la utilización compartida de una señal de oscilación local por cada canal de transmisión y canal de recepción en una red de transceptores en conformidad con una forma de realización de la presente invención;

10 La Figura 8 es un diagrama esquemático que ilustra un módulo de procesamiento DBF en recepción basado en modos o basado en portadoras en conformidad con una forma de realización de la presente invención;

La Figura 9 es un diagrama esquemático que ilustra un módulo de procesamiento DBF en transmisión basado en modos o basado en portadoras en conformidad con una forma de realización de la presente invención;

15 La Figura 10 ilustra una estructura de una antena activa o una estación base con un combinador/divisor en conformidad con una forma de realización de la presente invención;

20 La Figura 11 ilustra una estructura de una unidad BBU integrada en el interior de la antena activa o de la estación base en conformidad con una forma de realización de la presente invención;

La Figura 12 es un diagrama de flujo de un método para la recuperación de un canal de recepción en conformidad con una forma de realización de la presente invención;

25 La Figura 13 es un diagrama de flujo de un método para la recuperación de un canal de transmisión en conformidad con una forma de realización de la presente invención;

La Figura 14 es un diagrama de flujo de un método de procesamiento en DBF basado en modos o basado en portadoras para las señales recibidas en conformidad con una forma de realización de la presente invención; y

30 La Figura 15 es un diagrama de flujo de un método de procesamiento en DBF basado en modos o basado en portadoras para transmitir señales en conformidad con una forma de realización de la presente invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

35 La solución técnica dada a conocer por la presente invención se describe a continuación haciendo referencia a los dibujos adjuntos.

Forma de realización 1

40 La Figura 2 ilustra una estructura de una antena activa o de una estación base en la primera forma de realización de la presente invención. La antena activa incluye una red de dipolos de antena 11, una red de transceptores 12, una unidad de procesamiento digital (DPU) 13 y una unidad de calibración en transcepción 14.

45 La red de dipolos de antena 11 incluye un dipolo de antena adaptado para realizar una conversión entre una señal de onda electromagnética y una señal de RF.

50 La red de transceptores 12 incluye un transceptor adaptado para: durante la recepción de la señal, demodular la señal RF del dipolo de antena en una señal IQ analógica y proporcionar, a la salida, la señal IQ analógica a la unidad DPU 13; durante la transmisión de la señal, modular la señal IQ analógica de la DPU 13 en una señal RF mediante una conversión ascendente y proporcionar, a la salida, la señal RF al dipolo de antena.

55 La unidad DPU 13 está adaptada para: durante la recepción de la señal, convertir la señal IQ analógica de conversión descendente en una señal IQ digital, y realizar el procesamiento en DBF sobre la señal IQ digital en conformidad con la unidad de calibración en transcepción; durante la transmisión de la señal, convertir la señal de una unidad de banda base (BBU) en una señal IQ digital mediante una conversión serie-paralelo, realizar el procesamiento en CFR sobre la señal IQ digital convertida y realizar el procesamiento en DBF sobre la señal IQ digital que se somete al procesamiento en CFR en conformidad con la unidad de calibración en transcepción.

60 En esta forma de realización, en la antena activa o en la estación base, durante la recepción de la señal, la unidad DPU realiza el procesamiento en DBF sobre la señal IQ digital en conformidad con la unidad de calibración en transcepción; durante la transmisión de la señal, la unidad DPU realiza el procesamiento en DBF sobre la señal IQ digital convertida mediante una conversión serie-paralelo en conformidad con la unidad de calibración en transcepción. De este modo, las amplitudes y fases para transmitir y recibir la señal RF son ajustadas. En consecuencia, puede evitarse la estructura compleja y la incertidumbre operativa de la red del desplazador de fase.

65

La unidad de calibración en transcepción 14 está conectada al transceptor y la unidad DPU 13 y está adaptada para: modular la señal IQ analógica de calibración recibida en la DPU 13 en una señal RF de calibración recibida mediante una conversión ascendente y demodular la señal RF del transceptor una señal IQ analógica de calibración en transmisión mediante una conversión descendente.

5 La señal IQ es una señal dedicada en los sistemas de comunicación digital modernos. Una secuencia de pulsos forma una señal en fase (señal I) y una señal en cuadratura (señal Q) después de la conversión serie-paralelo. La señal I y la señal Q se multiplican por dos ondas portadoras que son ortogonales entre sí (con la diferencia de fase de 90 grados) respectivamente con el fin de ser moduladas. De este modo, la señal I y la señal Q no se interfieren entre sí en la modulación de la información. Después de que se combinen las señales moduladas, la banda de frecuencia ocupada es todavía la banda de frecuencia ocupada por una señal, con lo que se mejora la utilización del espectro. La señal IQ incluye una señal IQ analógica y una señal IQ digital.

15 La Figura 3 ilustra una estructura detallada de la antena activa o de la estación base en la primera forma de realización de la presente invención. La red de dipolos de antena 11 incluye un dipolo de antena 111. La red de transceptores 12 incluye múltiples transceptores. Cada transceptor incluye un duplexor 221A, un LAN 222A, un PA 223A, un módulo de conversión descendente en recepción 224A y un módulo de conversión ascendente en transmisión 225A. El duplexor 221A, el amplificador LNA 222A y el módulo de conversión descendente en recepción 224A del transceptor pueden formar un canal de recepción. El duplexor 221A, el amplificador de potencia PA 223A y el módulo de conversión ascendente en transmisión 225A del transceptor pueden formar un canal de transmisión. El canal de recepción y el canal de transmisión del transceptor están conectados al dipolo de antena 111.

25 Un transceptor puede incluir un canal de recepción y un canal de transmisión. Es decir, un canal de recepción y un canal de transmisión comparten un mismo dipolo de antena por intermedio del duplexor. En la red de transceptores, dos canales de recepción pueden corresponder a un canal de transmisión, es decir, un canal de recepción y un canal de transmisión comparten el mismo dipolo de antena mediante el duplexor y el otro canal de recepción está conectado a un dipolo de antena vertical a la dirección de polarización del dipolo de antena compartido por intermedio de un filtro de recepción.

30 En esta forma de realización, el hecho de que el canal de recepción y el canal de transmisión incluyan un duplexor 221A puede entenderse como sigue: el canal de recepción incluye un filtro de recepción; y el canal de transmisión incluye un filtro de transmisión.

35 El filtro de recepción y el filtro de transmisión pueden formar un duplexor. En este caso, el canal de recepción y el canal de transmisión pueden compartir el dipolo de antena. Cuando la señal de recepción y la señal de transmisión no comparten el dipolo de antena, el canal de recepción puede incluir un filtro de recepción, un amplificador LNA y un módulo de conversión descendente en recepción; el canal de transmisión puede incluir un filtro de transmisión, un amplificador de potencia PA y un módulo de conversión ascendente en transmisión.

40 A continuación se describen las funciones de cada módulo en el transceptor:

45 El duplexor 221A está adaptado para: durante la transmisión de la señal, cerciorarse de que la señal de RF de alta potencia transmitida desde el amplificador de potencia PA 223A puede alcanzar el dipolo de antena solamente y no alcanza el amplificador LNA 222A por intermedio del duplexor 221A, lo que evita el calentamiento o el bloqueo del amplificador LNA 222A; durante la recepción de la señal, cerciorarse de que la señal RF débil que el dipolo de antena 111 recibe desde la estación móvil puede alcanzar el amplificador LNA 222A por intermedio del duplexor 221A.

50 El duplexor 221A puede ser un duplexor pequeño con medio de montaje superficial o un duplexor de onda acústica superficial.

El amplificador LNA 222A está adaptado para amplificar la señal RF débil recibida desde el dipolo de antena 111.

55 La sensibilidad de recepción de la antena depende, en gran medida, de la pérdida de la línea (conector, cable u otra línea de transmisión) entre el duplexor en el extremo frontal del amplificador LNA 222A y el dipolo de antena. Puesto que el transceptor de la antena activa está directamente conectado al dipolo de antena 111, la pérdida es de nivel bajo. De este modo, el coeficiente de ruido del canal de recepción se reduce en una magnitud equivalente, es decir, se mejora la sensibilidad de recepción de la antena.

60 La conexión entre el transceptor y el dipolo de antena 111 puede ser como sigue: el transceptor está integrado con el dipolo de antena.

65 El amplificador PA 223A está adaptado para amplificar la señal RF de baja potencia a transmitirse por el módulo de conversión ascendente en transmisión 225A.

El módulo de conversión descendente en recepción 224A está adaptado para demodular la salida de señal RF por el

amplificador LNA 222A en una señal IQ analógica mediante una conversión descendente.

El módulo de conversión ascendente en transmisión 225A está adaptado para modular la señal IQ analógica de la unidad DPU en una señal RF mediante una conversión ascendente.

5 Según se ilustra en la Figura 3, la unidad DPU 13 incluye un convertor ADC 231A, un módulo de recepción en DBF 232A, un módulo de entorno de filtros 233A, un combinador 238, un convertor S/P 239 (S/P 239), un CFR 234A, un módulo de transmisión en DBF 235A, un módulo de DPD 236A y un convertor DAC 237A. El convertor ADC 231A, el módulo de recepción en DBF 232A y el módulo de procesamiento de filtros 233A pueden formar un canal de recepción. El CFR 234A, el módulo de transmisión en DBF 235A, el módulo de DPD 236A y el convertor DAC 237A pueden formar un canal de transmisión. De este modo, la unidad DPU 13 incluye el canal de recepción, el canal de transmisión, el combinador 238 y el convertor S/P 239. El canal de recepción de la unidad DPU 13 puede conectarse al canal de recepción del transceptor y el canal de transmisión de la DPU 13 puede conectarse al canal de transmisión del transceptor.

15 El canal de recepción incluye:

el convertor ADC 231A, adaptado para convertir la señal IQ analógica en una señal IQ digital por intermedio del convertor ADC;

20 el módulo de recepción en DBF 232A, adaptado para realizar un procesamiento en DBF de la señal IQ digital convertida por el convertor ADC 231A; y

25 el módulo de procesamiento de filtros 233A, adaptado para filtrar la señal IQ digital procesada por el módulo de recepción en DBF 232A. El módulo de procesamiento de filtros 233A incluye un filtro de decimación de peine integrador en cascada (CIC), un filtro de semi-banda (HBF) y un filtro de respuesta de impulsos finitos (FIR).

30 Conviene señalar que el canal de recepción y el canal de transmisión en la unidad DPU 13 pueden configurarse en conformidad con el número de transceptores en la red de transceptores. Es decir, el canal de recepción de un transceptor corresponde a un canal de recepción y el canal de transmisión de un transceptor corresponde a un canal de transmisión.

35 Según se ilustra en la Figura 3, en el canal de recepción, el convertor ADC 231A, el módulo de recepción en DBF 232A y el módulo de procesamiento de filtros 233A pueden conectarse en secuencia en conformidad con la dirección de transmisión de la señal. La señal IQ analógica se convierte en una señal IQ digital. El módulo de recepción en DBF 232A y el módulo de procesamiento de filtros 233A están adaptados para procesar la señal IQ digital en el dominio digital.

40 Después de que cada canal de recepción en la unidad DPU 13 procese la señal IQ analógica, el combinador 238 acumula las señales IQ digitales de cada canal de recepción en conformidad con un algoritmo relacionado y luego, transmite la señal combinada a la unidad BBU.

45 El algoritmo relacionado puede entenderse como sigue: señales pertinentes pueden extraerse a partir de múltiples señales en paralelo y señales irrelevantes (a modo de ejemplo, señales de interferencia y de ruido) son objeto de eliminación.

El canal de transmisión incluye:

50 el CFR 234A, adaptado para realizar una reducción del factor del cresta sobre la señal IQ digital que se somete a la conversión S/P;

el módulo de transmisión en DBF 235A, adaptado para realizar una operación DBF sobre la señal IQ digital procesada por el CFR 234A;

55 el módulo de DPD 236A, adaptado para realizar una pre-distorsión digital sobre la señal IQ digital procesada por el módulo de transmisión en DBF 235A para mejorar la falta de linealidad del amplificador de potencia PA del canal de transmisión en el transceptor y para linealizar el canal de transmisión en el transceptor; y

60 el convertor DAC 237A, adaptado para convertir la señal IQ digital procesada por el módulo DPD 236A en una señal IQ analógica por intermedio de un convertor DAC.

65 De este modo, la señal generada por la unidad BBU se convierte en múltiples señales IQ digitales de transmisión por el convertor S/P 239 en primer lugar, y las señales entran luego en cada canal de transmisión. En cada canal de transmisión, el CFR 234A, el módulo de transmisión en DBF 235A, el módulo de DPD 236A y el convertor DAC 237A están conectados en secuencia en conformidad con la dirección de transmisión de la señal y adaptados para procesar la señales IQ digitales en el dominio digital.

Conviene señalar que cuando el amplificador PA en el transceptor tiene una buena linealidad, el canal de transmisión puede no incluir el módulo DPD.

5 Un transceptor puede integrarse con el dipolo de antena conectado al transceptor, el canal de recepción y el canal de transmisión en la unidad DPU conectados al transceptor. De este modo, en la antena activa en esta forma de realización, la cantidad de módulos puede aumentarse o disminuirse en conformidad con la necesidad real y la estación base con varias ganancias de antenas puede configurarse de forma flexible.

10 Según se ilustra en la Figura 3, la unidad DPU 13 de la antena activa incluye, además:

un módulo del algoritmo de calibración en recepción 310A, adaptado para: generar una señal IQ digital de calibración en recepción; en donde cuando la señal IQ digital se convierte en una señal IQ analógica, la señal IQ digital entra en un canal de recepción seleccionado por intermedio de la unidad de calibración en recepción 14 y se demodula en una señal IQ analógica mediante una conversión descendente y luego, se convierte en una señal IQ digital; comparar la señal IQ digital convertida con la señal IQ digital de calibración en recepción, obtener la amplitud y la fase del canal de recepción seleccionado y recuperar la amplitud y la fase del canal de recepción seleccionado; cuando se recupera las amplitudes y las fases de todos los canales de recepción, obtener una amplitud de recepción y un valor de fase en conformidad con las amplitudes y fases de todos los canales de recepción, comparar la amplitud de la recepción y el valor de fase con la amplitud y valor de fase de cada canal de recepción y obtener un factor de calibración en recepción para la amplitud y fase de cada canal de recepción;

un módulo del algoritmo de DBF en recepción 302, adaptado para: configurar el factor de calibración en recepción en el módulo de recepción en DBF 232A en cada canal de recepción, en donde el módulo de recepción en DBF 232A realiza el procesamiento en DBF sobre la señal IQ digital convertida a partir de la señal IQ analógica en conversión descendente;

un módulo del algoritmo de calibración en transmisión 401, adaptado para: recoger una señal IQ digital; cuando la señal IQ digital se convierte en una señal IQ analógica, la señal IQ digital entra en un canal de transmisión seleccionado y se modula en una señal de RF mediante una conversión descendente, en donde la señal RF es recogida por la unidad de calibración en recepción 14 y se modula en una señal IQ analógica; comparar la señal IQ digital convertida a partir de la señal IQ analógica demodulada con la señal IQ digital recogida, obtener la amplitud y la fase del canal de transmisión seleccionado, y recuperar la amplitud y la fase del canal de transmisión seleccionado; cuando se recupera las amplitudes y las fases de todos los canales de transmisión, obtener una amplitud de transmisión y un valor de fase, comparar la amplitud de transmisión y el valor de fase con la amplitud y fase de cada canal de transmisión y obtener un factor de calibración en transmisión de la amplitud y fase de cada canal de transmisión;

un módulo del algoritmo de DBF en transmisión 405, adaptado para configurar el factor de calibración en transmisión en un módulo de transmisión en DBF 235A en cada canal de transmisión; y

el módulo de transmisión en DBF 235A, adaptado para realizar un procesamiento en DBF sobre la señal IQ digital que se somete al procesamiento en CFR.

