

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 814 998**

51 Int. Cl.:

H04B 1/44

(2006.01)

H04Q 3/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.10.2018** **E 18202826 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.07.2020** **EP 3540954**

54 Título: **Conmutador multidireccional, sistema de radiofrecuencia y dispositivo de comunicación inalámbrica**

30 Prioridad:

16.03.2018 CN 201810220713

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

29.03.2021

73 Titular/es:

**GUANGDONG OPPO MOBILE
TELECOMMUNICATIONS CORP., LTD (100.0%)
No.18, Haibin Road Wusha, Chang'an
Dongguan, Guangdong 523860, CN**

72 Inventor/es:

BAI, JIAN

74 Agente/Representante:

VIDAL GONZÁLEZ, María Ester

ES 2 814 998 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

Conmutador multidireccional, sistema de radiofrecuencia y dispositivo de comunicación inalámbrica

5 Campo técnico

Esta descripción se refiere al campo de las tecnologías de comunicación, y más particularmente a un conmutador multidireccional, un sistema de radiofrecuencia y un dispositivo de comunicación inalámbrica. Las tecnologías relacionadas se conocen de los documentos US 2017/195004 A1, US 2013/308554 A1, US 2009/054093 A1 y Xiang Gao y otros: "Multi-Switch for Antenna Selection in Massive MIMO", 2015 IEEE Globe com, 6 de diciembre de 2015.

Antecedentes

Con la popularidad de los dispositivos electrónicos tales como los teléfonos inteligentes, el teléfono inteligente puede admitir un número creciente de aplicaciones y se está volviendo cada vez más potente. El teléfono inteligente se está desarrollando de forma diversificada y personalizada, convirtiéndose en un producto electrónico indispensable en la vida de los usuarios. En el sistema de comunicación móvil de cuarta generación (4G), el dispositivo electrónico generalmente adopta una arquitectura de sistema de radiofrecuencia (RF) de antena única o antena doble. Actualmente, en un nuevo sistema de radio (NR) del sistema de comunicación móvil de quinta generación (5G), se proponen requisitos para un dispositivo electrónico que admita una arquitectura de sistema de RF de cuatro antenas.

Resumen

La presente invención se define en las reivindicaciones independientes adjuntas. Las modalidades de la descripción proporcionan un conmutador multidireccional, un sistema de radiofrecuencia y un dispositivo de comunicación inalámbrica.

De acuerdo con un primer aspecto de la descripción, se proporciona un conmutador multidireccional. El conmutador multidireccional incluye doce puertos de dirección (T) y cuatro puertos Polo (P). Los doce puertos T incluyen cuatro primeros puertos T y cada primer puerto T está acoplado con los cuatro puertos P.

El conmutador multidireccional está configurado para acoplarse con un circuito de radiofrecuencia y un sistema de antenas de un dispositivo electrónico operable en un modo de transmisión dual de doble frecuencia, para permitir una función preestablecida del dispositivo electrónico, el sistema de antenas incluye cuatro antenas correspondientes a los cuatro puertos P, y la función preestablecida es una función para transmitir una señal de referencia de sondeo (SRS) a través de las cuatro antenas a su vez.

De acuerdo con un segundo aspecto de la descripción, se proporciona un sistema de radiofrecuencia. El sistema de radiofrecuencia incluye un sistema de antenas, un transceptor de radiofrecuencia, un circuito de radiofrecuencia acoplado con el transceptor de radiofrecuencia y un conmutador multidireccional acoplado con el circuito de radiofrecuencia y el sistema de antenas. El conmutador multidireccional incluye doce puertos T y cuatro puertos P. Los doce puertos T incluyen cuatro primeros puertos T y cada primer puerto T está acoplado con los cuatro puertos P. El sistema de antenas incluye cuatro antenas correspondientes a los cuatro puertos P.

El conmutador multidireccional está configurado para habilitar una función predeterminada de transmitir a su vez una SRS a través de las cuatro antenas.

De acuerdo con un tercer aspecto de la descripción, se proporciona un dispositivo de comunicación inalámbrica. El dispositivo de comunicación inalámbrica incluye un transceptor de radiofrecuencia, un circuito de radiofrecuencia acoplado con el transceptor de radiofrecuencia, un sistema de antenas y un conmutador multidireccional acoplado con el circuito de radiofrecuencia y el sistema de antenas. El sistema de antenas incluye cuatro antenas. El conmutador multidireccional incluye doce puertos T y cuatro puertos P. Los doce puertos T incluyen cuatro primeros puertos T que admiten solo una función de transmisión y ocho segundos puertos T que admiten solo una función de recepción. Cada primer puerto T está acoplado con los cuatro puertos P. Cada segundo puerto T está acoplado con uno de los cuatro puertos P, y cualquiera de los dos segundos puertos T operables en la misma banda de frecuencia están acoplados con diferentes puertos P de los cuatro puertos P. Cada uno de los cuatro puertos P está acoplado con una antena correspondiente.

El conmutador multidireccional está configurado para habilitar una función predeterminada de transmitir a su vez una SRS a través de las cuatro antenas correspondientes a los cuatro puertos P.

De acuerdo con las modalidades de la descripción, el dispositivo electrónico incluye el sistema de antenas, el circuito de radiofrecuencia y el conmutador multidireccional. El sistema de antenas incluye las cuatro antenas. El conmutador multidireccional incluye los doce puertos T y los cuatro puertos P. El conmutador multidireccional está configurado para acoplarse con el circuito de radiofrecuencia y el sistema de antenas para permitir la función preestablecida del

dispositivo electrónico de transmitir a su vez una SRS a través de las cuatro antenas correspondientes a los cuatro puertos P.

Breve descripción de los dibujos

5 La descripción se entiende mejor a partir de la siguiente descripción detallada cuando se lee junto con los dibujos adjuntos. Se enfatiza que, de acuerdo con la práctica común, los diversos elementos de los dibujos no están a escala. Por el contrario, las dimensiones de los diversos elementos se expanden o reducen arbitrariamente para mayor claridad.

10 La Figura 1 es un diagrama estructural esquemático que ilustra un conmutador multidireccional de acuerdo con una modalidad de la presente descripción.

15 La Figura 2 es un diagrama estructural esquemático que ilustra un conmutador multidireccional de acuerdo con una modalidad de la presente descripción.

La Figura 3 es un diagrama estructural esquemático que ilustra un conmutador multidireccional correspondiente a una estructura ilustrada en la Figura 2 de acuerdo con una modalidad de la presente descripción.

20 La Figura 4 es un diagrama estructural esquemático que ilustra un circuito de radiofrecuencia de acuerdo con una modalidad de la presente descripción.

La Figura 5 es aún otro diagrama estructural esquemático que ilustra un circuito de radiofrecuencia de acuerdo con una modalidad de la presente descripción.

25 La Figura 6 es todavía otro diagrama estructural esquemático que ilustra un circuito de radiofrecuencia de acuerdo con una modalidad de la presente descripción.

30 La Figura 7 es todavía otro diagrama estructural esquemático que ilustra un circuito de radiofrecuencia de acuerdo con una modalidad de la presente descripción.

La Figura 8 es todavía otro diagrama estructural esquemático que ilustra un circuito de radiofrecuencia de acuerdo con una modalidad de la presente descripción.

35 La Figura 9 es todavía otro diagrama estructural esquemático que ilustra un circuito de radiofrecuencia de acuerdo con una modalidad de la presente descripción.

La Figura 10 es todavía otro diagrama estructural esquemático que ilustra un circuito de radiofrecuencia de acuerdo con una modalidad de la presente descripción.

40 La Figura 11 es todavía otro diagrama estructural esquemático que ilustra un circuito de radiofrecuencia de acuerdo con una modalidad de la presente descripción.

45 La Figura 12 es un diagrama estructural esquemático que ilustra un sistema de antenas de un dispositivo electrónico de acuerdo con una modalidad de la presente descripción.

La Figura 13 es un diagrama estructural esquemático que ilustra otro sistema de antenas del dispositivo electrónico de acuerdo con una modalidad de la presente descripción.

50 La Figura 14 es un diagrama estructural esquemático que ilustra un sistema de radiofrecuencia de acuerdo con una modalidad de la presente descripción.

La Figura 15 es un diagrama estructural esquemático que ilustra un dispositivo de comunicación inalámbrica de acuerdo con una modalidad de la presente descripción.

55 La Figura 16 es un diagrama estructural esquemático que ilustra un receptor de carga inalámbrico para multiplexar una antena de un dispositivo de comunicación inalámbrica de acuerdo con una modalidad de la presente descripción.

60 La Figura 17 es un diagrama estructural esquemático que ilustra una antena de matriz de cuadro compuesta por cuatro antenas de acuerdo con una modalidad de la presente descripción.

Descripción detallada

65 Para permitir que los expertos en la técnica comprendan mejor las soluciones de la presente descripción, las soluciones técnicas en las modalidades de la presente descripción se describirán en adelante con referencia a los dibujos acompañantes en las modalidades de la presente descripción de una manera clara y completa.

Aparentemente, las modalidades descritas son simplemente algunas en lugar de todas las modalidades de la presente descripción. Todas las demás modalidades que obtienen los expertos en la técnica en base a las modalidades de la presente descripción sin esfuerzos creativos estarán dentro del alcance de protección de la presente descripción.

5 Los términos "primero", "segundo", y similares que se usan en la especificación, las reivindicaciones y los dibujos acompañantes de la presente descripción se usan para distinguir entre diferentes objetos en lugar de describir un orden particular. Además, los términos "incluir", "comprender" y "tener", así como las variaciones de los mismos, se destinan a cubrir la inclusión no exclusiva. Por ejemplo, un proceso, método, sistema, producto o aparato que incluye una serie de etapas o unidades no se limita a las etapas o unidades enumeradas, por el contrario puede incluir otras etapas o unidades que no se enumeran; alternatively, pueden incluirse otras etapas o unidades inherentes al proceso, método, producto o dispositivo.

15 El término "modalidad" o "implementación" al que se hace referencia en la presente descripción significa que una característica, estructura o elemento particular descrito junto con la modalidad puede contenerse en al menos una modalidad de la presente descripción. La frase que aparece en diferentes lugares en la especificación no se refiere necesariamente a la misma modalidad, ni se refiere a una modalidad independiente o alternativa que es mutuamente excluyente con otras modalidades. Los expertos en la técnica entienden expresa e implícitamente que una modalidad descrita en la presente descripción puede combinarse con otras modalidades.

20 El terminal móvil que se involucra en las modalidades de la descripción puede incluir diferentes dispositivos portátiles, dispositivos en el vehículo, dispositivos ponibles, dispositivos informáticos que tienen funciones de comunicación inalámbrica u otros dispositivos de procesamiento conectados a módem inalámbrico, así como diferentes formas de equipos de usuario (UE), estaciones móviles (MS), dispositivos terminales y similares. Para facilitar la descripción, los dispositivos mencionados anteriormente se denominan colectivamente dispositivo electrónico.

25 En la actualidad, la transmisión de la señal de referencia de sondeo (SRS) a través de cuatro antenas de conmutación de un teléfono móvil es una opción obligatoria para la corporación de comunicaciones móviles de China (CMCC) en el Terminal de libro blanco de la tecnología de prueba a escala de quinta generación móvil (5G) de China, que es opcional en el proyecto de asociación de tercera generación (3GPP). Su propósito principal es que una estación base determine la calidad y los parámetros de cuatro canales mediante la detección de señales de enlace ascendente de cuatro antenas del teléfono móvil, para realizar una formación de haz de un conjunto de antenas masivas de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO) de enlace descendente en los cuatro canales de acuerdo con una reciprocidad de canal, y finalmente obtener el mejor rendimiento de transmisión de datos para un enlace descendente MIMO 4x4.

35 Para satisfacer los requisitos de la transmisión SRS a través de la conmutación de cuatro antenas, se propone una arquitectura de radiofrecuencia basada en un conmutador de antena 4PnT simplificado en las modalidades de la descripción. En comparación con un esquema de conmutación del conmutador pequeño 3P3T/DPDT/multidireccional, el presente esquema de conmutación puede reducir el número de conmutadores en serie en cada ruta integrando todos o parte de los conmutadores en el conmutador 4PnT, reduciendo de esta manera la pérdida de enlace y optimizando el rendimiento general de transmisión y recepción de la terminal. Las modalidades de la presente solicitud se describen en detalle a continuación.

45 En el contexto de la descripción, la abreviatura "LNA" se refiere a un amplificador de bajo ruido y la abreviatura "PA" se refiere a un amplificador de potencia.

50 En el contexto de la descripción, "puerto P" es la abreviatura de "puerto polar", que se refiere a puertos acoplados con antenas de un conmutador multidireccional. Además, "puerto T" es la abreviatura de "puerto de dirección", que se refiere a puertos acoplados con módulos de radiofrecuencia del conmutador multidireccional. El conmutador multidireccional es, por ejemplo, un conmutador tripolar de tres direcciones (3P3T).

55 De acuerdo con una modalidad de la descripción, se proporciona un conmutador multidireccional. El conmutador multidireccional incluye doce puertos T y cuatro puertos P. Los doce puertos T incluyen cuatro primeros puertos T y cada primer puerto T está acoplado con los cuatro puertos P. El conmutador multidireccional está configurado para acoplarse con un circuito de radiofrecuencia y un sistema de antenas de un dispositivo electrónico operable en un modo de transmisión dual de doble frecuencia, para permitir una función preestablecida del dispositivo electrónico. El sistema de antenas incluye cuatro antenas correspondientes a los cuatro puertos P. La función preestablecida es una función de transmitir a su vez una SRS a través de las cuatro antenas.

60 La Figura 1 es un diagrama estructural esquemático que ilustra un conmutador multidireccional 10 de acuerdo con una modalidad de la presente descripción. Como se ilustra en la Figura 1, el conmutador multidireccional 10 es aplicable a un dispositivo electrónico 100. El dispositivo electrónico 100 es operable en un modo de transmisión dual de doble frecuencia, así como también incluye un sistema de antenas 20 y un circuito de radiofrecuencia 30. El sistema de antenas 20 incluye cuatro antenas. El conmutador multidireccional 10 incluye doce puertos T y cuatro puertos P, y los doce puertos T incluyen cuatro primeros puertos T y cada primer puerto T está acoplado con los cuatro puertos P (es decir, completamente acoplado). Las cuatro antenas corresponden a los cuatro puertos P; específicamente, las cuatro antenas y los cuatro puertos P están en correspondencia uno a uno.

El conmutador multidireccional 10 está configurado para acoplarse con el circuito de radiofrecuencia 30 y el sistema de antenas 20 para permitir una función preestablecida del dispositivo electrónico 100, donde la función preestablecida es una función de transmitir a su vez una SRS a través de las cuatro antenas correspondientes a los cuatro puertos P, que puede entenderse como una función SRS de cuatro puertos.

Las antenas de transmisión se refieren a las antenas que admiten una función de transmisión (es decir, una función de transmisión de señal) de las cuatro antenas.

El dispositivo electrónico 100 puede ser un teléfono móvil u otros dispositivos terminales que admitan la nueva radio de quinta generación (5G NR), tal como un equipo de las instalaciones del cliente (CPE) o un dispositivo inalámbrico de banda ancha portátil (por ejemplo, un wifi móvil, MIFI).

El concepto de acoplamiento, acoplamiento completo u otro tipo de acoplamiento entre los puertos T y los puertos P del conmutador multidireccional descrito en las modalidades de la descripción se refiere a un estado en el que los puertos T están acoplados con los puertos P a través de los primeros transistores de conmutación. Cabe señalar que un puerto T o un puerto P puede ser un puerto de un segundo transistor de conmutación. El primer transistor de conmutación está configurado para controlar una ruta entre el puerto T y el puerto P que se activará (por ejemplo, conducción unidireccional desde el puerto T al puerto P o desde el puerto P al puerto T). El primer transistor de conmutación puede ser, por ejemplo, una matriz de conmutación compuesta por tres transistor metal-óxido-semiconductor (MOS). Cuando el primer transistor de conmutación está desconectado y no está conectado a tierra, los parámetros parásitos afectarán en gran medida el rendimiento de otros puertos conectados. Por lo tanto, el primer transistor de conmutación se implementa con tres transistores MOS, donde los tres transistores MOS pueden estar en una conexión de fuente común, es decir, acoplados en una fuente común. Cuando se desconecta el primer transistor de conmutación, se desconectan dos transistores MOS en dos extremos y se conecta a tierra un transistor MOS en el medio. El segundo transistor de conmutación está configurado para habilitar un puerto correspondiente (es decir, un puerto T o un puerto P) y puede ser, por ejemplo, un transistor MOS. Debe observarse que, las configuraciones específicas del primer transistor de conmutación y del segundo transistor de conmutación no están limitadas en la presente descripción. En una implementación, el dispositivo electrónico puede controlar rutas entre el puerto T y el puerto P para conectarse a través del primer transistor de conmutación. En otra implementación, el dispositivo electrónico puede proporcionarse con un controlador dedicado para acoplarse con los transistores de conmutación del conmutador multidireccional.

La transmisión de una SRS a través de las cuatro antenas correspondientes a los cuatro puertos P a su vez se refiere a un proceso en el que un dispositivo electrónico interactúa con una estación base en función de un mecanismo de sondeo para determinar la calidad de un canal de enlace ascendente correspondiente a cada antena.

En algunas implementaciones, además de los cuatro primeros puertos T, los doce puertos T incluyen además ocho segundos puertos T. Cada uno de los ocho segundos puertos T está acoplado con uno de los cuatro puertos P, y cualquier segundo puerto T de la misma banda de frecuencia está acoplado con diferentes puertos P de los cuatro puertos P. Cada uno de los cuatro puertos P está acoplado con una antena correspondiente (en otras palabras, los cuatro puertos P están en correspondencia uno a uno con las cuatro antenas). Los cuatro primeros puertos T solo admiten una función de transmisión; los ocho segundos puertos T solo admiten una función de recepción.

Dado que los doce puertos T incluyen los cuatro primeros puertos T, cada primer puerto T está completamente acoplado con los cuatro puertos P, y cada uno de los otros puertos T (es decir, los ocho segundos puertos T) solo está acoplado con una antena fija para recibir, es posible reducir el número de transistores de efecto de campo (FET) integrados en un conmutador cuadripolar de doce direcciones (4P12T), reducir el volumen y el costo del conmutador 4P12T y mejorar también el rendimiento del conmutador 4P12T. Lo siguiente se describirá en detalle.

El modo de transmisión dual de doble frecuencia mencionado anteriormente se refiere a un modo operativo en el que el dispositivo electrónico puede admitir rutas de transmisión de enlace ascendente de dos bandas de doble frecuencia (UL) o rutas de recepción de enlace descendente de cuatro bandas de doble frecuencia (DL).

En una implementación, el dispositivo electrónico incluye lógicamente ocho circuitos receptores y cuatro circuitos transmisores, ya que el dispositivo electrónico incluye doce puertos T y admite transmisión de cuatro rutas, como se ilustra en la Figura 2, el número de semiconductores de óxido metálico (MOS) de un conmutador multidireccional es $16 + (4 \times 4 + (12 - 4) \times 1) \times 3 = 88$. Cada uno de los cuatro circuitos transmisores corresponde a uno de los cuatro primeros puertos, y cada primer puerto está configurado para acoplarse con uno de los cuatro primeros puertos T del conmutador multidireccional; además, cada uno de los ocho circuitos receptores corresponde a uno de los ocho segundos puertos, y cada segundo puerto está configurado para acoplarse con uno de los ocho segundos puertos T del conmutador multidireccional.

Como se puede ver, en la implementación, el dispositivo electrónico incluye el sistema de antenas, el circuito de radiofrecuencia y el conmutador multidireccional. El sistema de antenas incluye las cuatro antenas. El conmutador multidireccional incluye los doce puertos T y los cuatro puertos P. El conmutador multidireccional está configurado

para acoplarse con el circuito de radiofrecuencia y el sistema de antenas para permitir una función del dispositivo eléctrico de transmitir a su vez una SRS a través de las cuatro antenas correspondientes a los cuatro puertos P.

La Figura 3 es un diagrama estructural esquemático que ilustra un conmutador multidireccional correspondiente a una estructura ilustrada en la Figura 2 de acuerdo con una modalidad de la presente descripción. Como se ilustra en la Figura 3, el conmutador multidireccional incluye doce puertos T y cuatro puertos P. Los doce puertos T están marcados respectivamente como T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8, T9, T10, T11 y T12; los cuatro puertos P están marcados respectivamente como P1, P2, P3 y P4. Como una implementación, T1, T2, T3 y T4 se configuran como puertos TX que admiten una función de transmisión; T5, T6, T7, T8, T9, T10, T11 y T12 están configurados como puertos RX que solo admiten una función de recepción. Cada uno de los cuatro puertos P está acoplado con un puerto del sistema de antenas (es decir, cada uno de los cuatro puertos P está acoplado con una antena correspondiente). Debe entenderse que los puertos T1, T2, T3, T4 T5, T6, T7, T8, T9, T10, T11, T12, P1, P2, P3 y P4 son solo puertos ilustrativos, y las modalidades de la descripción no se limitan a los mismos.

Debe observarse que, una manera de acoplamiento del circuito de radiofrecuencia y el conmutador multidireccional incluye, pero sin limitarse a, la estructura de la Figura 3, y es simplemente un ejemplo en la presente descripción.

En una posible implementación, como se ilustra en la Figura 4, el circuito de radiofrecuencia del dispositivo electrónico incluye lógicamente cuatro circuitos transmisores y ocho circuitos receptores. El circuito de radiofrecuencia incluye físicamente dos módulos de circuito independientes. Los dos módulos de circuito independientes tienen múltiples puertos de transmisión y múltiples puertos de recepción. Cada puerto de transmisión está configurado para acoplarse con un primer puerto T correspondiente (es decir, uno de los cuatro primeros puertos T) y cada puerto de recepción está configurado para acoplarse con un segundo puerto T correspondiente (es decir, uno de los ocho segundos puertos T). Es decir, los múltiples puertos de transmisión de los dos módulos de circuito independientes y los múltiples primeros puertos T del conmutador multidireccional están en correspondencia uno a uno, y los múltiples puertos de recepción de los dos módulos de circuitos independientes y múltiples segundos puertos T del conmutador multidireccional están en correspondencia uno a uno.

Como una implementación, los dos módulos de circuito independiente incluyen un primer módulo de circuito independiente y un segundo módulo de circuito independiente. El primer módulo de circuito independiente está incorporado como un módulo de circuito independiente 400 y el segundo módulo de circuito independiente está incorporado como un módulo de circuito independiente 410. El módulo de circuito independiente 400 y el módulo de circuito independiente 410 incluyen cada uno múltiples primeros puertos y múltiples segundos puertos. Cada primer puerto está configurado para acoplarse con uno de los cuatro primeros puertos T del conmutador multidireccional y cada segundo puerto está configurado para acoplarse con uno de los ocho puertos T del conmutador multidireccional.

El módulo de circuito independiente 400 incluye dos circuitos transmisores operables en diferentes bandas de frecuencia de trabajo y cuatro circuitos receptores, cada uno de los dos circuitos transmisores del módulo de circuito independiente 400 tiene un puerto de transmisión acoplado con uno de los primeros puertos del módulo de circuito independiente 400, y cada uno de los cuatro circuitos receptores del módulo de circuito independiente 400 tiene un puerto de recepción acoplado con uno de los segundos puertos del módulo de circuito independiente 400.

El módulo de circuito independiente 410 incluye dos circuitos transmisores operables en diferentes bandas de frecuencia de trabajo y cuatro circuitos receptores, cada uno de los dos circuitos transmisores del módulo de circuito independiente 410 tiene un puerto de transmisión acoplado con uno de los primeros puertos del módulo de circuito independiente 410, y cada uno de los cuatro circuitos receptores del módulo de circuito independiente 410 tiene un puerto de recepción acoplado con uno de los segundos puertos del módulo de circuito independiente 410.

Como se puede ver, en la implementación, el dispositivo electrónico incluye el sistema de antenas, el circuito de radiofrecuencia y el conmutador multidireccional. El sistema de antenas incluye las cuatro antenas. El conmutador multidireccional incluye los doce puertos T y los cuatro puertos P. El conmutador multidireccional está configurado para acoplarse con el circuito de radiofrecuencia y el sistema de antenas para permitir una función del dispositivo eléctrico de transmitir a su vez una SRS a través de las cuatro antenas correspondientes a los cuatro puertos P.