45 Según se ilustra en la Figura 3 y la Figura 4, el módulo del algoritmo de calibración en recepción 301A y el módulo del algoritmo de DBF en recepción 302 pueden integrarse en un módulo 300; el módulo del algoritmo de calibración en transmisión 401 que incluye un módulo del algoritmo de DPD y el módulo del algoritmo de DBF en transmisión 405 pueden integrarse en un módulo 400.

50 La amplitud de recepción y el valor de fase puede ser el valor medio de las amplitudes y valores de fase de todos los canales de recepción; o bien, el módulo del algoritmo de calibración en recepción 301A encuentra el valor mínimo o el valor máximo de las amplitudes y fases de todos los canales de recepción, y pueden utilizar el valor mínimo o el valor máximo como la amplitud de recepción y valor de fase; o bien, el módulo del algoritmo de calibración en recepción 301A puede utilizar la amplitud y la fase de cualquier canal de recepción como la amplitud y el valor de fase de la recepción en conformidad con las amplitudes y fases de todos los canales de recepción.

De modo similar, la amplitud de transmisión y el valor de fase pueden ser el valor medio de las amplitudes y valores de fase de todos los canales de transmisión; o bien, el módulo del algoritmo de calibración en transmisión 401 encuentra el valor mínimo o el valor máximo de las amplitudes y fases de todos los canales de transmisión en conformidad con las amplitudes y fases de todos los canales de transmisión y pueden utilizar el valor mínimo o el valor máximo como la amplitud de transmisión y el valor de fase; o bien, el módulo del algoritmo de calibración en transmisión 401 puede utilizar la amplitud y la fase de cualquier canal de transmisión como la amplitud de transmisión y el valor de fase en conformidad con las amplitudes y fases de todos los canales de recepción.

65 El módulo de recepción en DBF 232A está conectado al módulo de procesamiento de filtros 233A y el conversor ADC 231A, respectivamente. El módulo de transmisión en DBF 235A está conectado al CFR 234A y al DPD 236A.

En esta forma de realización, el proceso de recepción y transmisión de señales por la antena activa es como sigue:

5 Durante la recepción de la señal, el dipolo de antena 111 convierte la señal de onda electromagnética recibida desde la estación móvil en una señal RF, y recibe una señal IQ analógica objeto de conversión descendente por el módulo de conversión descendente 224A por intermedio del duplexor 221A y del LNA 222A; después de que la señal IQ analógica sea convertida por el conversor ADC 231A y se someta al procesamiento en DBF por el módulo de recepción en DBF 232A, la señal IQ analógica es procesada por los módulos de procesamiento de filtros 233A tal como el filtro de decimación de CIC, HBF y FIR; la señal se combina por el combinador 238 y luego, se transmite a la unidad BBU.

15 Durante la transmisión de señales, la señal enviada desde la unidad BBU es convertida por el conversor S/P 239 en múltiples señales IQ digitales en transmisión; las señales entran en cada canal de transmisión; después de someterse al procesamiento en CFR por el CFR 234A, las señales se someten al procesamiento en DBF por el módulo de transmisión en DBF 235A; las señales se someten al DPD por el módulo de DPD 236A y la conversión por el conversor DAC 237A; las señales se modulan luego por el módulo del conversor ascendente 225A en señales RF por intermedio de una conversión ascendente; después de amplificarse por el amplificador PA 223A, las señales RF alcanzan el duplexor 221A y se transmiten por el dipolo de antena 111.

20 Según se ilustra en la Figura 3, la unidad de calibración en recepción 14 incluye:

25 un canal de calibración en recepción 241, conectado al módulo del algoritmo de calibración en recepción 301A en un extremo por intermedio del conversor DAC de la unidad DPU y conectado a una matriz de conmutación 243 en el otro extremo y adaptado para modular la señal IQ analógica en una señal RF de calibración en recepción mediante una conversión ascendente cuando la señal IQ digital generada por el módulo del algoritmo de calibración en recepción 301A se convierte en una señal IQ analógica;

30 un canal de calibración en transmisión 242, conectado al módulo del algoritmo de calibración en transmisión 401 en un extremo por intermedio del conversor ADC de la unidad DPU y conectado a la matriz de conmutación 243 en el otro extremo y adaptado para demodular la señal RF del canal de transmisión en la red de transceptores en una señal IQ analógica de calibración en transmisión mediante una conversión descendente; y

35 la matriz de conmutación 243, conectada al canal de calibración en transmisión 242 y el canal de calibración en recepción 241 en un extremo y acoplada con los extremos frontales del canal de recepción y del canal de transmisión en la red de transceptores por intermedio de un acoplador 402 y adaptada para conmutar el canal de recepción y el canal de transmisión en la red de transceptores sobre la base de división en el tiempo con el fin de asegurar que cada canal de recepción comparta el canal de calibración en recepción y cada canal de transmisión comparta el canal de calibración en transmisión.

40 Los extremos frontales del canal de recepción y del canal de transmisión en la red de transceptores pueden estar situados entre el dipolo de antena y el duplexor (es decir, entre el dipolo de antena y el duplexor en el canal de recepción o entre el duplexor y el dipolo de antena en el canal de transmisión).

45 La selección del canal de recepción y del canal de recepción por la matriz de conmutación 243 puede controlarse por un módulo de control de matriz de conmutación 244. El módulo de control de matriz de conmutación 244 puede integrarse con la matriz de conmutación 243 en un módulo o situarse en la unidad DPU 13.

50 Según se ilustra en la Figura 3 y la Figura 4, la matriz de conmutación 234 puede sustituirse por el duplexor 261 y el combinador 262, que resulta ventajoso en el sentido de que no se requiere el módulo de control de matriz de conmutación 244 y que todos los canales de transceptores pueden calibrarse al mismo tiempo, lo que acorta el tiempo de calibración.

55 Cuando se calibra la recepción, todos los canales de recepción son calibrados al mismo tiempo. el módulo del algoritmo de calibración en recepción 301A transmite una señal de calibración en recepción; el canal de calibración en recepción 241 realiza una conversión ascendente de la señal de calibración en recepción en una señal RF; la señal RF pasa a través del duplexor 261, el combinador 262 y el acoplador 402 en el canal de calibración y se acopla en la totalidad de los canales de recepción; después de que la señal sea convertida en una señal IQ digital mediante una conversión descendente y ADC en todos los canales de recepción, la señal es objeto de entrada al módulo del algoritmo de calibración en recepción 301A; las señales de calibración en M canales de recepción son objeto de demodulación.

65 La diferencia entre las señales de calibración de los M canales de recepción y las señales de calibración en recepción originales se obtiene comparando las señales de calibración de los M canales de recepción con las señales de calibración en recepción originales, y se obtienen una amplitud de recepción y un valor de fase. El módulo del algoritmo de calibración en recepción 301A compara la amplitud de recepción y la fase con la amplitud y fase de cada canal de recepción y obtiene un factor de calibración sobre la amplitud y fase de cada canal

de recepción.

5 Cuando se calibra la transmisión, todos los canales de transmisión se calibran al mismo tiempo. El módulo del algoritmo de calibración en transmisión 401 transmite M señales de calibración en transmisión (con la única diferencia en la fase inicial) a M canales de transmisión; las señales se modulan en señales RF en el canal de transmisión mediante una conversión ascendente; las señales se acoplan al combinador 262 y al duplexor 261 por intermedio del acoplador 402 desde el amplificador PA 223A; las señales se convierten en sentido descendente en señales IQ y se aplican a la entrada del módulo del algoritmo de calibración en transmisión 401; las señales de calibración de los M canales de transmisión son objeto de demodulación.

10 La diferencia entre las señales de calibración de los M canales de transmisión y las M señales de calibración en transmisión originales se obtiene comparando las señales de calibración de los M canales de transmisión con las M señales de calibración en transmisión originales y se obtiene una amplitud de transmisión y un valor de fase. El módulo del algoritmo de calibración en transmisión 401 compara la amplitud de transmisión y el valor de fase con la amplitud y fase de cada canal de transmisión y obtiene un factor de calibración en transmisión de la amplitud y fase de cada canal de transmisión.

15 La Figura 5 ilustra un proceso de recuperación de la amplitud y fase de un canal de recepción en una forma de realización de la presente invención. El proceso de recuperar la amplitud y fase del canal de recepción incluye las etapas siguientes:

20 Etapa 501: La matriz de conmutación selecciona un canal de recepción.

25 Etapa 502: El módulo del algoritmo de calibración en recepción 301A genera una señal IQ digital de calibración en recepción.

30 Etapa 503: La señal IQ digital de calibración en recepción se convierte en una señal IQ analógica mediante el convertor DAC y la señal IQ analógica entra en un canal de calibración en recepción y la señal IQ analógica se modula en una señal RF de calibración en recepción mediante una conversión ascendente.

35 Etapa 504: La señal RF de calibración en recepción está acoplada en el canal de recepción mediante el acoplador 402 por intermedio de la matriz de conmutación 243 y revierte a una señal IQ analógica mediante una conversión descendente en el canal de recepción seleccionado para la calibración.

40 Etapa 505: La señal IQ analógica se convierte en una señal IQ digital mediante el convertor ADC de la unidad DPU.

45 Etapa 506: El módulo del algoritmo de calibración en recepción 301A compara la señal IQ digital que ha sufrido la conversión ADC con la señal IQ digital de calibración en recepción generada por el módulo del algoritmo de calibración en recepción 301A, obtiene la amplitud y fase del canal de recepción y recupera la amplitud y fase del canal de recepción seleccionado.

El proceso anterior de recuperación de la presente invención y fase del canal de recepción se repite para recuperar la amplitud y fase de un canal de recepción siguiente.

50 La etapa de reversión a una señal IQ analógica, mediante una conversión descendente en el canal de recepción seleccionado para la calibración incluye: el módulo de conversión descendente en recepción 224A en el transceptor revierte la señal RF de calibración en recepción a una señal IQ analógica mediante una conversión descendente.

55 Conviene señalar que necesita realizarse una activación antes de que se inicie el proceso de recuperación de la amplitud y fase del canal de recepción.

60 Además, el proceso de recuperación de la amplitud y fase del canal de recepción incluye, además: recuperación de las amplitudes y fases de todos los canales de recepción. El módulo del algoritmo de calibración en recepción 301A obtiene una amplitud de recepción y un valor de fase en conformidad con las amplitudes y fases de todos los canales de recepción; el módulo del algoritmo de calibración en recepción 301A compara la amplitud de recepción y el valor de fase con la amplitud y fase de cada canal de recepción y obtiene un factor de calibración en recepción de la amplitud y fase de cada canal de recepción; el módulo del algoritmo de DBF en recepción 302 configura el factor de calibración en recepción en el módulo de recepción en DBF en cada canal de recepción.

65 La amplitud de recepción y el valor de fase pueden ser el valor medio de las amplitudes y valores de fase de todos los canales de recepción; o bien, el módulo del algoritmo de calibración en recepción 301A encuentra el valor mínimo o el valor máximo de las amplitudes y fases de todos los canales de recepción en conformidad con las amplitudes y fases de todos los canales de recepción, y el valor mínimo o el valor máximo puede utilizarse como la amplitud de recepción y el valor de fase; o bien, el módulo del algoritmo de calibración en recepción 301A puede utilizar la amplitud y la fase de cualquier canal de recepción como la amplitud de recepción y el valor de fase en conformidad con las amplitudes y fases de todos los canales de recepción.

A modo de ejemplo, la unidad DPU 13 envía una señal digital A1 (la señal A1 puede ser una señal especial, tal como una señal sinusoidal única, una señal pseudo-aleatoria y una señal pseudo-ruido); después de que la señal A1 sea objeto de conversión con el conversor DAC por la unidad DPU 13 la señal se modula mediante una conversión ascendente en una señal RF en el canal de calibración en recepción 241; la señal RF pasa a través de la matriz de conmutación 243, y se acopla en un canal de recepción en la red de transeptores entre el dipolo de antena y el duplexor; la señal acoplada pasa a través del duplexor, el amplificador LNA y el módulo de conversión descendente en recepción; la señal acoplada se somete al procesamiento de ADC y se obtiene una señal digital A2; después de que se comparen las señales A1 y A2 se obtiene la amplitud y fase del canal de recepción. Puesto que el punto de acoplamiento está situado antes del duplexor, se consideran también los impactos del duplexor sobre la amplitud y fase de la señal de recepción.

La Figura 6 ilustra un proceso de recuperación de la amplitud y fase de un canal de transmisión en una forma de realización de la presente invención. El proceso de recuperación de la amplitud y fase del canal de transmisión incluye las etapas siguientes:

Etapas 601: La matriz de conmutación selecciona un canal de transmisión.

Etapas 602: El módulo del algoritmo de calibración en transmisión recoge una señal IQ digital.

Etapas 603: La señal IQ digital se convierte en una señal IQ analógica mediante el conversor ADC y la señal IQ analógica se modula en una señal RF en el canal de transmisión mediante una conversión ascendente.

Etapas 604: El acoplador 402 acoplado con el canal de transmisión muestra la señal RF objeto de conversión ascendente. La señal pasa a través de la matriz de conmutación y se demodula mediante una conversión descendente en una señal IQ analógica de calibración en transmisión a través del canal de calibración en transmisión.

Etapas 605: La señal IQ analógica de calibración en transmisión se convierte en una señal IQ digital mediante el conversor ADC.

Etapas 606: El módulo del algoritmo de calibración en transmisión 401 compara la señal IQ digital recogida con la señal IQ digital que se convierte mediante el conversor ADC, obtiene la amplitud y fase del canal de transmisión y recupera la amplitud y fase del canal de transmisión seleccionado.

La matriz de conmutación selecciona un canal de transmisión siguiente y la etapa 602 se repite para iniciar un nuevo proceso de recuperación de la amplitud y fase del canal de transmisión.

Conviene señalar que necesita realizarse una activación antes de que se inicie el proceso de recuperación de la amplitud y fase del canal de transmisión.