En una posible implementación, como se ilustra en la Figura 5, el circuito de radiofrecuencia del dispositivo electrónico incluye lógicamente cuatro circuitos transmisores y ocho circuitos receptores. El circuito de radiofrecuencia incluye físicamente dos módulos de circuito independientes. Los dos módulos de circuito independientes tienen múltiples puertos de transmisión y múltiples puertos de recepción. Cada puerto de transmisión está configurado para acoplarse con un primer puerto T correspondiente (es decir, uno de los cuatro primeros puertos T) y cada puerto de recepción está configurado para acoplarse con un segundo puerto T correspondiente (es decir, uno de los ocho segundos puertos T). Es decir, los múltiples puertos de transmisión de los dos módulos de circuito independientes y los múltiples primeros puertos T del conmutador multidireccional están en correspondencia uno a uno, y los múltiples puertos de recepción de los dos módulos de circuitos independientes y múltiples segundos puertos T del conmutador multidireccional están en correspondencia uno a uno.

Como una implementación, los dos módulos de circuito independiente incluyen un primer módulo de circuito independiente y un segundo módulo de circuito independiente. El primer módulo de circuito independiente está configurado como un módulo de circuito independiente 500 y el segundo módulo de circuito independiente está configurado como un módulo de circuito independiente 510. El módulo de circuito independiente 500 incluye múltiples primeros puertos, y cada primer puerto del módulo de circuito independiente 500 está configurado para acoplarse con uno de los cuatro primeros puertos T del conmutador multidireccional. El módulo de circuito independiente 510 incluye múltiples primeros puertos y múltiples segundos puertos, cada primer puerto del módulo de circuito independiente 510 está configurado para acoplarse con uno de los cuatro primeros puertos T del conmutador multidireccional, y cada segundo puerto está configurado para acoplarse con uno de los ocho segundos puertos T del conmutador multidireccional.

El módulo de circuito independiente 500 incluye dos circuitos transmisores de diferentes bandas de frecuencia de trabajo, y cada uno de los dos circuitos transmisores del módulo de circuito independiente 500 tiene un puerto de transmisión acoplado con uno de los primeros puertos del módulo de circuito independiente 500.

El módulo de circuito independiente 510 incluye dos circuitos transmisores de diferentes bandas de frecuencia de trabajo y ocho circuitos receptores, cada uno de los dos circuitos transmisores del módulo de circuito independiente 510 tiene un puerto de transmisión acoplado con uno de los primeros puertos del módulo de circuito independiente 510, y cada uno de los ocho circuitos receptores tiene un puerto de recepción acoplado con uno de los segundos puertos del módulo de circuito independiente 510.

Como se puede ver, en la implementación, el dispositivo electrónico incluye el sistema de antenas, el circuito de radiofrecuencia y el conmutador multidireccional. El sistema de antenas incluye las cuatro antenas. El conmutador multidireccional incluye los doce puertos T y los cuatro puertos P. El conmutador multidireccional está configurado para acoplarse con el circuito de radiofrecuencia y el sistema de antenas para permitir una función del dispositivo eléctrico de transmitir a su vez una SRS a través de las cuatro antenas correspondientes a los cuatro puertos P.

En una posible implementación, como se ilustra en la Figura 6, el circuito de radiofrecuencia del dispositivo electrónico incluye lógicamente cuatro circuitos transmisores y ocho circuitos receptores. El circuito de radiofrecuencia incluye físicamente tres módulos de circuito independientes. Al menos uno de los tres módulos de circuito independiente incluye múltiples puertos de transmisión, y cada puerto de transmisión está configurado para acoplarse con un primer puerto T correspondiente (es decir, uno de los cuatro primeros puertos T). Los tres módulos de circuito independientes tienen múltiples puertos de recepción, y cada puerto de recepción está configurado para acoplarse con un segundo puerto T correspondiente (es decir, uno de los ocho puertos T). Es decir, los múltiples puertos de transmisión de los tres módulos de circuito independientes y los múltiples primeros puertos T del conmutador multidireccional están en correspondencia uno a uno, y los múltiples puertos de recepción de los tres módulos de circuito independientes y los múltiples segundos puertos T del conmutador multidireccional están en correspondencia uno a uno.

Como una implementación, los tres módulos de circuito independiente incluyen dos primeros módulos de circuito independiente y un segundo módulo de circuito independiente. Los dos primeros módulos de circuito independientes están incorporados como dos módulos de circuito independientes 600 y el segundo módulo de circuito independiente está incorporado como un módulo de circuito independiente 610. El módulo de circuito independiente 600 incluye múltiples primeros puertos, y cada primer puerto está configurado para acoplarse con uno de los cuatro primeros puertos T del conmutador multidireccional. El módulo de circuito independiente 610 incluye múltiples segundos puertos, y cada segundo puerto está configurado para acoplarse con uno de los ocho segundos puertos T del conmutador multidireccional.

El módulo de circuito independiente 600 incluye dos circuitos transmisores operables en diferentes bandas de frecuencia de trabajo, y cada uno de los dos circuitos transmisores tiene un puerto de transmisión acoplado con uno de los primeros puertos del módulo de circuito independiente 600.

El módulo de circuito independiente 610 incluye ocho circuitos receptores, y cada uno de los ocho circuitos receptores tiene un puerto de recepción acoplado con uno de los segundos puertos del módulo de circuito independiente 610.

Como se puede ver, en la implementación, el dispositivo electrónico incluye el sistema de antenas, el circuito de radiofrecuencia y el conmutador multidireccional. El sistema de antenas incluye las cuatro antenas. El conmutador multidireccional incluye los doce puertos T y los cuatro puertos P. El conmutador multidireccional está configurado para acoplarse con el circuito de radiofrecuencia y el sistema de antenas para permitir una función del dispositivo eléctrico de transmitir a su vez una SRS a través de las cuatro antenas correspondientes a los cuatro puertos P.

En una posible implementación, como se ilustra en la Figura 7, el circuito de radiofrecuencia del dispositivo electrónico incluye lógicamente cuatro circuitos transmisores y ocho circuitos receptores. El circuito de radiofrecuencia incluye físicamente tres módulos de circuito independientes. Al menos uno de los tres módulos de circuito independiente incluye múltiples puertos de transmisión, y cada puerto de transmisión está configurado para acoplarse con un primer puerto T correspondiente (es decir, uno de los cuatro primeros puertos T). Los tres módulos de circuito independientes tienen múltiples puertos de recepción, y cada puerto de recepción está configurado para acoplarse con un segundo

puerto T correspondiente (es decir, uno de los ocho puertos T). Es decir, los múltiples puertos de transmisión de los tres módulos de circuito independientes y los múltiples primeros puertos T del conmutador multidireccional están en correspondencia uno a uno, y los múltiples puertos de recepción de los tres módulos de circuito independientes y múltiples segundos puertos T del conmutador multidireccional están en correspondencia uno a uno.

Como una implementación, los tres módulos de circuito independiente incluyen dos primeros módulos de circuito independiente y un segundo módulo de circuito independiente. Los dos primeros módulos de circuito independientes están incorporados como dos módulos de circuito independientes 700 y el segundo módulo de circuito independiente está incorporado como un módulo de circuito independiente 710. El módulo de circuito independiente 700 incluye múltiples primeros puertos y múltiples segundos puertos, cada primer puerto está configurado para acoplarse con uno de los cuatro primeros puertos T del conmutador multidireccional, y cada segundo puerto del módulo de circuito independiente 700 está configurado para acoplarse con uno de los ocho segundos puertos T del conmutador multidireccional. El módulo de circuito independiente 710 incluye múltiples segundos puertos, y cada segundo puerto del módulo de circuito independiente 710 está configurado para acoplarse con uno de los ocho segundos puertos T del conmutador multidireccional.

El módulo de circuito independiente 700 incluye dos circuitos transmisores operables en diferentes bandas de frecuencia de trabajo y dos circuitos receptores, cada uno de los dos circuitos transmisores tiene un puerto de transmisión acoplado con uno de los primeros puertos del módulo de circuito independiente 700, y cada uno de los dos circuitos receptores tiene un puerto de recepción acoplado con uno de los segundos puertos del módulo de circuito independiente 700.

El módulo de circuito independiente 710 incluye cuatro circuitos receptores, y cada uno de los cuatro circuitos receptores tiene un puerto de recepción acoplado con uno de los segundos puertos del módulo de circuito independiente 710.

Como se puede ver, en la implementación, el dispositivo electrónico incluye el sistema de antenas, el circuito de radiofrecuencia y el conmutador multidireccional. El sistema de antenas incluye las cuatro antenas. El conmutador multidireccional incluye los doce puertos T y los cuatro puertos P. El conmutador multidireccional está configurado para acoplarse con el circuito de radiofrecuencia y el sistema de antenas para permitir una función del dispositivo eléctrico de transmitir a su vez una SRS a través de las cuatro antenas correspondientes a los cuatro puertos P.

En una posible implementación, como se ilustra en la Figura 8, el circuito de radiofrecuencia del dispositivo electrónico incluye lógicamente cuatro circuitos transmisores y ocho circuitos receptores. El circuito de radiofrecuencia incluye físicamente cuatro módulos de circuito independientes. Al menos uno de los cuatro módulos de circuito independiente incluye múltiples puertos de transmisión, y cada puerto de transmisión está configurado para acoplarse con un primer puerto T correspondiente (es decir, uno de los cuatro primeros puertos T). Los cuatro módulos de circuito independientes tienen múltiples puertos de recepción, y cada puerto de recepción está configurado para acoplarse con un segundo puerto T correspondiente (es decir, uno de los ocho segundos puertos T). Es decir, los múltiples puertos de transmisión de los cuatro módulos de circuito independientes y los múltiples primeros puertos T del conmutador multidireccional están en correspondencia uno a uno, y los múltiples puertos de recepción de los cuatro módulos de circuito independientes y múltiples segundos puertos T del conmutador multidireccional están en correspondencia uno a uno.

Como una implementación, los cuatro módulos de circuito independiente incluyen cuatro primeros módulos de circuito independiente. Los cuatro primeros módulos de circuito independiente están incorporados como cuatro módulos de circuito independiente 800. El módulo de circuito independiente 800 incluye un primer puerto y múltiples segundos puertos, el primer puerto está configurado para acoplarse con uno de los cuatro primeros puertos T del conmutador multidireccional, y cada segundo puerto está configurado para acoplarse con uno de los ocho segundos Puertos T del conmutador multidireccional.

El módulo de circuito independiente 800 incluye un circuito transmisor y dos circuitos receptores, el circuito transmisor tiene un puerto de transmisión acoplado con el primer puerto del módulo de circuito independiente 800, y cada uno de los dos circuitos receptores tiene un puerto de recepción acoplado con uno de los segundos puertos del módulo de circuito independiente 800.

Como se puede ver, en la implementación, el dispositivo electrónico incluye el sistema de antenas, el circuito de radiofrecuencia y el conmutador multidireccional. El sistema de antenas incluye las cuatro antenas. El conmutador multidireccional incluye los doce puertos T y los cuatro puertos P. El conmutador multidireccional está configurado para acoplarse con el circuito de radiofrecuencia y el sistema de antenas para permitir una función del dispositivo eléctrico de transmitir a su vez una SRS a través de las cuatro antenas correspondientes a los cuatro puertos P.

En una posible implementación, como se ilustra en la Figura 9, el circuito de radiofrecuencia del dispositivo electrónico incluye lógicamente cuatro circuitos transmisores y ocho circuitos receptores. El circuito de radiofrecuencia incluye físicamente seis módulos de circuito independientes. Al menos uno de los seis módulos de circuitos independientes incluye múltiples puertos de transmisión, y cada puerto de transmisión está configurado para acoplarse con un primer

puerto T correspondiente (es decir, uno de los cuatro primeros puertos T). Los seis módulos de circuito independientes tienen múltiples puertos de recepción, y cada puerto de recepción está configurado para acoplarse con un segundo puerto T correspondiente (es decir, uno de los ocho segundos puertos T). Es decir, los múltiples puertos de transmisión de los seis módulos de circuito independientes y los múltiples primeros puertos T del conmutador multidireccional están en correspondencia uno a uno, y los múltiples puertos de recepción de los seis módulos de circuito independientes y múltiples segundos puertos T del conmutador multidireccional están en correspondencia uno a uno.