A modo de ejemplo, la señal enviada desde la unidad BBU se convierte en una señal X1 mediante una conversión serie-paralelo; después de que la señal X1 se someta a la conversión DAC por la unidad DPU, la señal X1 se modula en una señal RF mediante el módulo de conversión ascendente en transmisión; la señal RF pasa a través del amplificador PA y del duplexor, y después de ser muestreada por el acoplador, entra en el canal de calibración en transmisión desde la matriz de conmutación; la señal RF es objeto de reversión a una señal IQ analógica mediante una conversión descendente en el canal de calibración en transmisión; la señal IQ analógica entra en la unidad DPU; después de que la señal IQ analógica se someta a la conversión ADC, se obtiene una señal digital Y1; las señales X1 e Y1 son objeto de comparación, y se obtiene la amplitud y fase del canal de transmisión. Puesto que el punto de acoplamiento está situado después del duplexor, se consideran también los impactos del duplexor sobre la amplitud y fase de la señal de transmisión.

El proceso de recuperación de la amplitud y fase del canal de transmisión incluye, además: cuando se recupera las amplitudes y fases de todos los canales de transmisión, el módulo del algoritmo de calibración en transmisión 401 obtiene una amplitud de transmisión y un valor de fase en conformidad con las amplitudes y fases de todos los canales de transmisión, compara la amplitud de transmisión y el valor de fase con la amplitud y fase de cada canal de transmisión, y obtiene un factor de calibración en transmisión de la amplitud y fase de cada canal de transmisión. El módulo del algoritmo de DBF en transmisión 405 configura el factor de calibración en transmisión en el módulo de transmisión de DBF de cada canal de transmisión.

La amplitud de transmisión y el valor de fase pueden ser el valor medio de las amplitudes y valores de fase de todos los canales de transmisión; o bien, el módulo del algoritmo de calibración en transmisión 401 encuentra el valor mínimo o el valor máximo de las amplitudes y fases de todos los canales de transmisión en conformidad con las amplitudes y fases de todos los canales de transmisión y puede utilizar el valor mínimo o el valor máximo como la amplitud de transmisión y el valor de fase; o bien, el módulo del algoritmo de calibración en transmisión 401 puede utilizar la amplitud y la fase de cualquier canal de transmisión como la amplitud de transmisión y el valor de fase en

conformidad con las amplitudes y fases de todos los canales de transmisión.

De este modo, el acoplamiento de la señal de transmisión al canal de calibración en transmisión en el extremo frontal (entre el dipolo de antena y el duplexor) o con el acoplamiento de la señal RF de calibración en recepción al canal de recepción se puede evitar la incoherencia en términos de amplitud y fase introducida por el duplexor, y permitir que la calibración en recepción y la calibración en transmisión compartan el mismo canal de acoplamiento, con lo que se simplifica el diseño del circuito y se reduce el área de la placa de circuito impreso PCB.

La matriz de conmutación 243 puede utilizarse para realizar la conmutación por los motivos siguientes: en primer lugar, puesto que existen múltiples transceptores, si el canal de recepción y el canal de transmisión se configuran con un canal de calibración en recepción y un canal de calibración en transmisión, la estructura del circuito puede ser compleja. En segundo lugar, si el canal de calibración no se comparte, el módulo del algoritmo de calibración en recepción 301A solamente conoce la amplitud total y la fase total del bucle formado por el canal de calibración en recepción y el canal de recepción, y no puede conocer las respectivas amplitudes y fases del canal de calibración en recepción y del canal de recepción. De modo similar, el módulo del algoritmo de calibración en transmisión 405 solamente conoce la amplitud total y la fase total del bucle formado por el canal de calibración en transmisión y el canal de transmisión y no puede conocer las amplitudes y fases respectivas del canal de calibración en transmisión y del canal de transmisión. De este modo, la calibración no puede realizarse con exactitud. En tercer lugar, aunque las características de amplitud y fase del circuito activo cambian siempre, la tasa de variación con el tiempo es pequeña. De este modo, la tasa de variación puede ser objeto de seguimiento de forma correcta por un canal de calibración de transceptor en conformidad con el método de multiplexación por división de tiempo.

Para asegurar que las amplitudes y fases de las señales RF recibidas por cada canal de recepción en la red de transceptores tienen la misma referencia, cada canal de recepción en la red de transceptores comparte una misma señal de oscilación local en recepción. Para asegurar que las amplitudes y fases de las señales RF transmitidas por cada canal de transmisión en la red de transceptores tienen la misma referencia, cada canal de transmisión en la red de transceptores comparte una misma señal de oscilación local en transmisión. Estas operaciones pueden ponerse en práctica compartiendo un oscilador de control de tensión (VCO).

La Figura 7 ilustra la utilización compartida de una señal de oscilación local por cada canal de transmisión y cada canal de recepción en la red de transceptores. La señal de salida del oscilador VCO del canal de transmisión (TX_VCO) se divide en las señales TX_LO1, TX_LO2, ..., TX_LOM y TX_LO_C mediante una red de distribución con activación por reloj. Estas señales están en paralelo, en donde las señales TX_LO1, TX_LO2, ..., TX_LOM están conectadas a M circuitos conversores ascendentes en transmisión respectivamente y se utilizan como señales de oscilación local del canal de transmisión; y la señal TX_LO_C está conectada al canal de calibración en transmisión y se utiliza como una señal de oscilación local. La señal de salida del VCO del canal de recepción (RX_VCO) se divide en las señales RX_LO1, RX_LO2, ..., RX_LOM y RX_LO_C por la red de distribución con activación por reloj. Estas señales están también en paralelo, en donde las señales RX_LO1, RX_LO2, ..., RX_LOM están conectadas a M circuitos conversores descendentes en recepción, respectivamente y se utilizan como señales de oscilación local del canal de recepción, y la señal RX_LO_C está conectada al canal de calibración en recepción y se utiliza como una señal de oscilación local del canal de calibración en recepción.

El módulo de DPD en cada canal de transmisión de la unidad DPU 13 está adaptado para linealizar el amplificador de potencia PA de cada canal de transmisión en la red de transceptores. Un canal de realimentación de DPD independiente (véase Figura 4) puede utilizarse a este respecto o bien, el canal de calibración en transmisión puede utilizarse como un canal de realimentación de DPD (véase Figura 3).

El proceso del algoritmo de DPD es similar al proceso de recuperación de la amplitud y fase del canal de transmisión con la excepción de las diferencias siguientes: el resultado de la comparación de la amplitud y fase refleja las características no lineales del canal de transmisión; la señal IQ digital se calibra en conformidad con las características no lineales para linealizar el canal de transmisión. De este modo, el canal de realimentación de DPD puede utilizar también todos los circuitos de hardware del canal de calibración en transmisión. Sin embargo, es necesario añadir un algoritmo de DPD y un módulo de DPD en la unidad DPU 13, que ya no se describen otra vez.

Si el canal de realimentación de DPD y el canal de calibración en transmisión se comparten, el número de acopladores puede reducirse a la mitad. El canal de realimentación de DPD y el canal de calibración en transmisión pueden no estar compartidos. Según se ilustra en la Figura 4, el módulo de control de conmutación de DPD 251 controla la matriz de conmutación del canal DPD 253 para seleccionar un canal de transmisión; el canal de realimentación de DPD 252 está acoplado con el extremo de salida del amplificador PA en cada canal de transmisión en la red de transceptores, y está adaptado para conmutar el canal de transmisión sobre una base de división en el tiempo para permitir a cada canal de transmisión compartir el canal de realimentación de DPD.

Puesto que DPD se utiliza para mejorar la no linealidad de grandes señales (a modo de ejemplo, señales cuya potencia es mayor que 2 W) del amplificador PA, DPD no se requiere en el canal de recepción.

En esta forma de realización, en la antena activa, durante la recepción de la señal, la unidad DPU realiza un

procesamiento en DBF sobre la señal IQ digital en conformidad con la unidad de calibración en transcepción; durante la transmisión de la señal, la unidad DPU realiza un procesamiento en DBF sobre la señal IQ digital convertida mediante la conversión serie-paralelo en conformidad con la unidad de calibración en transcepción. De este modo, las amplitudes y fases para transmitir y recibir la señal RF están ajustadas. En consecuencia, se puede evitar la estructura compleja y la incertidumbre operativa de la red del desplazador de fases.

Además, debido a la diversidad de componentes en la red de transceptores 12, una misma señal se aplica a la entrada de dos transceptores al mismo tiempo. Las dos señales obtenidas pueden variar en las características de amplitud y fase. La unidad de calibración de transceptor adicional puede funcionar con los módulos de algoritmo de DBF 235A y 232A para realizar el procesamiento en DBF. Para procesar una señal IQ analógica en recepción, la unidad DPU 13 necesita precalibrar la señal IQ digital en recepción convertida utilizando DAC 231A, de modo que el combinador 238 acumule la señal IQ digital en recepción en conformidad con un algoritmo relacionado. Para procesar una señal IQ analógica en transmisión, la unidad DPU 13 precalibra la señal IQ digital en transmisión utilizando el módulo del algoritmo de DBF 235A, con el fin de ajustar la amplitud y la fase de la señal RF de transmisión y obtener un modelo de transmisión y un modelo de recepción correctos.

Forma de realización 2

En esta forma de realización, los módulos de procesamiento en DBF (que incluyen el módulo de recepción en DBF y el módulo de transmisión en DBF) en la unidad DPU 13 están basados en modos o en portadoras y pueden procesar señales IQ analógicas de transceptor multimodo y multiportadora.

La Figura 8 es un diagrama esquemático que ilustra un módulo de procesamiento en DBF de recepción basado en modos o basado en portadoras en una forma de realización de la presente invención.

Las señales IQ analógicas de cada canal de recepción (suponiendo M canales de recepción en total) son convertidas en M señales IQ digitales mediante el conversor ADC; cada una de las señales IQ digitales en los M canales de recepción se multiplica (conversión descendente digital) por las señales proporcionadas por los osciladores de control digital basados en modos o basados en portadoras NCO1, NCO2,...NCON y dividirse en N señales de recepción de modo único o N señales de recepción de portadora única.

La primera señal de recepción en modo único o la primera señal de recepción de portadora única en los M canales de recepción se somete al procedimiento DBF por las señales DBF1.1, DBF2.1, ..., DBFM.1, respectivamente; después de que la señal se combine por el combinador (combinador 1 en la Figura 8) y se procese por el CIC, el HBF y el FIR, se obtiene una primera señal f1 (según se ilustra en la Figura 8).

De modo similar, la segunda señal de recepción de modo único o la segunda señal de recepción de portadora única se procesa por las señales DBF1.2, DBF2.2, ..., DBFM.2 respectivamente; después de que la señal se combine por el combinador 2 (ilustrado en la Figura 8) y se procese por el CIC, el HBF y el FIR, se obtiene una segunda señal f2 (ilustrada en la Figura 8).

...

De modo similar, la N-ésima señal de recepción de modo único o múltiples señales de recepción de portadora única se procesan por las señales DBF1.N, DBF2.N, ..., DBFM.N respectivamente; después de que la señal se combine por el combinador N (ilustrado en la Figura 8) y se procese por el CIC, el HBF y el FIR, se obtiene una N-ésima señal fN (ilustrada en la Figura 8).

El combinador 238 combina las señales f1, f2, ..., fN en una señal a la unidad y proporciona, a la salida, la señal a la unidad BBU.

Las señales f1, f2, ..., fN pueden ser una señal IQ digital de portadora única o de modo único.

La Figura 9 es un diagrama esquemático que ilustra un módulo de procesamiento en DBF de transmisión basado en modos o basado en portadoras en una forma de realización de la presente invención.

La señal enviada desde la unidad BBU se convierte en N señales IQ digitales (correspondientes a N oscilaciones NCOs) por el conversor S/P 239; cada una de las N señales IQ digitales se multiplica (conversión descendente digital) por las señales proporcionadas por los osciladores de control digital basados en modos o basados en portadoras NCO1, NCO2, ..., NCON y N señales de transmisión de modo único o N señales de transmisión de portadora única (f1, f2, ..., fN ilustradas en la Figura 9) se obtiene de este modo; después de que las N señales de transmisión de modo único o N señales de transmisión de portadora única (f1, f2, ..., fN ilustradas en la Figura 8) se procesen por las señales DBF1.1, DBF1.2, ..., DBF1.N respectivamente, las señales se combinan en conformidad con un algoritmo predeterminado, y se obtiene una señal de transmisión mixta basada en modos o basada en portadoras (es decir, la primera señal combinada por combinador 1 en la Figura 9).

De modo similar, después de que N señales de transmisión de modo único o N señales de transmisión de portadora única ($f_1, f_2, f_3, \dots, f_N$) sean procesadas por DBF2.1, DBF2.2, ..., DBF2.N respectivamente, las señales se combinan en conformidad con un algoritmo predeterminado y una segunda señal de transmisión mixta basada en modos o basada en portadoras (es decir, la segunda señal combinada por el combinador 2 se obtiene de este modo).

5

...

De modo similar, después de que N señales de transmisión de modo único o N señales de transmisión de portadora única ($f_1, f_2, f_3, \dots, f_N$) se procesen por DBFM.1, DBFM.2, ..., DBFM.N respectivamente, las señales se combinan en conformidad con un algoritmo predeterminado y se obtiene una M-ésima señal de transmisión mixta basada en modos o basada en portadoras (es decir, la M-ésima señal combinada por el combinador M).

10

De este modo, N señales de transmisión de modo único N señales de transmisión de portadora única ($f_1, f_2, f_3, \dots, f_N$) se combinan en M señales de transmisión. A continuación, cada una de M señales de transmisión se somete al procesamiento en CFR y DPD respectivamente, y se convierte en una señal IQ analógica mediante el conversor DAC. Por último, las señales IQ analógicas se proporcionan a cada canal de transmisión del transceptor.

15

Las señales de recepción y señales de transmisión multimodos y multiportadoras pueden procesarse en conformidad con el algoritmo de DBF basado en modos o basado en portadoras anterior. En esta forma de realización, la antena activa o la estación base pueden obtener diferentes diagramas de radiación basados en modos o basados en portadoras.

20

Forma de realización 3

Sobre la base de la antena activa o de la estación base, dadas a conocer en la primera forma de realización y/o la segunda forma de realización, puede añadirse una red de combinadores/divisores de potencia simples. La Figura 10 ilustra una estructura de una antena activa o de una estación base en una forma de realización de la presente invención.

25

La diferencia entre la tercera forma de realización y la primera forma de realización es como sigue: una red de combinador/divisor de potencia 75 se añade entre la red de dipolos de antena 71 y la red de transceptores 72; durante la recepción de señales, la red de combinador/divisor de potencia 75 puede combinar señales débiles recibidas por múltiples dipolos de antena en una señal y transmitir la señal a los transceptores en la red de transceptores 72; durante la transmisión de la señal, las señales RF de los transceptores en la red de transceptores se transmiten a múltiples dipolos de antena por intermedio de la red de combinador/divisor de potencia.