Como una implementación, los seis módulos de circuito independiente incluyen dos primeros módulos de circuito independiente y cuatro segundos módulos de circuito independiente. Los dos primeros módulos de circuito independiente están incorporados como dos módulos de circuito independiente 900 y los cuatro segundos módulos de circuito independiente están incorporados como cuatro módulos de circuito independiente 910. El módulo de circuito independiente 900 incluye múltiples primeros puertos, y cada primer puerto está configurado para acoplarse con uno de los cuatro primeros puertos T del conmutador multidireccional. El módulo de circuito independiente 910 incluye múltiples segundos puertos, y cada segundo puerto está configurado para acoplarse con uno de los ocho segundos puertos T del conmutador multidireccional.

El módulo de circuito independiente 900 incluye dos circuitos transmisores operables en diferentes bandas de frecuencia de trabajo, y cada uno de los dos circuitos transmisores tiene un puerto de transmisión acoplado con uno de los primeros puertos del módulo de circuito independiente 900.

El módulo de circuito independiente 910 incluye dos circuitos receptores, y cada uno de los dos circuitos receptores tiene un puerto de recepción acoplado con uno de los segundos puertos del módulo de circuito independiente 910.

Como se puede ver, en la implementación, el dispositivo electrónico incluye el sistema de antenas, el circuito de radiofrecuencia y el conmutador multidireccional. El sistema de antenas incluye las cuatro antenas. El conmutador multidireccional incluye los doce puertos T y los cuatro puertos P. El conmutador multidireccional está configurado para acoplarse con el circuito de radiofrecuencia y el sistema de antenas para permitir una función del dispositivo eléctrico de transmitir a su vez una SRS a través de las cuatro antenas correspondientes a los cuatro puertos P.

En una posible implementación, como se ilustra en la Figura 10, el circuito de radiofrecuencia del dispositivo electrónico incluye lógicamente cuatro circuitos transmisores y ocho circuitos receptores. El circuito de radiofrecuencia incluye físicamente ocho módulos de circuito independientes. Al menos uno de los ocho módulos de circuito independiente incluye múltiples puertos de transmisión, y cada puerto de transmisión está configurado para acoplarse con un primer puerto T correspondiente (es decir, uno de los cuatro primeros puertos T). Los ocho módulos de circuito independientes tienen múltiples puertos de recepción, y cada puerto de recepción está configurado para acoplarse con un segundo puerto T correspondiente (es decir, uno de los ocho segundos puertos T). Es decir, los múltiples puertos de transmisión de los ocho módulos de circuito independientes y los múltiples primeros puertos T del conmutador multidireccional están en correspondencia uno a uno, y los múltiples puertos de recepción de los ocho módulos de circuito independientes y múltiples segundos puertos T del conmutador multidireccional están en correspondencia uno a uno.

Como una implementación, los ocho módulos de circuito independiente incluyen dos primeros módulos de circuito independiente, dos segundos módulos de circuito independiente y cuatro terceros módulos de circuito independiente. Los dos primeros módulos de circuito independiente están configurados como dos módulos de circuito independiente 110, los dos segundos módulos de circuito independiente están configurados como dos módulos de circuito independiente 111, y los cuatro terceros módulos de circuito independiente están conformados como cuatro módulos de circuito independiente 112. El módulo de circuito independiente 110 incluye múltiples primeros puertos, y cada primer puerto está configurado para acoplarse con uno de los cuatro primeros puertos T del conmutador multidireccional. El módulo de circuito independiente 111 incluye múltiples segundos puertos, así como el módulo de circuito independiente 112 incluye un segundo puerto, y cada segundo puerto está configurado para acoplarse con uno de los ocho segundos puertos T del conmutador multidireccional.

El módulo de circuito independiente 110 incluye dos circuitos transmisores de diferentes bandas de frecuencia de trabajo, y cada uno de los dos circuitos transmisores tiene un puerto de transmisión acoplado con uno de los primeros puertos del módulo de circuito independiente 110.

El módulo de circuito independiente 111 incluye dos circuitos receptores, y cada uno de los dos circuitos receptores tiene un puerto de recepción acoplado con uno de los segundos puertos del módulo de circuito independiente 111.

El módulo de circuito independiente 112 incluye un circuito receptor que tiene un puerto de recepción acoplado con el segundo puerto del módulo de circuito independiente 112.

Como se puede ver, en la implementación, el dispositivo electrónico incluye el sistema de antenas, el circuito de radiofrecuencia y el conmutador multidireccional. El sistema de antenas incluye las cuatro antenas. El conmutador multidireccional incluye los doce puertos T y los cuatro puertos P. El conmutador multidireccional está configurado

para acoplarse con el circuito de radiofrecuencia y el sistema de antenas para permitir una función del dispositivo eléctrico de transmitir a su vez una SRS a través de las cuatro antenas correspondientes a los cuatro puertos P.

En una posible implementación, como se ilustra en la Figura 11, el circuito de radiofrecuencia del dispositivo electrónico incluye lógicamente cuatro circuitos transmisores y ocho circuitos receptores. El circuito de radiofrecuencia incluye físicamente diez módulos de circuito independientes. Al menos uno de los diez módulos de circuito independiente incluye múltiples puertos de transmisión, y cada puerto de transmisión está configurado para acoplarse con un primer puerto T correspondiente (es decir, uno de los cuatro primeros puertos T). Los diez módulos de circuito independientes tienen múltiples puertos de recepción, y cada puerto de recepción está configurado para acoplarse con un segundo puerto T correspondiente (es decir, uno de los ocho segundos puertos T). Es decir, los múltiples puertos de transmisión de los diez módulos de circuito independientes y los múltiples primeros puertos T del conmutador multidireccional están en correspondencia uno a uno, y los múltiples puertos de recepción de los diez módulos de circuito independientes y múltiples segundos puertos T del conmutador multidireccional están en correspondencia uno a uno.

Como una implementación, los diez módulos de circuito independiente incluyen dos primeros módulos de circuito independiente y ocho segundos módulos de circuito independiente. Los dos primeros módulos de circuito independiente están incorporados como dos módulos de circuito independiente 210 y los ocho segundos módulos de circuito independiente están incorporados como ocho módulos de circuito independiente 211. El módulo de circuito independiente 210 incluye múltiples primeros puertos, y cada primer puerto está configurado para acoplarse con uno de los cuatro primeros puertos T del conmutador multidireccional. El módulo de circuito independiente 211 incluye un segundo puerto configurado para acoplarse con uno de los ocho segundos puertos T del conmutador multidireccional.

El módulo de circuito independiente 210 incluye dos circuitos transmisores de diferentes bandas de frecuencia de trabajo, y cada uno de los dos circuitos transmisores tiene un puerto de transmisión acoplado con uno de los primeros puertos del módulo de circuito independiente 210.

El módulo de circuito independiente 211 incluye un circuito receptor que tiene un puerto de recepción acoplado con el segundo puerto del módulo de circuito independiente 211.

Como se puede ver, en la implementación, el dispositivo electrónico incluye el sistema de antenas, el circuito de radiofrecuencia y el conmutador multidireccional. El sistema de antenas incluye las cuatro antenas. El conmutador multidireccional incluye los doce puertos T y los cuatro puertos P. El conmutador multidireccional está configurado para acoplarse con el circuito de radiofrecuencia y el sistema de antenas para permitir una función del dispositivo eléctrico de transmitir a su vez una SRS a través de las cuatro antenas correspondientes a los cuatro puertos P.

Debe observarse que las formas de implementación específicas de los circuitos receptores y los circuitos transmisores mencionados anteriormente pueden variar, y las modalidades de la descripción no están particularmente restringidas. El "puerto de transmisión-recepción", "puerto de transmisión" o "puerto de recepción" en la presente descripción se refiere a un puerto (puede estar compuesto por uno o más componentes) que implementa una función de transmisión y/o recepción correspondiente y se ubica en la ruta de acceso de un circuito transmisor, en la ruta de un circuito receptor, o se ubica en la ruta después de la integración de uno o más circuitos transmisores y/o uno o más circuitos receptores. Debe notarse que los puertos tales como puertos de transmisión, puertos de recepción y puertos de transmisión-recepción ilustrados en las figuras son ilustrativos y no tienen la intención de indicar una posición exacta del puerto e imponer restricciones. Cabe señalar que, "módulo" en la presente descripción puede referirse a circuitos y cualquier combinación de componentes relacionados.

En una posible implementación, el circuito receptor incluye un LNA y un filtro. El filtro del circuito receptor tiene un puerto de entrada acoplado con un segundo puerto correspondiente de un módulo de circuito independiente, el filtro del circuito receptor tiene un puerto de salida acoplado con un puerto de entrada del LNA, y el LNA tiene un puerto de salida acoplado con un puerto correspondiente de un transceptor de radiofrecuencia (RF).

En una posible implementación, el circuito transmisor incluye un PA, un filtro y un acoplador de potencia. El PA tiene un puerto de entrada acoplado con un puerto correspondiente del transceptor RF, el PA tiene un puerto de salida acoplado con un puerto de entrada del filtro del circuito transmisor. El filtro del circuito transmisor tiene un puerto de salida acoplado con un puerto de entrada del acoplador de potencia, y el acoplador de potencia tiene un puerto de salida acoplado con un primer puerto correspondiente de un módulo de circuito independiente.

Como una implementación, las cuatro antenas incluyen una primera antena, una segunda antena, una tercera antena y una cuarta antena. Estas cuatro antenas son todas operables en una banda de frecuencia de radio nueva de quinta generación (5G NR).

Como otra implementación, las cuatro antenas incluyen una primera antena, una segunda antena, una tercera antena y una cuarta antena. La primera antena y la cuarta antena son antenas operables en una banda de frecuencia de evolución a largo plazo (LTE) y una banda de frecuencia de radio nueva de quinta generación (5G NR). La segunda antena y la tercera antena son antenas que solo funcionan en la banda de frecuencia 5G NR.

La primera y cuarta antenas están configuradas para admitir DL MIMO 4x4 de algunas bandas de frecuencia en LTE en los terminales. Estas dos antenas de recepción se comparten con la antena 5G NR (en adelante, "antenas compartidas" para abreviar). La banda de frecuencia LTE puede incluir, por ejemplo, 1880-1920 MHz y 2496-2690 MHz.

Se puede ver que, en las implementaciones, cuando dos PA en la misma banda de frecuencia funcionan simultáneamente (es decir, correspondiente a un modo UL MIMO), la potencia de transmisión será alta en este momento y dos señales interferirán entre sí. Además, la eficiencia de disipación de calor puede verse afectada cuando los dos PA funcionan simultáneamente. Teniendo esto en cuenta, se necesitan dos módulos de circuito independientes para configurar los PA de los circuitos del transmisor, lo que es beneficioso para reducir la interferencia y mejorar la eficiencia del procesamiento de la señal y la eficiencia de disipación de calor del sistema de radiofrecuencia.

En una posible implementación, como se ilustra en la Figura 12, el sistema de antenas incluye además un primer combinador y un segundo combinador. El primer combinador tiene un primer puerto acoplado con la primera antena, un segundo puerto acoplado con una primera ruta de recepción en la configuración de evolución a largo plazo 4x4 de múltiples entradas y múltiples salidas (LTE 4x4 MIMO) del dispositivo electrónico, y un tercer puerto acoplado con un puerto P correspondiente de los cuatro puertos P del conmutador multidireccional. El segundo combinador tiene un primer puerto acoplado con la cuarta antena, un segundo puerto acoplado con una segunda ruta de recepción en la configuración LTE 4x4 MIMO del dispositivo electrónico, y un tercer puerto acoplado con un puerto P correspondiente de los cuatro puertos P del conmutador multidireccional.

La LTE 4 * 4 MIMO es un circuito de recepción LTE de enlace descendente y se puede definir como una tercera ruta de recepción. Dado que la LTE actualmente tiene dos rutas de recepción, para admitir LTE 4x4 MIMO, se agregan la tercera ruta de recepción y la cuarta ruta de recepción.

De acuerdo con el rendimiento de las cuatro antenas, el dispositivo electrónico configurará una antena con un mejor rendimiento para el circuito para PRX (receptor primario), y la antena estará en estado de espera. Además, los primeros puertos T en el conmutador que tienen tanto la función de transmisión como la función de recepción se pueden configurar para el propósito de TX (transmisión) y PRX, y por lo tanto la antena se puede conmutar arbitrariamente. De esta manera, no hay necesidad de restringir el acoplamiento entre puertos de antenas compartidas.

En una posible implementación, como se ilustra en la Figura 13, el sistema de antenas incluye además un primer conmutador unipolar de doble dirección (SPDT) y un segundo conmutador SPDT. El primer conmutador SPDT tiene un primer puerto acoplado con la primera antena, un segundo puerto acoplado con una primera ruta de recepción en la configuración LTE 4x4 MIMO del dispositivo electrónico y un tercer puerto acoplado con un puerto P correspondiente de los cuatro puertos P del conmutador multidireccional. El segundo conmutador SPDT tiene un primer puerto acoplado con la cuarta antena, un segundo puerto acoplado con una segunda ruta de recepción en la configuración LTE 4x4 MIMO del dispositivo electrónico y un tercer puerto acoplado con un puerto P correspondiente de los cuatro puertos P del conmutador multidireccional.

La Figura 14 es un diagrama estructural esquemático que ilustra un sistema de radiofrecuencias 200 de acuerdo con una modalidad de la presente descripción. Como se ilustra en la Figura 14, el sistema de radiofrecuencia 200 incluye un sistema de antenas 20, un transceptor de radiofrecuencia 40, un circuito de radiofrecuencia 30 acoplado con el transceptor de radiofrecuencia 40 y el conmutador multidireccional 10 de acuerdo con cualquiera de las modalidades anteriores.

Como implementación, el conmutador multidireccional 10 incluye doce puertos T y cuatro puertos P. Los doce puertos T incluyen cuatro primeros puertos T y cada primer puerto T está acoplado con los cuatro puertos P. El sistema de antenas 20 incluye cuatro antenas correspondientes a los cuatro puertos P. El conmutador multidireccional 10 está configurado para habilitar una función predeterminada de transmitir a su vez una SRS a través de las cuatro antenas.

Por ejemplo, la arquitectura general del sistema de radiofrecuencia 200 del dispositivo electrónico se ilustra en la Figura 14. Cuando el dispositivo electrónico transmite datos a través de una banda de frecuencia Nx, el proceso de trabajo del sistema de radiofrecuencia 200 es el siguiente. Un transceptor de radiofrecuencia 40 envía, a través de un puerto de transmisión TX_Nx en la banda de frecuencia Nx, una señal de transmisión a un PA de un primer módulo de circuito independiente acoplado con el puerto de transmisión TX_Nx. El PA envía la señal de transmisión recibida a un primer puerto del primer módulo de circuito independiente a través de un filtro de un circuito transmisor. Debido al hecho de que un primer puerto T del conmutador multidireccional 10 al que está acoplado el primer puerto es un puerto totalmente acoplado que admite una función de transmisión de señal, el primer puerto puede enviar cuatro señales de transmisión a cuatro puertos P a través del primer puerto T del conmutador multidireccional 10 en el mismo período de tiempo. En esta situación, los cuatro puertos P transmiten las cuatro señales de transmisión a través de antenas correspondientes a cada puerto P, para transmitir cuatro canales de datos a los dispositivos externos simultáneamente.

De manera similar, cuando el dispositivo electrónico recibe datos a través de una banda de frecuencia N_y , el proceso de trabajo del sistema de radiofrecuencia 200 es el siguiente. Las cuatro antenas envían cuatro señales de recepción respectivamente a los cuatro puertos P del conmutador multidireccional 10 en el mismo periodo de tiempo. Los cuatro puertos P envían las cuatro señales de recepción, respectivamente, a los cuatro segundos puertos T del conmutador multidireccional 10, cada uno de los cuatro segundos puertos T recibe una señal de recepción de cada uno de los cuatro puertos P, respectivamente. Cada uno de los cuatro segundos puertos T envía, a través de un segundo puerto de un segundo módulo de circuito independiente, la señal de recepción a cada uno de los cuatro circuitos receptores del segundo módulo de circuito independiente, donde cada circuito receptor corresponde a un puerto receptor RX_Ny de una banda de frecuencia N_y del transceptor de radiofrecuencia 40. Cada circuito receptor envía la señal de recepción recibida al puerto de recepción RX_Ny de la banda de frecuencia N_y del transceptor de radiofrecuencia 40 a través de un filtro y un LNA, implementando de esta manera cuatro rutas de señal de recepción del dispositivo electrónico.

La Figura 15 es un diagrama estructural esquemático que ilustra un dispositivo de comunicación inalámbrica 300 de acuerdo con una modalidad de la presente descripción. Como se ilustra en la Figura 15, el dispositivo de comunicación inalámbrica 300 (por ejemplo, puede ser un dispositivo terminal, una estación base y similares) incluye un sistema de antenas 20, un transceptor de radiofrecuencia 40, un circuito de radiofrecuencia 30 acoplado con el transceptor de radiofrecuencia 40, y un conmutador multidireccional 10 descrito en cualquiera de las modalidades anteriores.

Como implementación, el sistema de antenas 20 incluye cuatro antenas. El conmutador multidireccional 10 incluye doce puertos T y cuatro puertos P. Los doce puertos T incluyen cuatro primeros puertos T que admiten solo una función de transmisión y ocho segundos puertos T que admiten solo una función de recepción. Cada primer puerto T está acoplado con los cuatro puertos P. Cada segundo puerto T está acoplado con uno de los cuatro puertos P, y cualquiera de los dos segundos puertos T operables en la misma banda de frecuencia están acoplados con diferentes puertos P de los cuatro puertos P. Cada uno de los cuatro puertos P está acoplado con una antena correspondiente. El conmutador multidireccional 10 está configurado para habilitar una función predeterminada de transmitir a su vez una SRS a través de cuatro antenas correspondientes a cuatro puertos P.

Como otra implementación, el sistema de antenas 20 incluye además un primer combinador y un segundo combinador. El primer combinador tiene un primer puerto acoplado con la primera antena, un segundo puerto acoplado con una primera ruta de recepción en la configuración de evolución a largo plazo 4x4 de múltiples entradas y múltiples salidas (LTE 4x4 MIMO) del dispositivo de comunicación inalámbrica 300, y un tercer puerto junto con un puerto P correspondiente de los cuatro puertos P del conmutador multidireccional 10. El segundo combinador tiene un primer puerto acoplado con la cuarta antena, un segundo puerto acoplado con una segunda ruta de recepción en la configuración LTE 4x4 MIMO del dispositivo de comunicación inalámbrica 300, y un tercer puerto acoplado con un puerto P correspondiente de los cuatro puertos P del conmutador multidireccional 10.

Además, como se ilustra en la Figura 16, las cuatro antenas del sistema de antenas descritas en las modalidades de la descripción también se pueden multiplexar por un receptor de carga inalámbrico del dispositivo electrónico. En una implementación, el receptor de carga inalámbrico incluye una antena de recepción y un circuito de control de recepción. La antena de recepción coincide con las antenas de transmisión de un transmisor de carga inalámbrico (resuena a la misma frecuencia o similar y transfiere energía de manera inalámbrica en forma de acoplamiento magnético resonante radiativo). El circuito de control de recepción convierte, a través de una antena de matriz de cuadro, la energía en una corriente continua (CC) para enviarla a una batería para cargarla. El circuito de control de recepción puede ajustar dinámicamente una frecuencia de la antena de la matriz de cuadro y permitir que la frecuencia de la antena de la matriz de cuadro coincida con las frecuencias de las antenas de transmisión del transmisor de carga inalámbrico, para lograr una carga emparejada. Alternativamente, el circuito de control de recepción interactúa con el transmisor de carga inalámbrico en tiempo real en un rango de cambio de frecuencia para implementar un modo de carga inalámbrico de "encriptación exclusiva".

La antena receptora puede ser una antena que incluya al menos una de cuatro antenas (cuando la antena receptora está compuesta por más de una antena, la antena se habilita mediante el conmutador entre las antenas).

Por ejemplo, como se ilustra en la Figura 17, la antena receptora es la antena de matriz de cuadro compuesta por cuatro antenas. Las cuatro antenas incluyen antena 1, antena 2, antena 3 y antena 4. La antena 1 y la antena 4 funcionan tanto en una banda de frecuencia LTE como en una banda de frecuencia 5G NR, mientras que la antena 2 y la antena 3 solo funcionan en la banda de frecuencia 5G NR. Un puerto de antena 1 y un puerto de antena 4 se utilizan como puertos de la antena de matriz de cuadro. Las antenas adyacentes están acopladas a través de un circuito compuerta 170 con una función de aislamiento. El circuito compuerta 170 incluye un espaciador 171 y un conmutador 172, donde el espaciador 171 es un conductor y el conmutador 172 está acoplado además con un controlador. El dispositivo electrónico puede conducir el conmutador 172 de cada circuito compuerta 170 en un modo de carga inalámbrica para formar una antena de matriz de cuadro para recibir energía. Al agregar los espaciadores 171 entre las antenas, el circuito compuerta 170 puede reducir el acoplamiento mutuo entre las antenas múltiples del dispositivo electrónico en un modo de comunicación normal, mejorar el aislamiento entre las antenas múltiples y optimizar el rendimiento de las antenas. Por otro lado, las antenas múltiples se pueden acoplar en serie para formar la antena de matriz de cuadro a través de los conmutadores 172, a fin de hacer coincidir mejor las antenas de transmisión para

transferir energía. Además, dado que la antena 1 y la antena 4 tienen capacidades más fuertes que las de la antena 2 y la antena 3, la antena de matriz de cuadro por lo tanto dispuesta puede reducir la pérdida de energía en la transmisión tanto como sea posible.

REIVINDICACIONES

1. Un conmutador multidireccional (10), que comprende:
 5 doce puertos de dirección (T) y cuatro puertos de polo (P); los doce puertos T comprenden cuatro primeros puertos T y cada primer puerto T está acoplado con los cuatro puertos P;
 el conmutador multidireccional (10) que se configura para acoplarse, a través de dichos puertos T, con un
 10 circuito de radiofrecuencia (30), y, a través de dichos puertos P, con un sistema de antenas (20) de un dispositivo electrónico (100) operable en un modo de transmisión dual de doble frecuencia, para habilitar una función preestablecida del dispositivo electrónico, el sistema de antenas (20) que comprende cuatro antenas
 correspondientes a los cuatro puertos P, cada uno de los cuatro puertos P está acoplado a una antena
 correspondiente, y la función preestablecida es una función de transmitir a su vez una señal de referencia de
 sondeo, SRS, a través de las cuatro antenas;
 caracterizado porque
 15 los doce puertos T comprenden además ocho segundos puertos T, cada uno de los ocho segundos puertos T está acoplado con solo uno de los cuatro puertos P, y entre los ocho segundos puertos T, los segundos puertos T operables en la misma banda de frecuencia están acoplados con diferentes puertos P de los cuatro puertos P;
 los cuatro primeros puertos T solo admiten una función de transmisión; y
 los ocho segundos puertos T solo admiten una función de recepción.
2. Un sistema de radiofrecuencia (200), que comprende un sistema de antenas (20), un transceptor de
 20 radiofrecuencia (40), un circuito de radiofrecuencia (30) acoplado con el transceptor de radiofrecuencia (40) y el conmutador multidireccional (10) de la reivindicación 1.
3. El sistema de radiofrecuencia (200) de acuerdo con la reivindicación 2, en donde el circuito de radiofrecuencia
 25 (30) del dispositivo electrónico comprende lógicamente cuatro circuitos transmisores y ocho circuitos receptores;
 el circuito de radiofrecuencia (30) comprende físicamente dos módulos de circuito independientes; y
 los dos módulos de circuito independientes tienen puertos de transmisión y puertos de recepción, cada puerto
 de transmisión está configurado para acoplarse con uno de los cuatro primeros puertos T, y cada puerto de
 30 recepción está configurado para acoplarse con uno de los ocho segundos puertos T.
4. El sistema de radiofrecuencia (200) de acuerdo con la reivindicación 3, en donde los dos módulos de circuito
 independientes comprenden un primer módulo de circuito independiente y un segundo módulo de circuito
 35 independiente; en donde el primer módulo de circuito independiente y el segundo módulo de circuito independiente comprenden cada uno los primeros puertos y segundos puertos, cada primer puerto está configurado para acoplarse con uno de los cuatro primeros puertos T del conmutador multidireccional (10), y cada segundo puerto está configurado para acoplarse con uno de los ocho segundos puertos T del conmutador multidireccional (10);
 en donde el primer módulo de circuito independiente comprende dos circuitos transmisores operables en
 40 diferentes bandas de frecuencia de trabajo y cuatro circuitos receptores, cada uno de los dos circuitos transmisores del primer módulo de circuito independiente tiene un puerto de transmisión acoplado con uno de los primeros puertos del primer módulo de circuito independiente, y cada uno de los cuatro circuitos receptores del primer módulo de circuito independiente tiene un puerto de recepción acoplado con uno de los segundos
 45 puertos del primer módulo de circuito independiente; y
 en donde el segundo módulo de circuito independiente comprende dos circuitos transmisores operables en diferentes bandas de frecuencia de trabajo y cuatro circuitos receptores, cada uno de los dos circuitos transmisores del segundo módulo de circuito independiente tiene un puerto de transmisión acoplado con uno de los primeros puertos del segundo módulo de circuito independiente, y cada uno de los cuatro circuitos receptores del segundo módulo de circuito independiente tiene un puerto de recepción acoplado con uno de los
 50 segundos puertos del segundo módulo de circuito independiente.
5. El sistema de radiofrecuencia (200) de acuerdo con la reivindicación 3, en donde los dos módulos de circuito
 independientes comprenden un primer módulo de circuito independiente y un segundo módulo de circuito
 55 independiente; en donde el primer módulo de circuito independiente comprende los primeros puertos, y cada primer puerto del primer módulo de circuito independiente está configurado para acoplarse con uno de los cuatro primeros puertos T del conmutador multidireccional (10); en donde el segundo módulo de circuito independiente comprende los primeros puertos y segundos puertos, cada primer puerto del segundo módulo de circuito independiente está configurado para acoplarse con uno de los cuatro primeros puertos T del conmutador multidireccional (10), y cada segundo puerto está configurado para acoplarse con uno de los ocho
 60 segundos puertos T del conmutador multidireccional (10);
 en donde el primer módulo de circuito independiente comprende dos circuitos transmisores de diferentes bandas de frecuencia de trabajo, y cada uno de los dos circuitos transmisores del primer módulo de circuito independiente tiene un puerto de transmisión acoplado con uno de los primeros puertos del primer módulo de
 65 circuito independiente; y
 en donde el segundo módulo de circuito independiente comprende dos circuitos transmisores de diferentes bandas de frecuencia de trabajo y ocho circuitos receptores, cada uno de los dos circuitos transmisores del