30

35

En esta forma de realización, la red de combinador/divisor de potencia puede formarse por la red de combinador/divisor de potencia de Wilkinson. De este modo, la conexión de cable o de placa de circuito impreso (PCB) se caracteriza por su simplicidad y bajas pérdidas.

40

Utilizando la antena activa dada a conocer en la tercera forma de realización, cada transceptor está conectado a más de un dipolo de antena (dos o tres dipolos de antena o cualquiera de sus combinaciones son preferibles). De este modo, se reduce, en gran medida, la cantidad de transceptores.

45

Forma de realización 4

Sobre la base de las formas de realización anteriores, la unidad BBU puede integrarse también en la antena activa o en la estación base, según se ilustra en la Figura 11.

50

En comparación con las formas de realización anteriores, la cuarta forma de realización da a conocer una solución de instalación más simple.

Sobre la base de las formas de realización anteriores, la cuarta forma de realización da a conocer un método para la recuperación de un canal de recepción. Según se ilustra en la Figura 12, el método incluye las etapas siguientes:

55

Etapas 901: Se selecciona un canal de recepción.

Etapas 902: Una señal IQ analógica de calibración en recepción entra en un canal de calibración en recepción y se modula en una señal RF mediante una conversión ascendente.

60

Etapas 903: La señal RF está acoplada en el canal de recepción seleccionado y se demodula en una señal IQ analógica mediante una conversión descendente.

65

Etapas 904: La señal IQ analógica se compara con la señal IQ analógica de calibración en recepción y se obtiene la amplitud y la fase del canal de recepción seleccionado.

Etapa 905: La amplitud y fase del canal de recepción seleccionado se recuperan en conformidad con la amplitud y fase.

5 Sobre la base de las formas de realización anteriores, una forma de realización de un método para la recuperación de un canal de transmisión se da a conocer a este respecto. Según se ilustra en la Figura 13, el método incluye las etapas siguientes:

Etapa 1010: Se selecciona un canal de transmisión.

10 Etapa 1020: Una señal IQ digital se recoge y convierte en una señal IQ analógica que entra en el canal de transmisión seleccionado, y la señal IQ analógica se modula en una señal RF mediante una conversión ascendente.

Etapa 1030: La señal RF está acoplada en un canal de calibración en transmisión y se demodula en una señal IQ analógica de calibración en transmisión mediante una conversión descendente.

15 Etapa 1040: La señal IQ analógica de calibración en transmisión se convierte en una señal IQ digital, la señal IQ digital recogida se compara con la señal IQ digital convertida y se obtienen la amplitud y fase del canal de transmisión seleccionado.

20 Etapa 1050: La amplitud y fase del canal de transmisión seleccionado se recuperan en conformidad con la amplitud y fase.

25 Utilizando los métodos para la recuperación del canal de recepción y del canal de transmisión en la forma de realización, la señal IQ digital puede ser precalibrada para eliminar la incoherencia entre todos los canales de recepción o entre todos los canales de transmisión en términos de amplitud y fase. De este modo, todas las señales IQ digitales en recepción pueden acumularse en conformidad con un algoritmo relacionado en la unidad DPU con el fin de obtener un diagrama de recepción correcto o bien, las amplitudes y fases de las señales RF que alcanzan la red de dipolos de antena se distribuyen de forma regular, y se obtiene un diagrama de transmisión correcto.

30 Una forma de realización de un método de procesamiento basado en modos o basado en portadoras para la recepción de señales se proporciona también a este respecto. Según se ilustra en la Figura 14, el método incluye las etapas siguientes:

35 Etapa 1110: Las señales IQ analógicas de M canales de recepción se convierten en M señales IQ digitales, y cada señal IQ digital se divide en N señales de recepción de modo único o N señales de recepción de portadora única mediante una NCO basada en modos o basada en portadoras.

40 Etapa 1120: Se realiza el procedimiento en DBF sobre cada N señales de recepción de modo único o cada N señales de recepción de portadora única en M canales de recepción.

45 Etapa 1130: Las señales recibidas de modo único en M canales de recepción en cada N señales recibidas de modo único o señales recibidas de portadora única en los M canales de recepción en cada N señales recibidas de portadora única se combinan mediante un combinador y luego se procesan por CIC, HBF y FIR y se obtienen N señales IQ digitales.

Etapa 1140: Las N señales IQ digitales se combinan en una señal por el combinador y se transmiten a la unidad BBU.

50 Los M canales de recepción pueden ser 3 a 20 canales de recepción. Preferentemente, M puede ser 4 a 12 y N puede ser 1 a 8. Preferentemente, N puede ser 1 a 4.

55 Una forma de realización de un método de procesamiento basado en modos o basado en portadoras para transmitir señales se da a conocer también a este respecto. Según se ilustra en la Figura 15, el método incluye las etapas siguientes:

60 Etapa 1210: Una señal de transmisión se convierte en N señales IQ digitales mediante una conversión serie-paralelo. La NCO basada en modos o basada en portadoras procesa cada señal IQ digital de las N señales IQ digitales, y obtiene una señal IQ digital de transmisión de modo único o una señal IQ digital de transmisión de portadora única.

Etapa 1220: Cada señal IQ digital de transmisión de modo único de las N señales IQ digitales o cada señal IQ digital de transmisión de portadora única de las N señales IQ digitales se procesa por M procesamientos en DBF, y se obtienen M señales IQ digitales basadas en modos o basadas en portadoras.

65 Etapa 1230: Las N señales IQ digitales de transmisión de modo único en cada M canales de transmisión o N señales IQ digitales de transmisión de portadora única en cada M canales de transmisión se combinan en una señal por un

combinador.

5 Etapa 1240: Los procesamientos en CFR y DPD se realizan en M señales de transmisión mixtas basadas en modos o basadas en portadoras y las M señales de transmisión mixtas basadas en modos o basadas en portadoras se convierten en señales IQ analógicas y se proporcionan a cada canal de transmisión del transceptor. Los M canales de recepción pueden ser 3 a 20 canales de recepción. Preferentemente, M puede ser 4 a 12 y N puede ser 1 a 8. Preferentemente, N puede ser 1 a 4.

10 El método de procesamiento de señales basado en modos o basado en portadoras, dado a conocer en esta forma de realización, puede aplicarse en la unidad DPU en la antena activa o la estación base, dadas a conocer en formas de realización de la presente invención. De este modo, pueden procesarse señales de recepción y señales de transmisión multimodo y multiportadora y pueden obtenerse diferentes diagramas de antenas basados en modos o basados en portadoras diferentes.

15 Los expertos en esta técnica entienden que la totalidad o parte de las etapas en las formas de realización anteriores pueden ponerse en práctica mediante hardware relacionado bajo las instrucciones de un programa informático. El programa puede memorizarse en un soporte de memorización legible por ordenador. Cuando se ejecuta el programa, se ejecutan los procesos de los métodos precedentes. El soporte de memorización puede ser un disco magnético, una memoria de solamente lectura-disco compacto (CD-ROM), una memoria de solamente lectura
20 (ROM) o una memoria de acceso aleatorio (RAM).

25

30

REIVINDICACIONES

1. Una antena activa, que comprende una red de dipolos de antena (11), una red de transceptores (12), una unidad de procesamiento digital, DPU (13) y una unidad de calibración en transcepción, en donde:

la red de dipolos de antena (11) comprende un dipolo de antena adaptado para realizar una conversión entre una señal de onda electromagnética y una señal de radiofrecuencia, RF;

la red de transceptores (12) comprende un transceptor adaptado para: durante una recepción de señal, demodular la señal RF del dipolo de antena en una señal IQ analógica mediante una conversión descendente y proporcionar la señal IQ analógica a la unidad DPU; durante una transmisión de señal, modular la señal IQ analógica de la unidad DPU en una señal RF mediante una conversión ascendente y proporcionar la señal RF al dipolo de antena;

la unidad DPU (13) está adaptada para: durante la recepción de la señal, convertir la señal IQ analógica que ha sufrido una conversión descendente en una señal IQ digital, y realizar una puesta en forma digital de haz, DBF, en la señal IQ digital en conformidad con la unidad de calibración en transcepción; durante la transmisión de señal, convertir una señal de una unidad de banda base, BBU, en una señal IQ digital mediante una conversión serie/paralelo, S/P, realizar una reducción del factor de cresta, CFR, sobre la señal IQ digital convertida y realizar una función DBF sobre la señal IQ digital que se somete al procesamiento por CFR en conformidad con la unidad de calibración en transcepción;

un módulo del algoritmo de calibración en recepción, adaptado para: generar una señal IQ digital de calibración en recepción, que se convierte en una señal IQ analógica, que se modula en una señal RF de calibración en recepción después de que la señal RF de calibración en recepción entre en un canal de recepción seleccionado por intermedio de la unidad de calibración en transcepción, que es demodulada en una señal IQ analógica mediante una conversión descendente y luego, se convierte en una señal IQ digital, comparar la señal IQ digital convertida con la señal IQ digital de calibración en recepción generada, para obtener una amplitud y una fase del canal de recepción seleccionado, y recuperar la amplitud y fase del canal de recepción seleccionado; después de recuperar las amplitudes y fases de todos los canales de recepción, obtener una amplitud de recepción y un valor de fase en función de las amplitudes y de las fases de todos los canales de recepción; comparar la amplitud de recepción y el valor de fase con la amplitud y fase de cada canal de recepción con el objeto de obtener un factor de calibración en recepción de la amplitud y de la fase de cada canal de recepción;

un módulo del algoritmo DBF de recepción, adaptado para configurar el factor de calibración en recepción en un módulo de recepción DBF en cada canal de recepción;

el módulo de recepción de DBF, adaptado para realizar una DBF sobre la señal IQ digital convertida a partir de la señal IQ analógica objeto de conversión descendente;

un módulo del algoritmo de calibración en transmisión adaptado para: recoger una señal IQ digital; cuando la señal IQ digital es convertida en una señal IQ analógica, la señal IQ analógica entra en un canal de transmisión seleccionado y es modulada por conversión ascendente en una señal RF, cuya señal RF es entonces recogida por la unidad de calibración en transcepción y demodulada por conversión descendente en una señal IQ analógica; comparar la señal IQ digital convertida a partir de la señal IQ analógica que se ha sometido a una conversión descendente a la señal IQ digital recogida, obtener una amplitud y una fase del canal de transmisión seleccionado y recuperar la amplitud y la fase del canal de transmisión seleccionado; cuando se recupera las amplitudes y fases de todos los canales de transmisión, obtener una amplitud de transmisión y un valor de fase en conformidad con las amplitudes y fases de todos los canales de transmisión, comparar la amplitud de transmisión y el valor de fase con la amplitud y con la fase de cada canal de transmisión, y obtener un factor de calibración en transmisión de la amplitud y de la fase de cada canal de transmisión;

un módulo del algoritmo de DBF en transmisión, adaptado para configurar el factor de calibración en transmisión en un módulo de transmisión de DBF en cada canal de transmisión; y

el módulo de transmisión de DBF, adaptado para realizar una DBF sobre la señal IQ digital que se somete al procesamiento por CFR.

2. La antena activa según la reivindicación 1, en donde la unidad de calibración en transcepción comprende:

un canal de calibración en recepción (241), conectado al módulo del algoritmo de calibración en recepción en un extremo por intermedio de un conversor digital a analógico, DAC, de la unidad DPU y conectado a una matriz de conmutación en el otro extremo, y adaptado para modular la señal IQ analógica en una señal RF de calibración en recepción mediante una conversión ascendente cuando la señal IQ digital generada por el módulo del algoritmo de calibración en recepción es convertida en una señal IQ analógica por intermedio del conversor DAC;

un canal de calibración en transmisión (242), conectado al módulo del algoritmo de calibración en transmisión en un

extremo por intermedio de un conversor analógico a digital, ADC, de la unidad DPU y conectado a la matriz de conmutación en el otro extremo y adaptado para demodular, mediante una conversión descendente, la señal RF del canal de transmisión en la red de transceptores en una señal IQ analógica de calibración en transmisión; y

5 la matriz de conmutación (243), conectada al canal de calibración en transmisión y al canal de calibración en recepción en un extremo y acoplada con extremos frontales del canal de recepción y del canal de transmisión en la red de transceptores en el otro extremo por intermedio de un acoplador y adaptada para comunicar el canal de recepción y el canal de transmisión en la red de transceptores sobre una base de división en el tiempo.

10 **3.** La antena activa según la reivindicación 1, en donde la unidad de calibración en transcepción comprende un combinador, un duplexor, un canal de calibración en recepción y un canal de calibración en transmisión, en donde:

15 el canal de calibración en recepción está conectado al módulo del algoritmo de calibración en recepción en un extremo por intermedio de un conversor digital a analógico, DAC, de la unidad DPU y conectado al duplexor en el otro extremo y adaptado para modular la señal IQ analógica en una señal RF de calibración en recepción mediante una conversión ascendente cuando la señal IQ digital generada por el módulo del algoritmo de calibración en recepción se convierte en una señal IQ analógica por intermedio del conversor DAC;

20 el canal de calibración en transmisión está conectado al módulo del algoritmo de calibración en transmisión en un extremo por intermedio de un conversor analógico a digital, ADC, de la unidad DPU y conectado al duplexor en el otro extremo y adaptado para demodular, mediante una conversión descendente, la señal RF del canal de transmisión en la red de transceptores en una señal IQ analógica de calibración en transmisión; y

25 el combinador está conectado al duplexor en un extremo y acoplado con extremos frontales del canal de recepción y del canal de transmisión en la red de transceptores por intermedio de un acoplador y adaptado para calibrar el canal de recepción y el canal de transmisión en la red de transceptores al mismo tiempo.

30 **4.** La antena activa según la reivindicación 1, en donde todos los canales de recepción en la red de transceptores comparten una misma señal de oscilación local en recepción y todos los canales de transmisión en la red de transceptores comparten una misma señal de oscilación local en transmisión.

35 **5.** La antena activa según la reivindicación 1, en donde el módulo de recepción DBF y el módulo de transmisión de DBF en la unidad DPU están basados en modos o basados en portadoras y adaptado para formar diagramas de radiación en diferentes modos o portadoras.

40 **6.** La antena activa según la reivindicación 1, que comprende, además, una red de combinador/divisor de potencia conectada a por los menos dos dipolos de antenas en la red de dipolos de antena y al menos un transceptor en la red de transceptores, en donde: durante la recepción de la señal, la red de combinador/divisor de potencia combina las señales débiles recibidas por los al menos dos dipolos de antena en una sola señal y transmite la señal a al menos un transceptor en la red de transceptores; durante la transmisión de la señal, la red del combinador/divisor de potencia transmite la señal RF de al menos un transceptor en la red de transceptores a los al menos dos dipolos de antenas.

45 **7.** La antena activa según la reivindicación 1, que comprende, además, una unidad BBU conectada a la DPU.

8. La antena activa según la reivindicación 1, en donde el dipolo de antena está integrado con el canal de recepción y el canal de transmisión y el transceptor conectado al dipolo de antena y el canal de recepción y el canal de transmisión en la DPU conectados al canal de recepción y al canal de transmisión del transceptor.