segundo módulo de circuito independiente tiene un puerto de transmisión acoplado con uno de los primeros puertos del segundo módulo de circuito independiente, y cada uno de los ocho circuitos receptores tiene un puerto de recepción acoplado con uno de los segundos puertos del segundo módulo de circuito independiente.

- 5 6. El sistema de radiofrecuencia (200) de acuerdo con la reivindicación 2, en donde el circuito de radiofrecuencia (30) del dispositivo electrónico comprende lógicamente cuatro circuitos transmisores y ocho circuitos receptores; y
10 el circuito de radiofrecuencia (30) comprende físicamente tres módulos de circuito independientes, en donde al menos un módulo de circuito independiente de los tres módulos de circuito independiente comprende los puertos de transmisión, y cada puerto de transmisión está configurado para acoplarse con uno de los cuatro primeros puertos T; y
los tres módulos de circuito independientes tienen puertos de recepción, y cada puerto de recepción está configurado para acoplarse con uno de los ocho segundos puertos T.
- 15 7. El sistema de radio frecuencia (200) de la reivindicación 6, en donde los tres módulos de circuito independientes comprenden dos primeros módulos de circuito independientes y un segundo módulo de circuito independiente; en donde el primer módulo de circuito independiente comprende los primeros puertos, y cada primer puerto está configurado para acoplarse con uno de los cuatro primeros puertos T del conmutador multidireccional (10); en donde el segundo módulo de circuito independiente comprende los segundos puertos,
20 y cada segundo puerto está configurado para acoplarse con uno de los ocho segundos puertos T del conmutador multidireccional (10);
en donde el primer módulo de circuito independiente comprende dos circuitos transmisores operables en diferentes bandas de frecuencia de trabajo, y cada uno de los dos circuitos transmisores tiene un puerto de transmisión acoplado con uno de los primeros puertos del primer módulo de circuito independiente; y
25 en donde el segundo módulo de circuito independiente comprende ocho circuitos receptores, y cada uno de los ocho circuitos receptores tiene un puerto de recepción acoplado con uno de los segundos puertos del segundo módulo de circuito independiente.
- 30 8. El sistema de radio frecuencia (200) de la reivindicación 6, en donde los tres módulos de circuito independientes comprenden los dos primeros módulos de circuito independientes y un segundo módulo de circuito independiente; en donde el primer módulo de circuito independiente comprende los primeros puertos y segundos puertos, cada primer puerto está configurado para acoplarse con uno de los cuatro primeros puertos T del conmutador multidireccional (10), y cada segundo puerto del primer módulo de circuito independiente está configurado para acoplarse con uno de los ocho segundos puertos T del conmutador multidireccional (10); en donde el segundo módulo de circuito independiente comprende los segundos puertos, y cada segundo puerto del segundo módulo de circuito independiente está configurado para acoplarse con uno de los ocho segundos puertos T del conmutador multidireccional (10);
35 en donde el primer módulo de circuito independiente comprende dos circuitos transmisores operables en diferentes bandas de frecuencia de trabajo y dos circuitos receptores, cada uno de los dos circuitos transmisores tiene un puerto de transmisión acoplado con uno de los primeros puertos del primer módulo de circuito independiente, y cada uno de los dos circuitos receptores tiene un puerto de recepción acoplado con uno de los segundos puertos del primer módulo de circuito independiente; y
40 en donde el segundo módulo de circuito independiente comprende cuatro circuitos receptores, y cada uno de los cuatro circuitos receptores tiene un puerto de recepción acoplado con uno de los segundos puertos del segundo módulo de circuito independiente.
- 45 9. El sistema de radiofrecuencia (200) de acuerdo con la reivindicación 2, en donde el circuito de radiofrecuencia (30) del dispositivo electrónico comprende lógicamente cuatro circuitos transmisores y ocho circuitos receptores; y
50 el circuito de radiofrecuencia (30) comprende físicamente cuatro módulos de circuito independientes, en donde al menos un módulo de circuito independiente de los cuatro módulos de circuito independiente comprende los puertos de transmisión, y cada puerto de transmisión está configurado para acoplarse con uno de los cuatro primeros puertos T; y
los cuatro módulos de circuito independientes tienen puertos de recepción, y cada puerto de recepción está configurado para acoplarse con uno de los ocho segundos puertos T.
- 55 10. El sistema de radio frecuencia (200) de la reivindicación 9, en donde los cuatro módulos de circuito independientes comprenden cuatro primeros módulos de circuito independientes; en donde el primer módulo de circuito independiente comprende un primer puerto y un segundo puerto, el primer puerto está configurado para acoplarse con uno de los cuatro primeros puertos T del conmutador multidireccional (10), y cada segundo puerto está configurado para acoplarse con uno de los ocho segundos puertos T del conmutador multidireccional (10);
60 en donde el primer módulo de circuito independiente comprende un circuito transmisor y dos circuitos receptores, el circuito transmisor tiene un puerto de transmisión acoplado con el primer puerto del primer

módulo de circuito independiente, y cada uno de los dos circuitos receptores tiene un puerto de recepción acoplado con uno de los segundos puertos del primer módulo de circuito independiente.

- 5 11. El sistema de radiofrecuencia (200) de acuerdo con la reivindicación 2, en donde el circuito de radiofrecuencia (30) del dispositivo electrónico comprende lógicamente cuatro circuitos transmisores y ocho circuitos receptores; y
10 el circuito de radiofrecuencia (30) comprende físicamente seis módulos de circuito independientes, en donde al menos un módulo de circuito independiente de los seis módulos de circuito independiente comprende los puertos de transmisión, y cada puerto de transmisión está configurado para acoplarse con uno de los cuatro primeros puertos T; y
15 los seis módulos de circuito independientes tienen puertos de recepción, y cada puerto de recepción está configurado para acoplarse con uno de los ocho segundos puertos T.
- 20 12. El sistema de radiofrecuencia (200) de acuerdo con la reivindicación 2, en donde el circuito de radiofrecuencia (30) del dispositivo electrónico comprende lógicamente cuatro circuitos transmisores y ocho circuitos receptores; y
25 el circuito de radiofrecuencia (30) comprende físicamente ocho módulos de circuito independientes, en donde al menos un módulo de circuito independiente de los ocho módulos de circuito independiente comprende los puertos de transmisión, y cada puerto de transmisión está configurado para acoplarse con uno de los cuatro primeros puertos T; y
30 los ocho módulos de circuito independientes tienen puertos de recepción, y cada puerto de recepción está configurado para acoplarse con uno de los ocho segundos puertos T.
- 35 13. El sistema de radiofrecuencia (200) de acuerdo con la reivindicación 2, en donde el circuito de radiofrecuencia (30) del dispositivo electrónico comprende lógicamente cuatro circuitos transmisores y ocho circuitos receptores; y
40 el circuito de radiofrecuencia (30) comprende físicamente diez módulos de circuito independientes, en donde al menos un módulo de circuito independiente de los diez módulos de circuito independiente comprende los puertos de transmisión, y cada puerto de transmisión está configurado para acoplarse con uno de los cuatro primeros puertos T; y
45 los diez módulos de circuito independientes tienen puertos de recepción, y cada puerto de recepción está configurado para acoplarse con uno de los ocho segundos puertos T.
14. Un dispositivo de comunicación inalámbrica (300), que comprende un transceptor de radiofrecuencia (40), un
50 circuito de radiofrecuencia (30) acoplado con el transceptor de radiofrecuencia (40), un sistema de antenas (20) y el conmutador multidireccional (10) de la reivindicación 1.