50

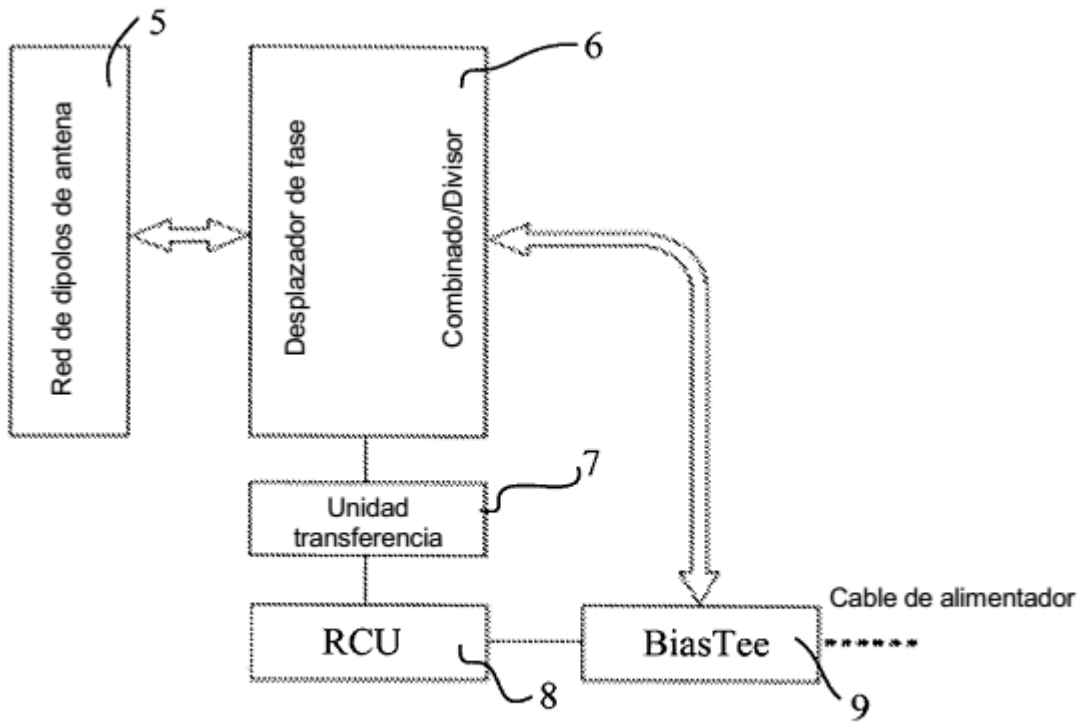


FIG. 1

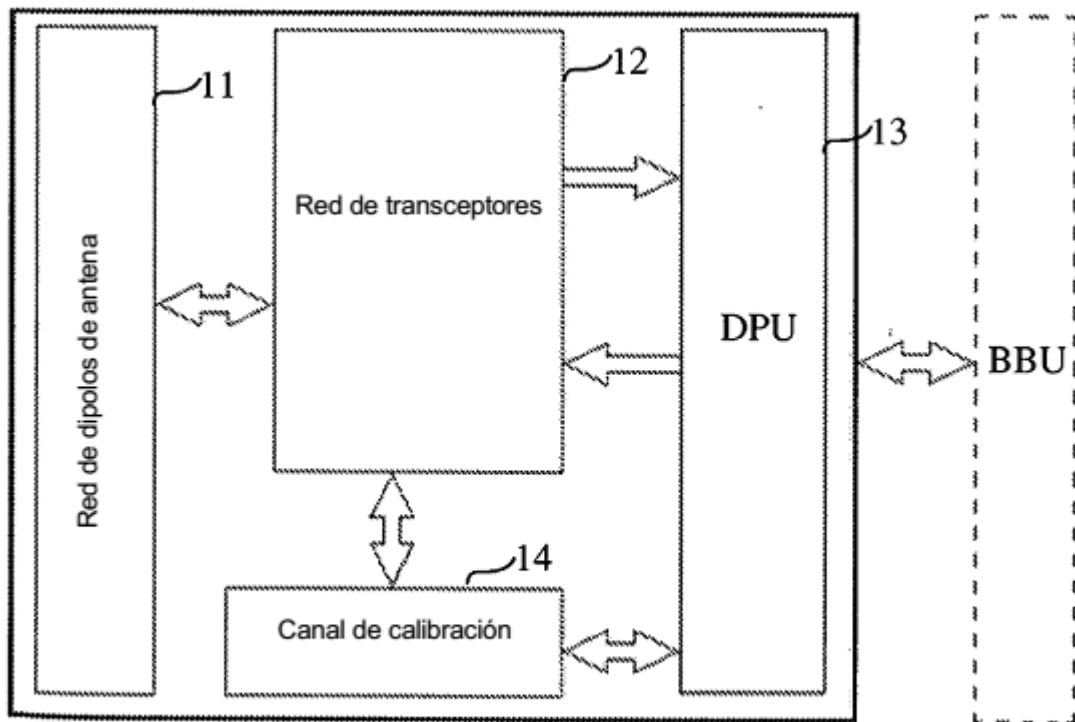


FIG. 2

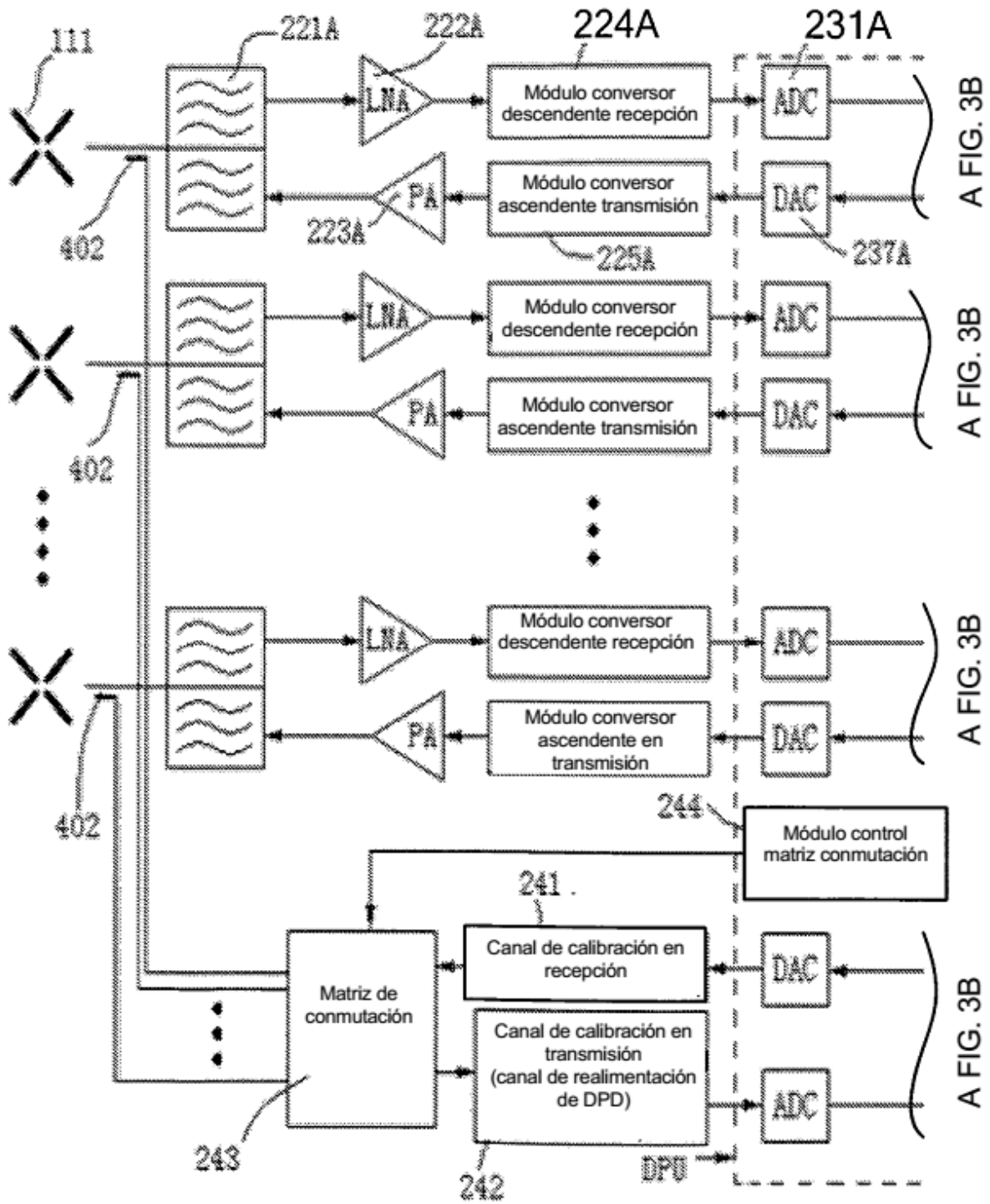


FIG. 3A

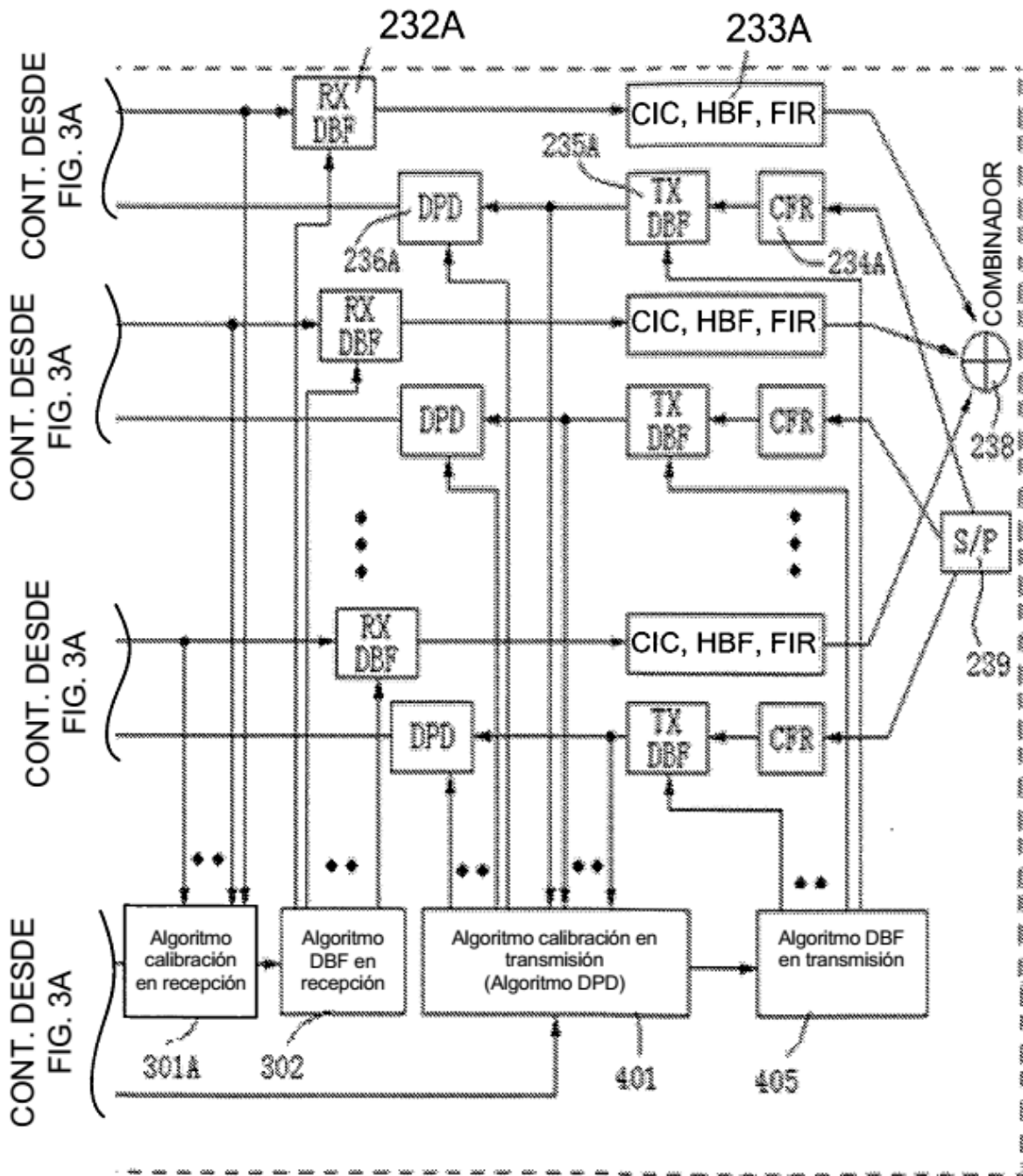


FIG. 3B

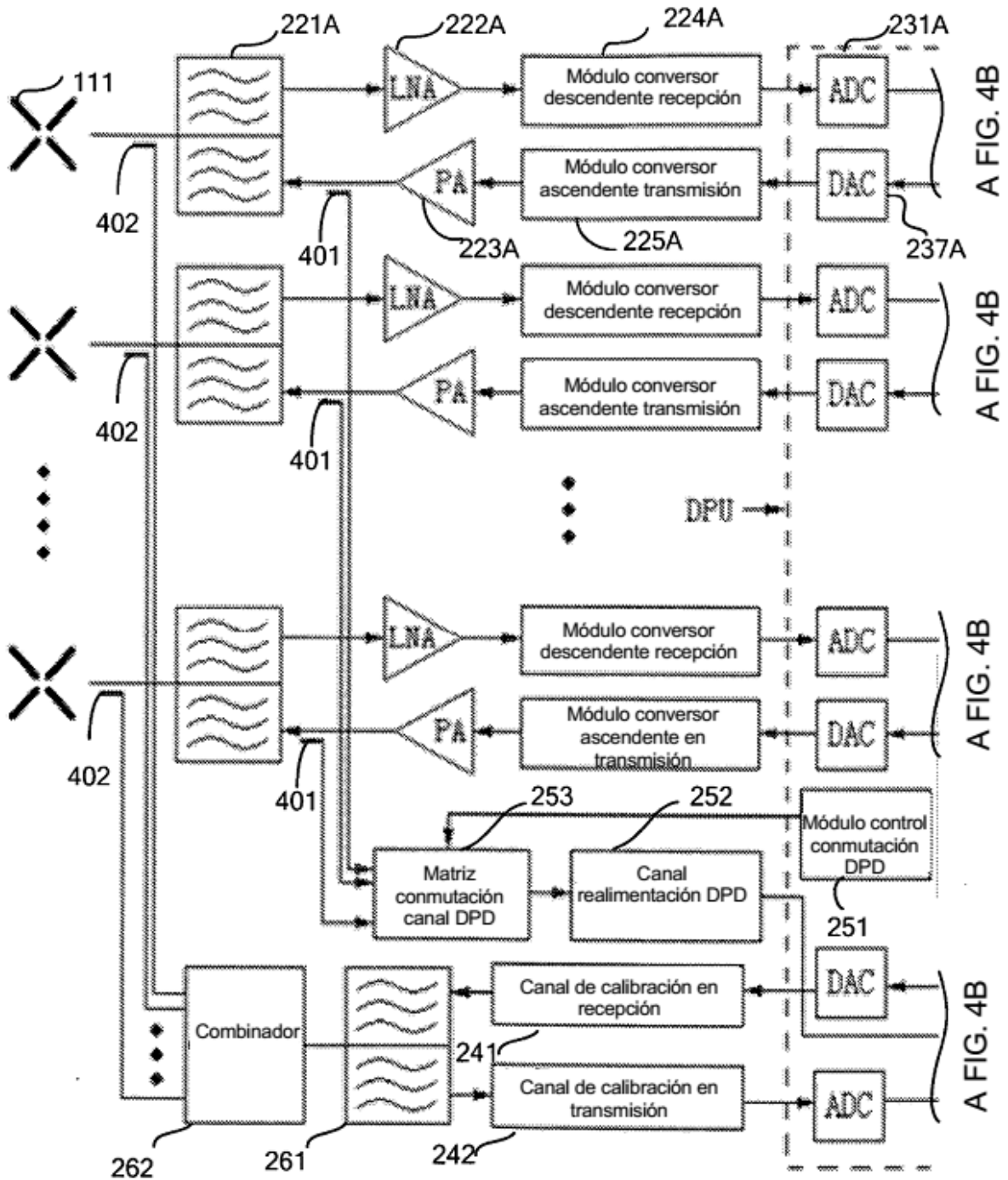


FIG 4A

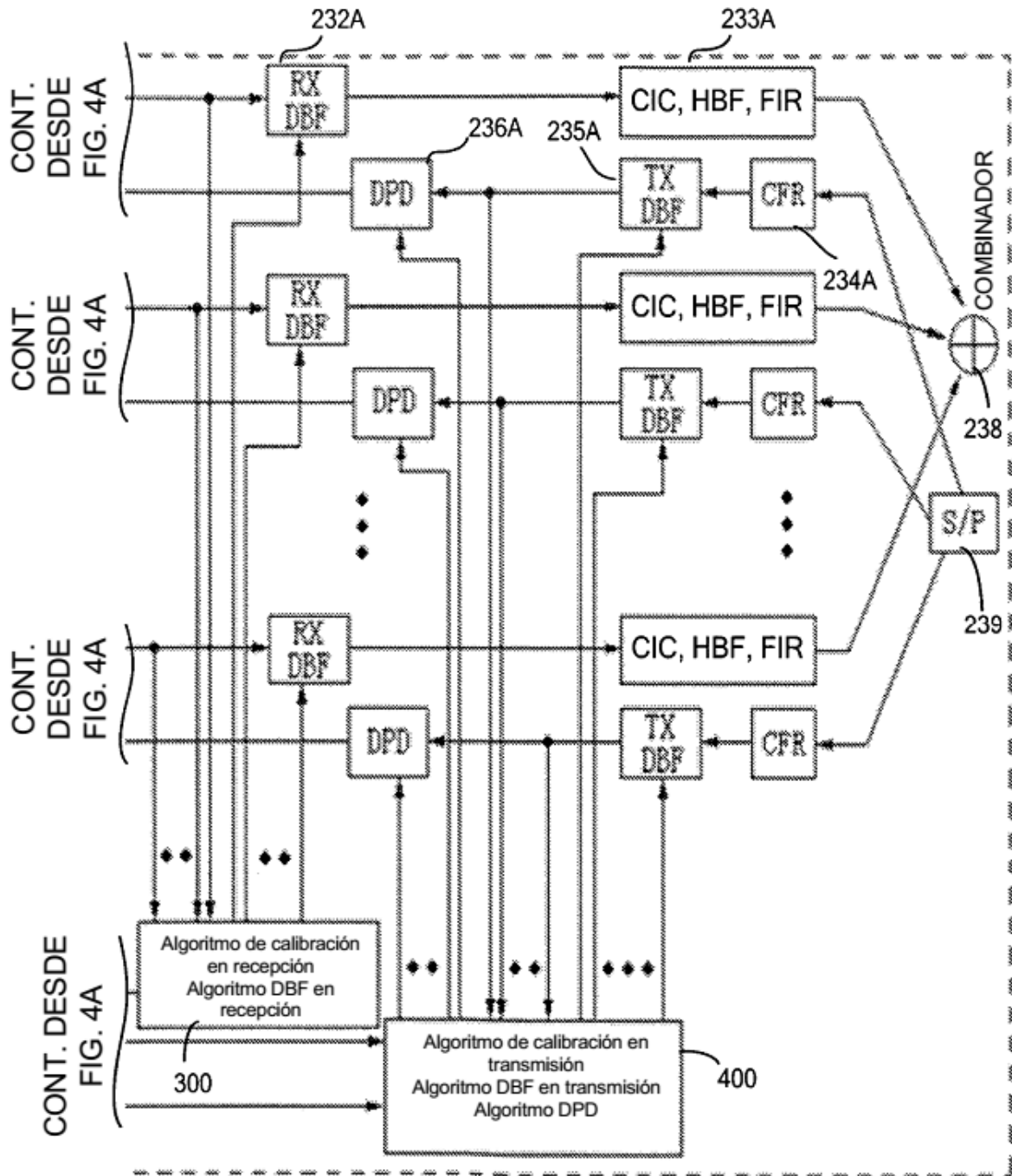


FIG. 4B

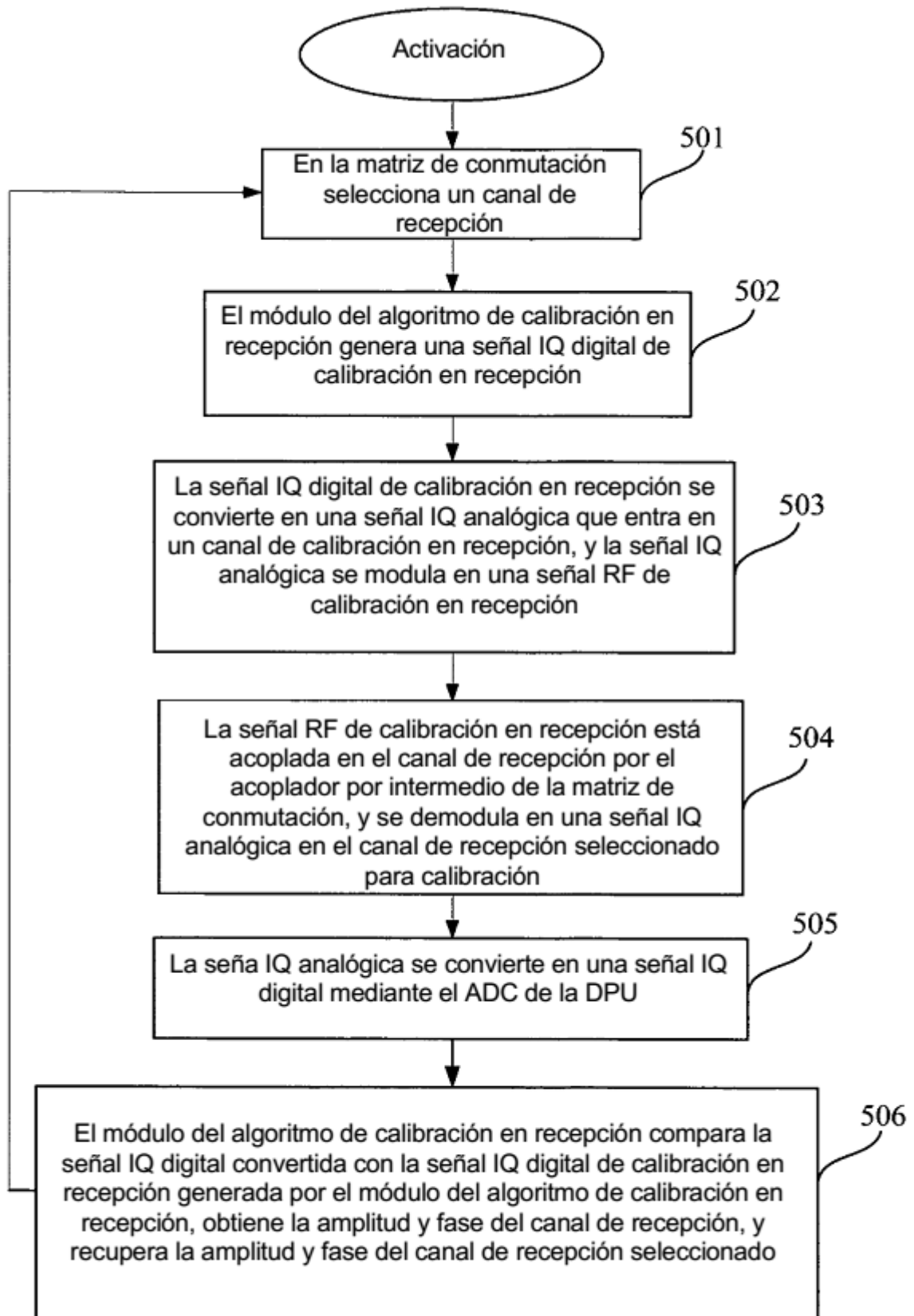


FIG. 5

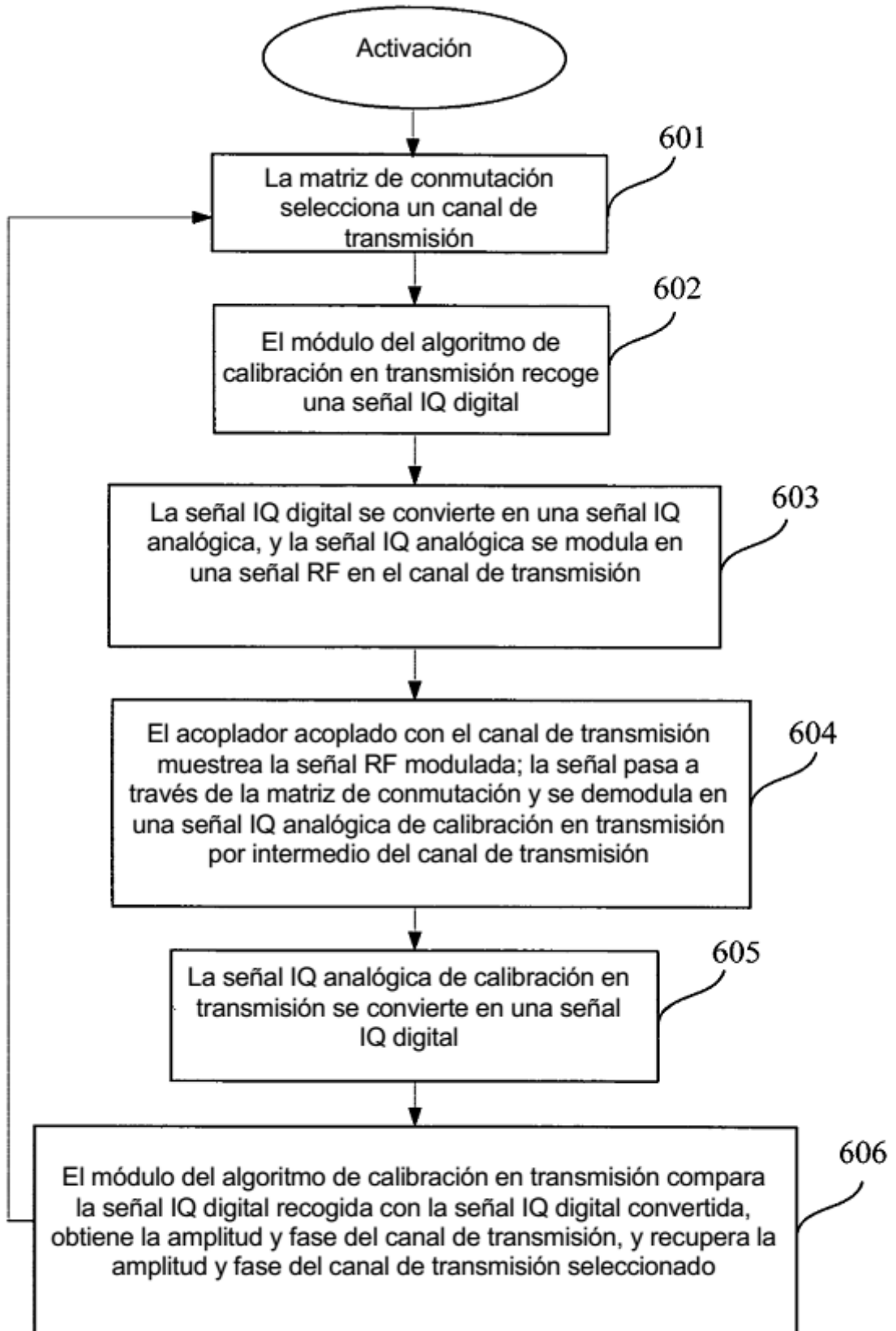


FIG. 6

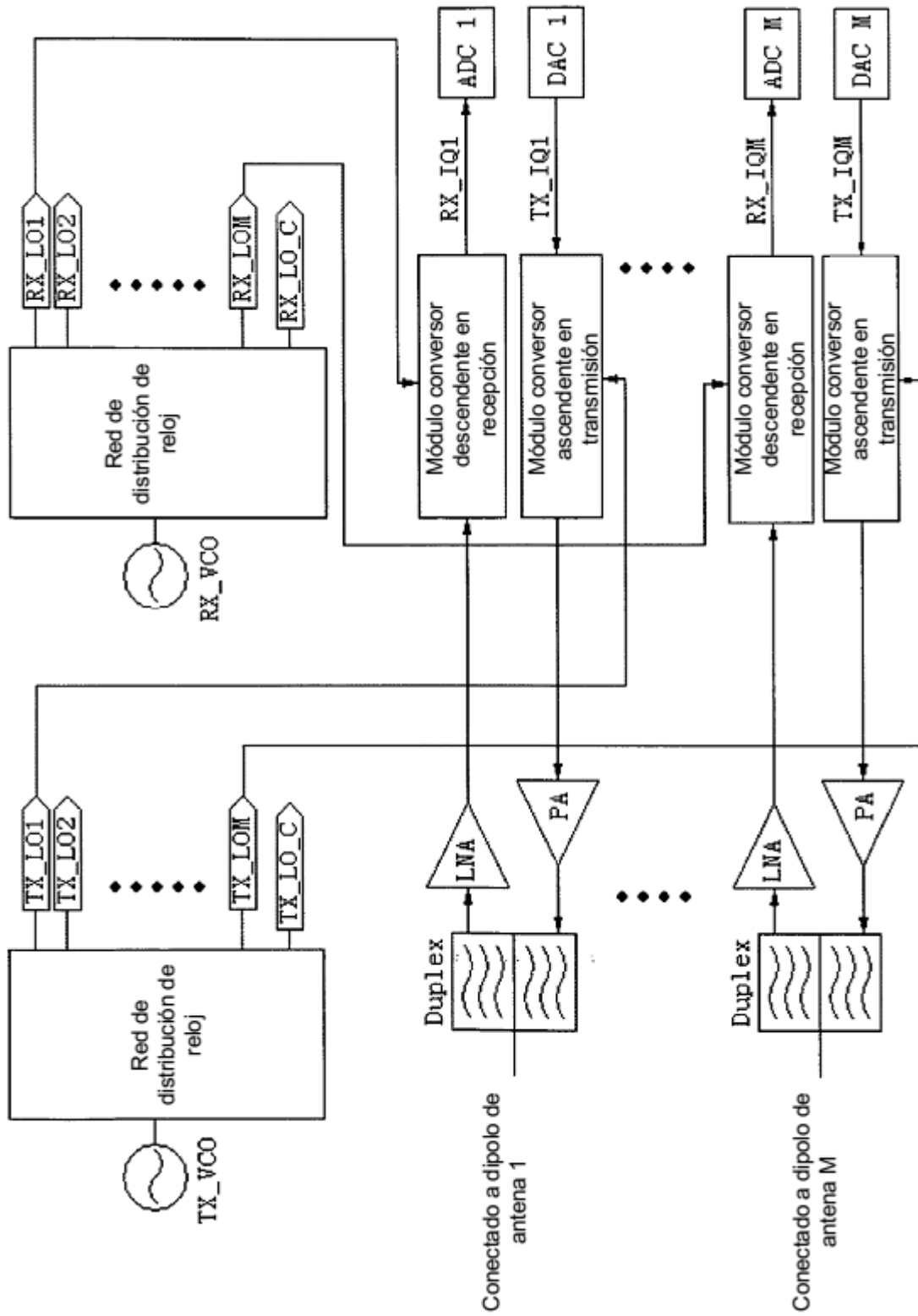