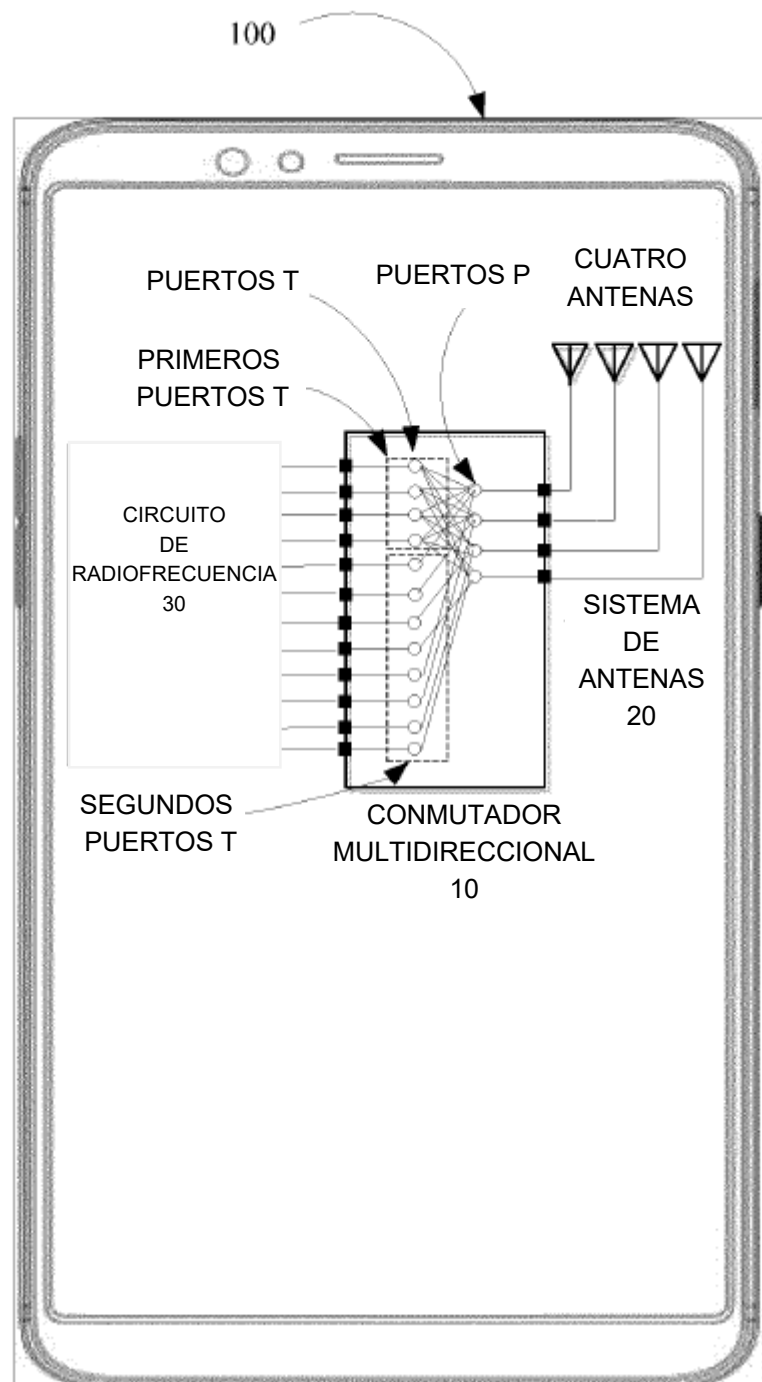


Figura 1

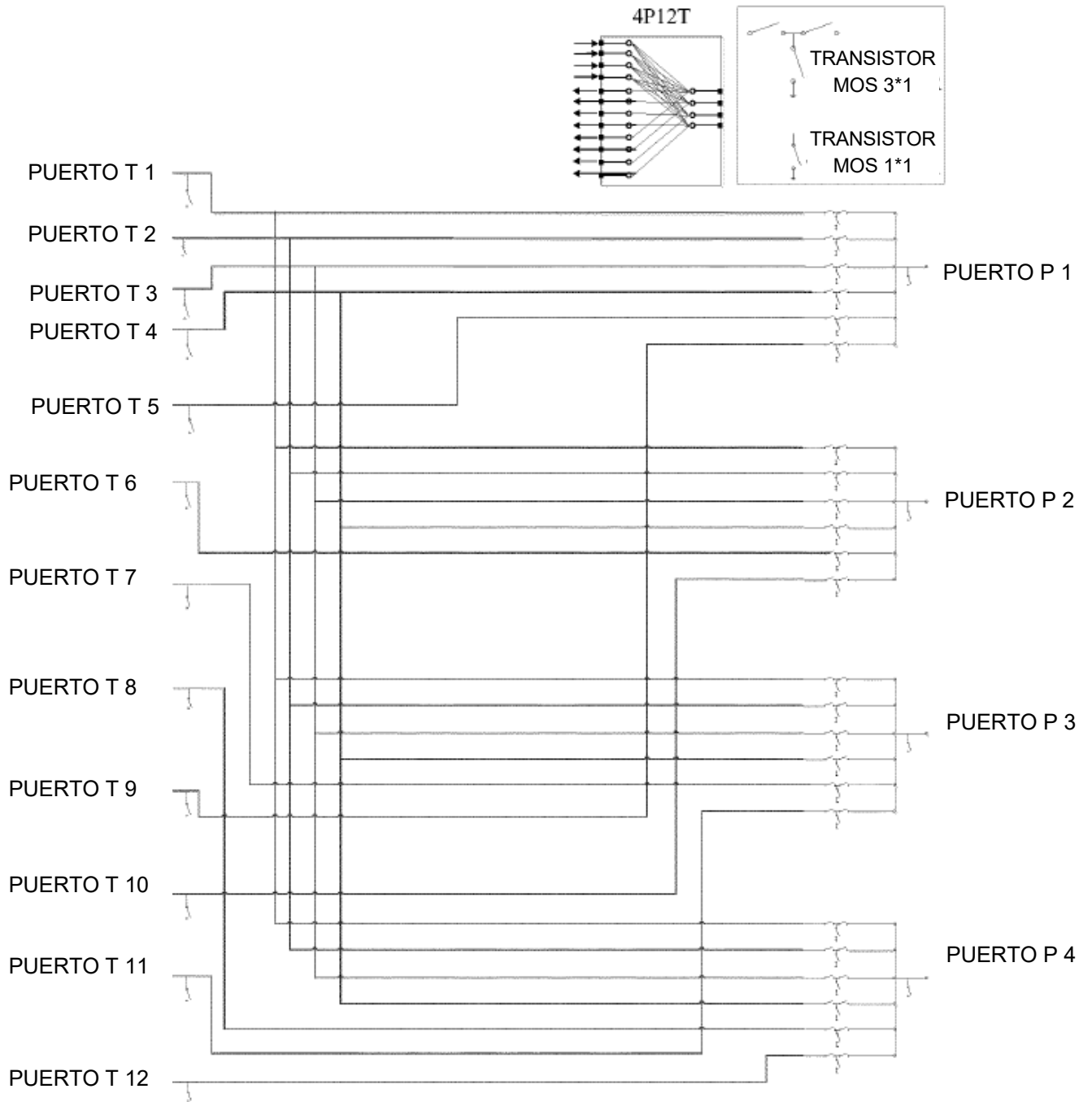


Figura 2

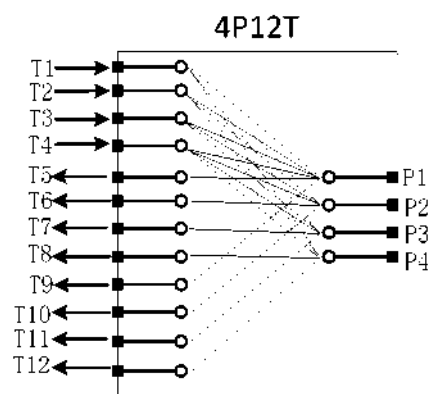


Figura 3

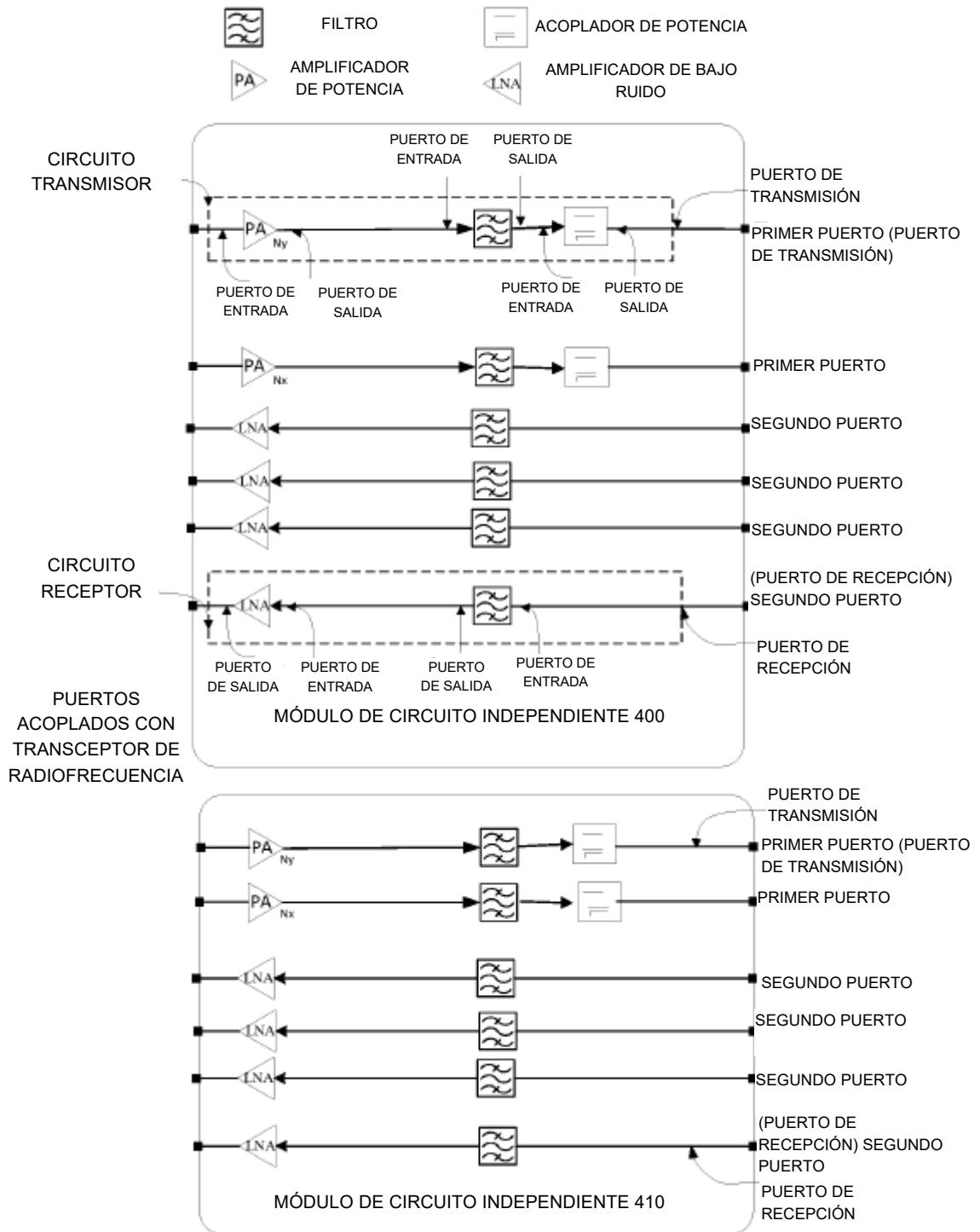


Figura 4