FIG. 7

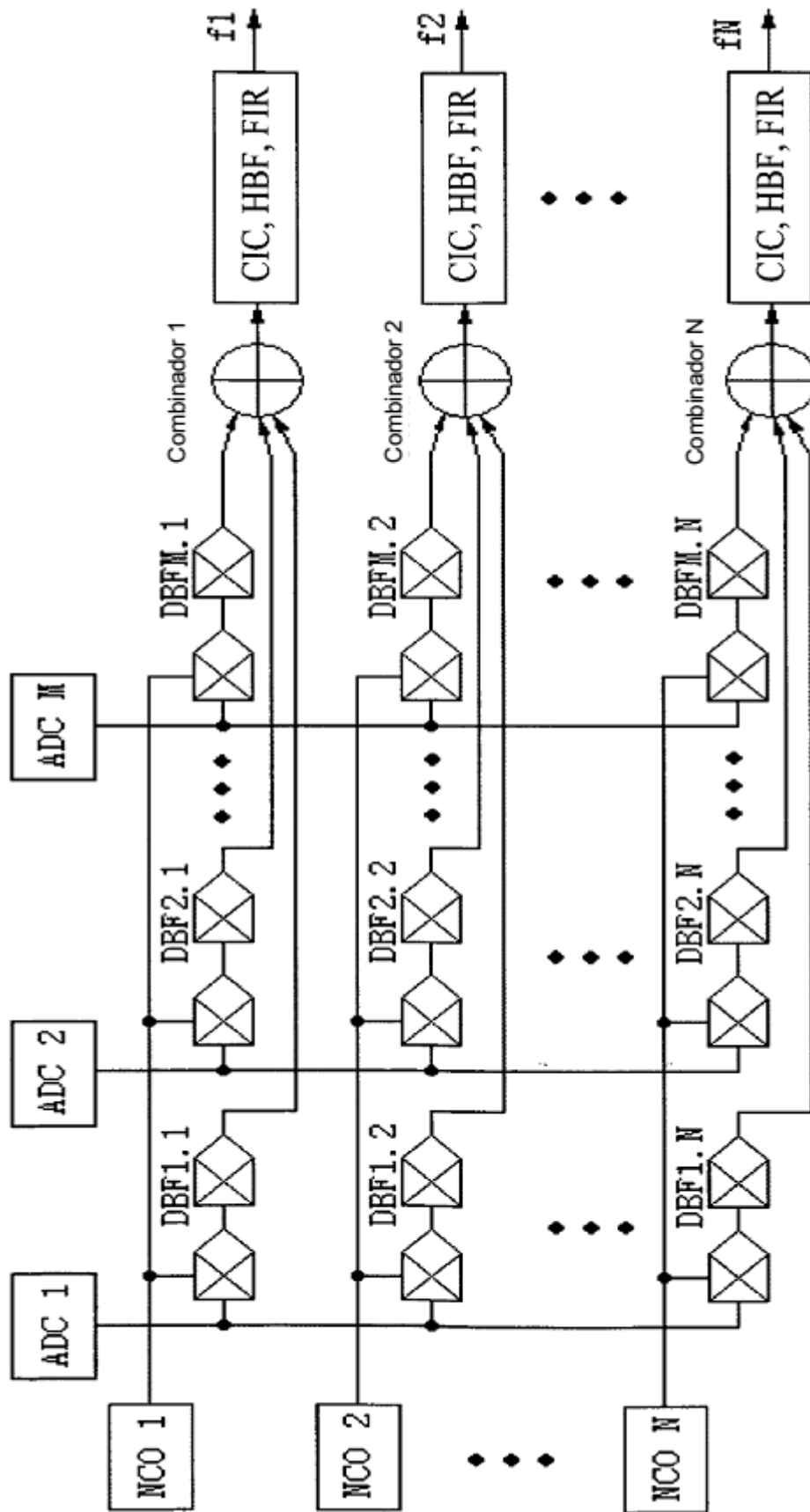


FIG. 8

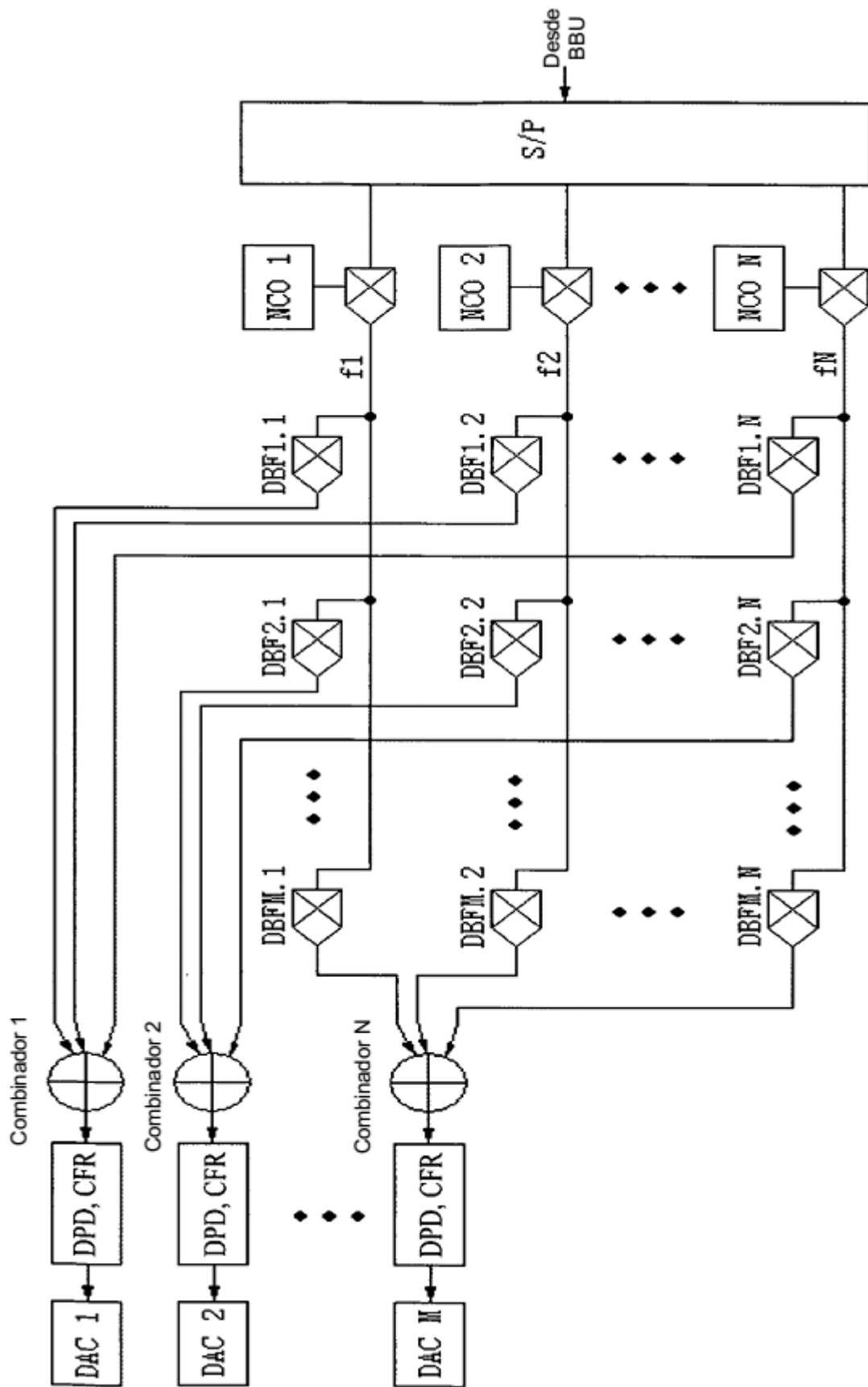


FIG. 9

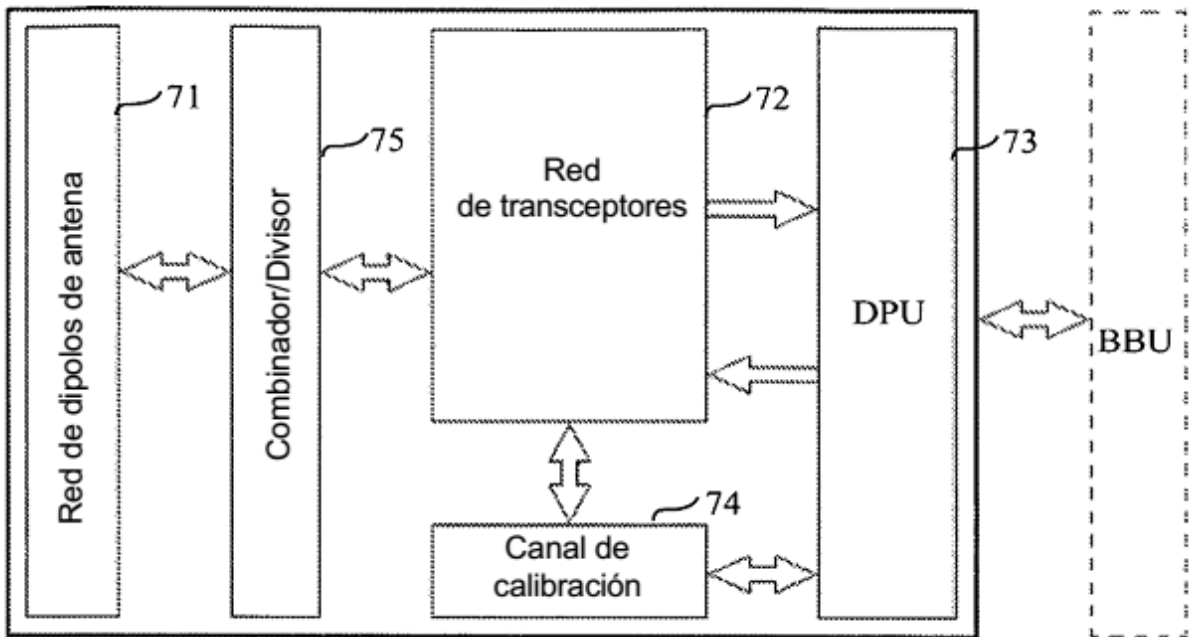


FIG. 10

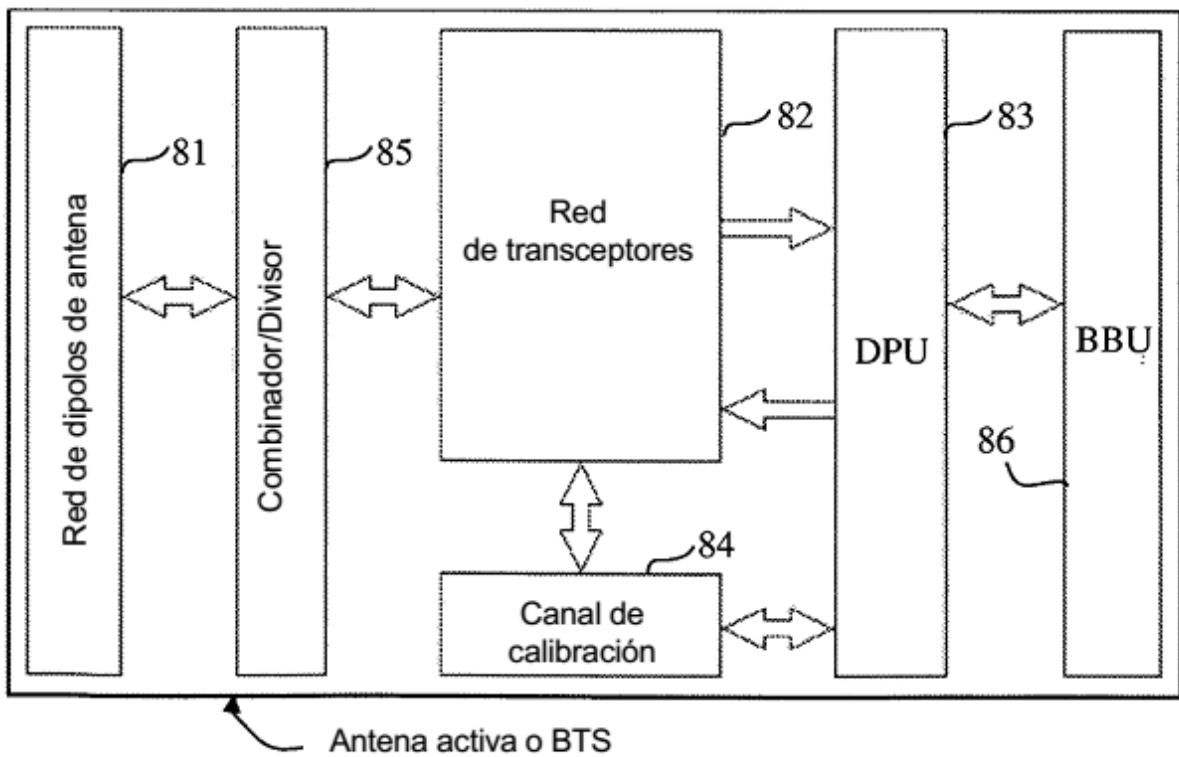


FIG. 11

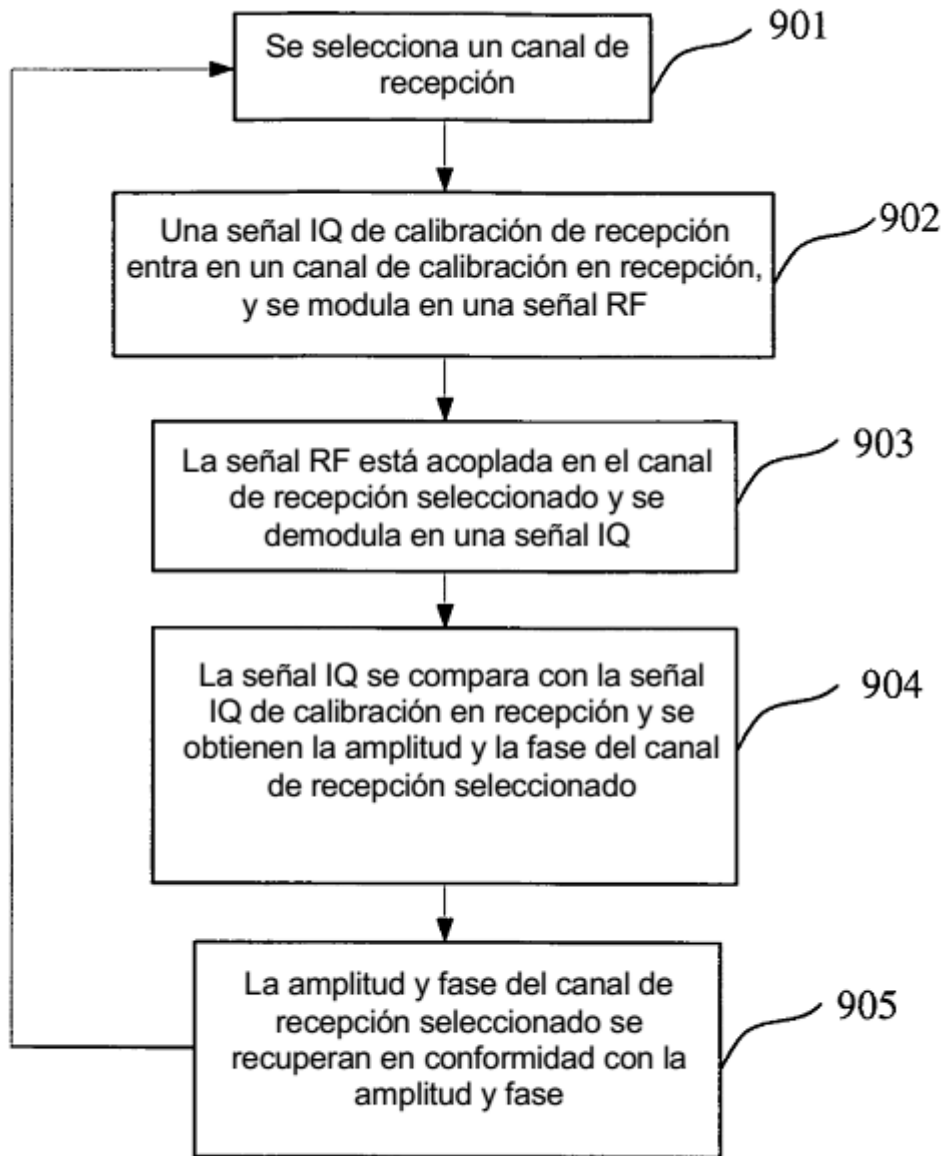


FIG. 12

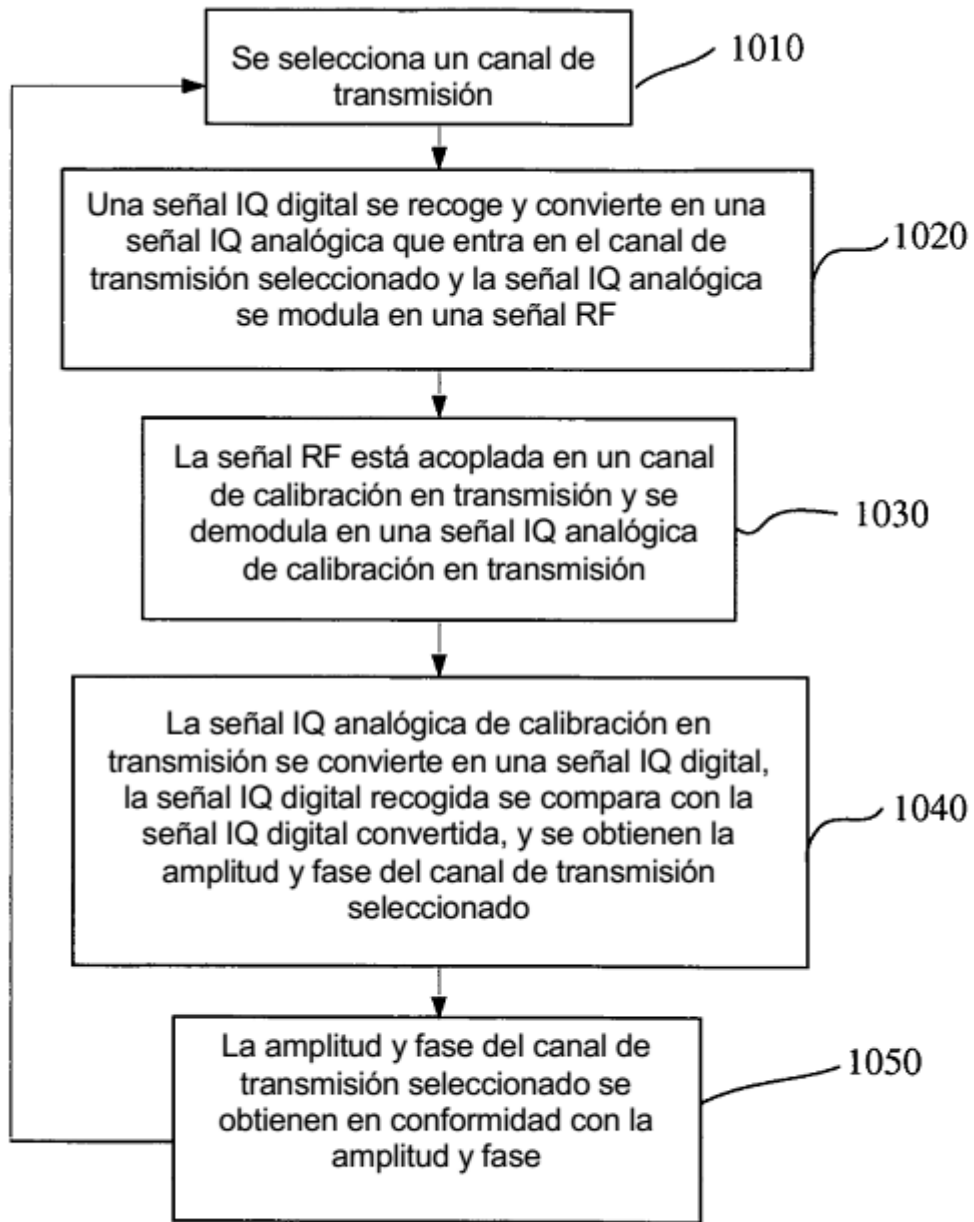


FIG. 13

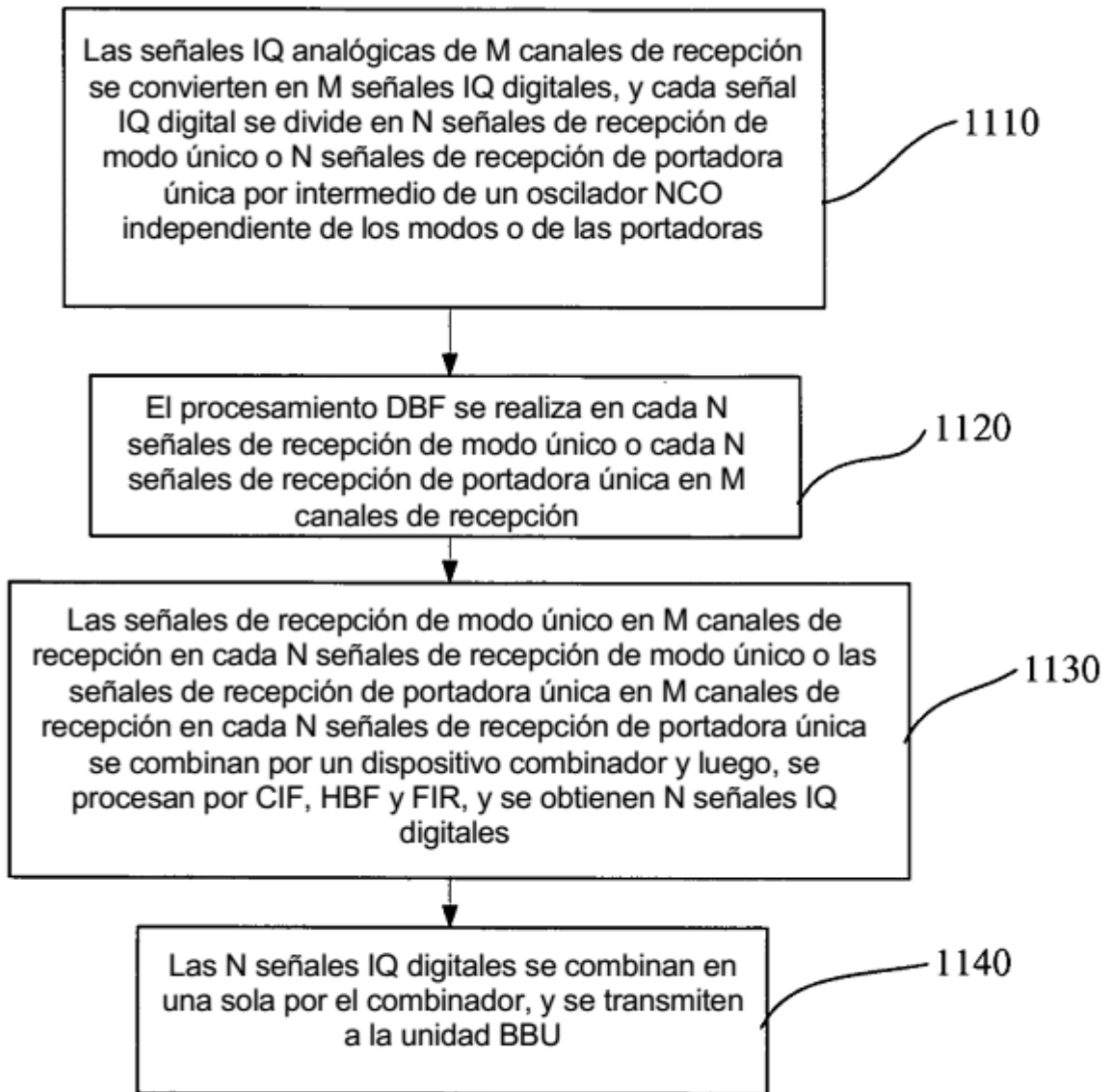


FIG. 14

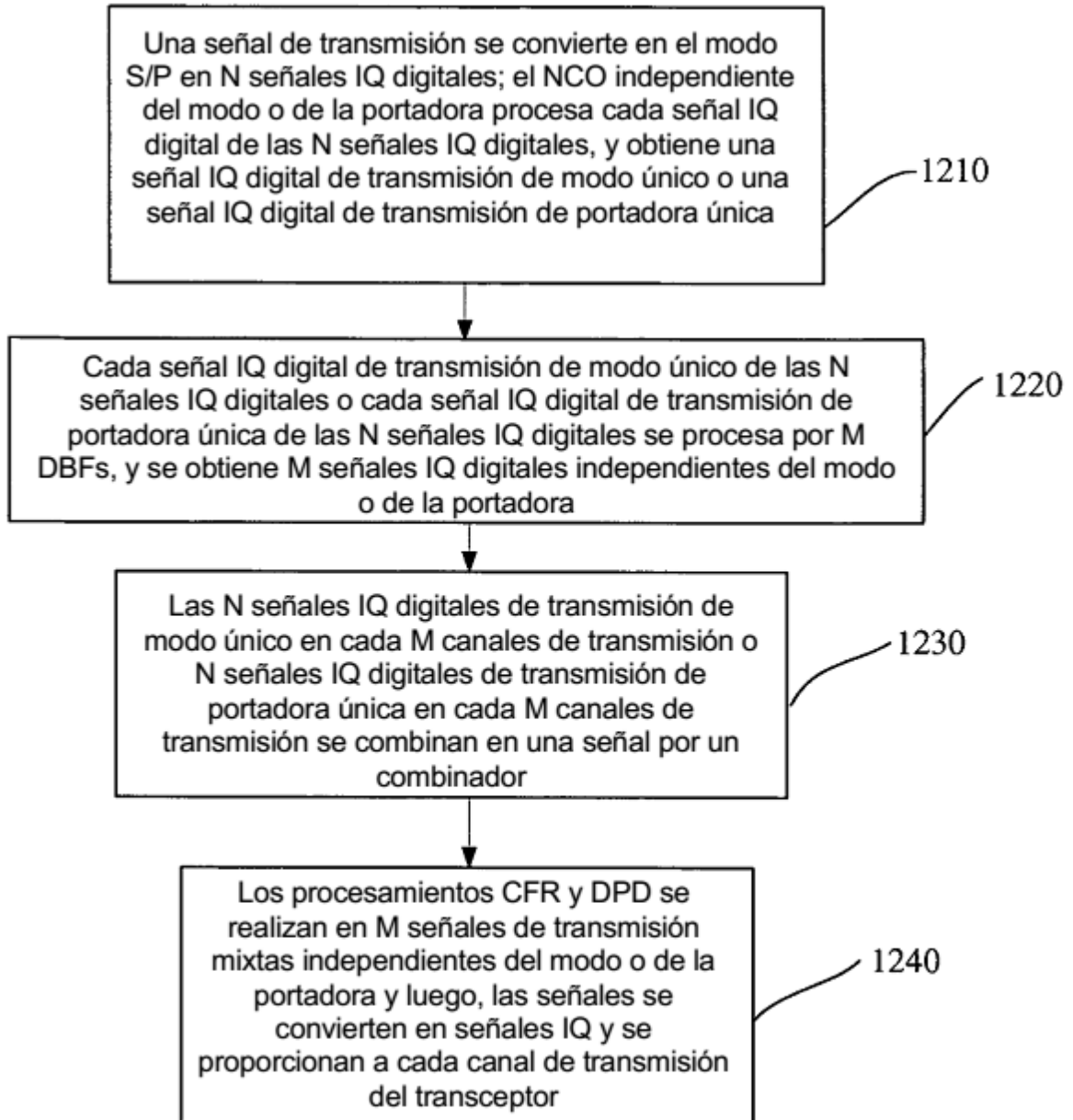


FIG. 15