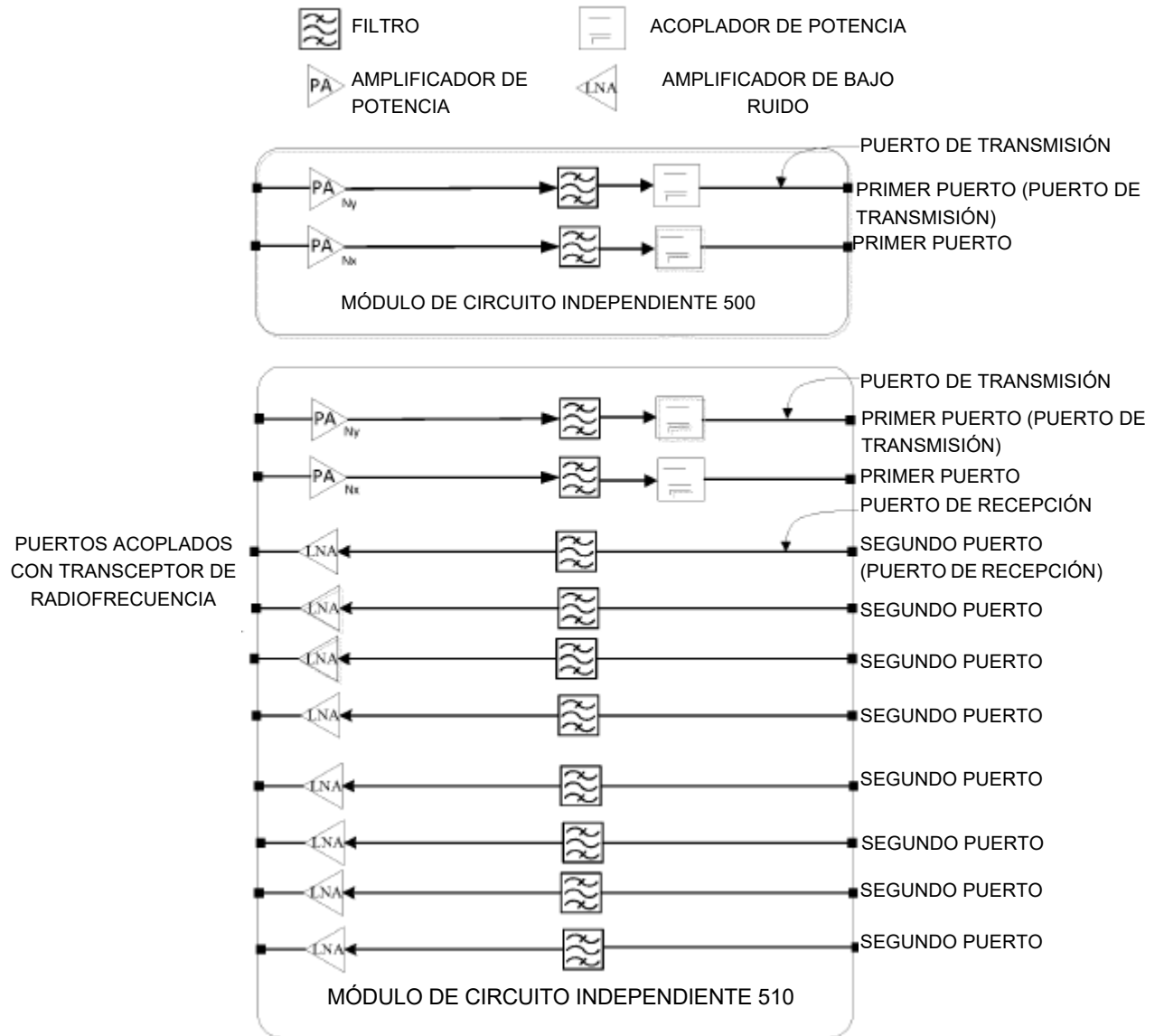


Figura 5

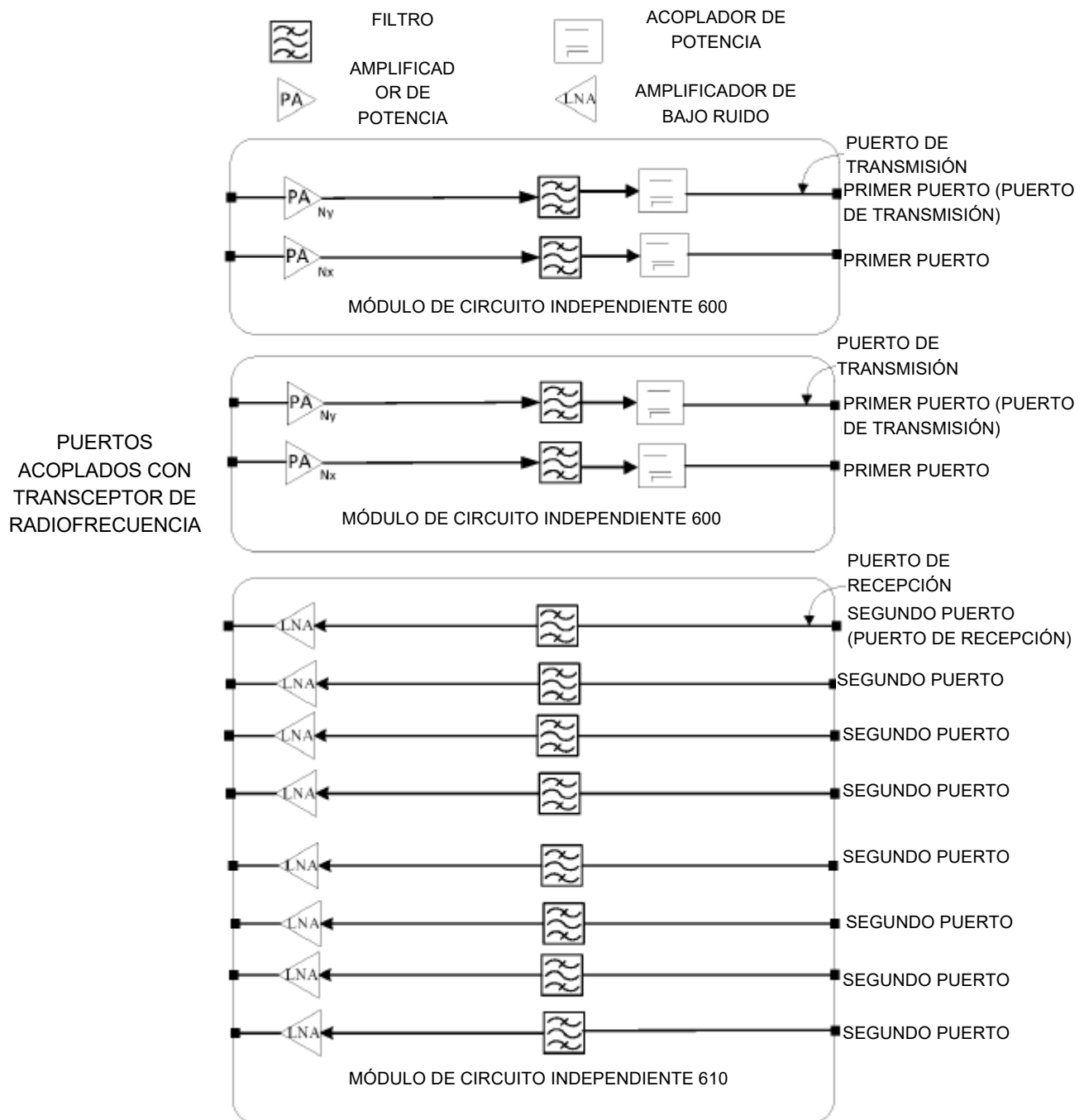


Figura 6

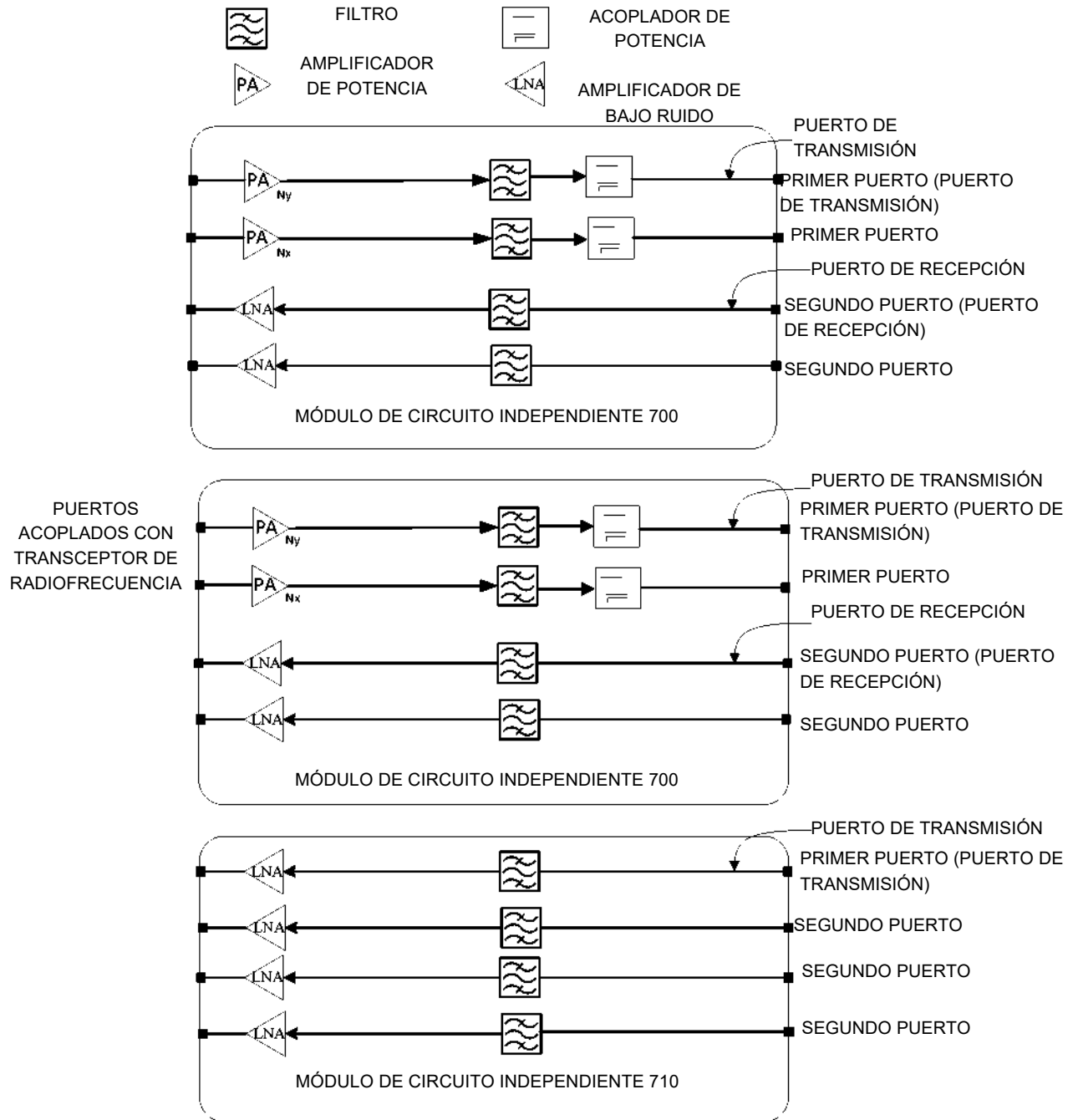


Figura 7

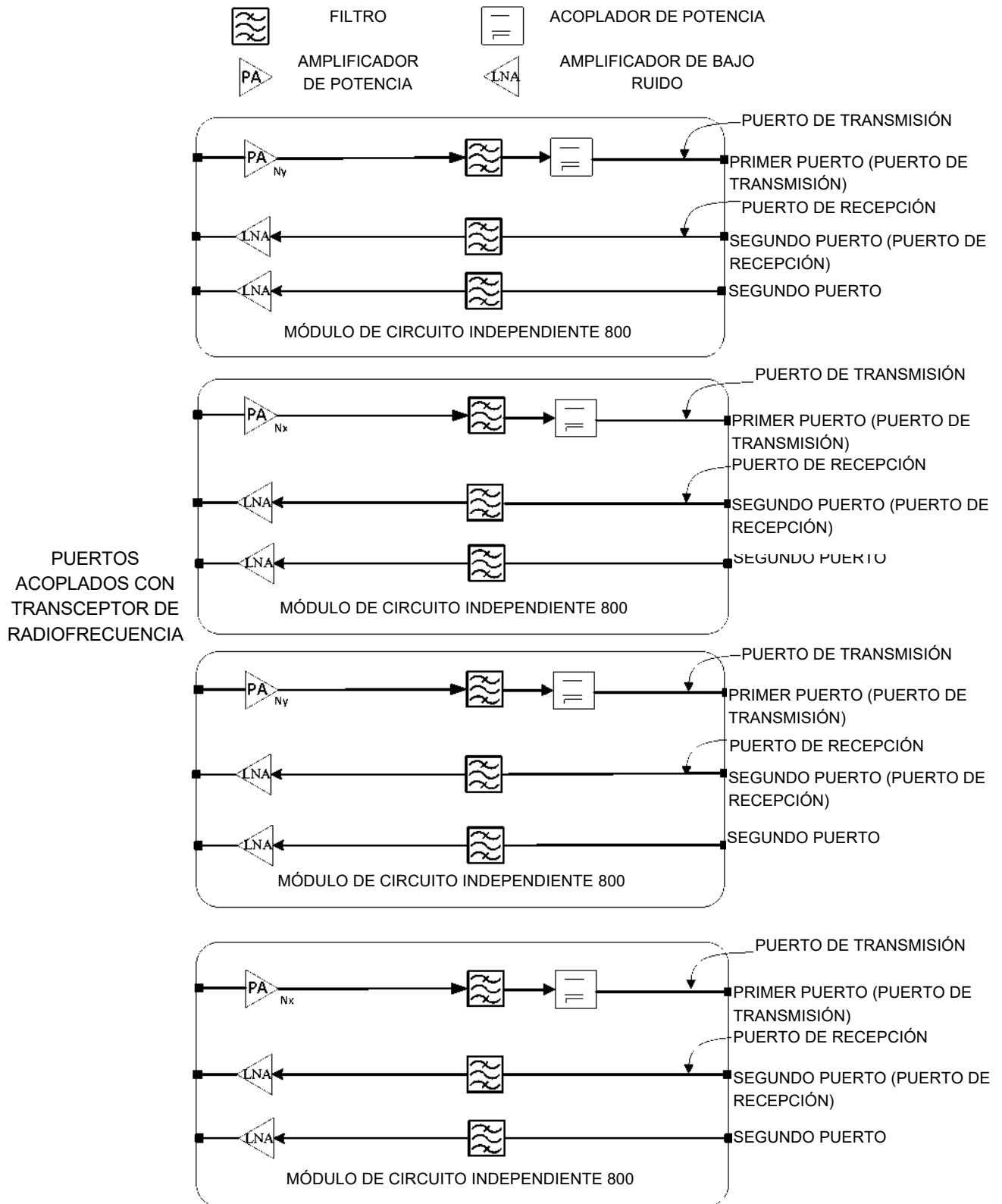


Figura 8

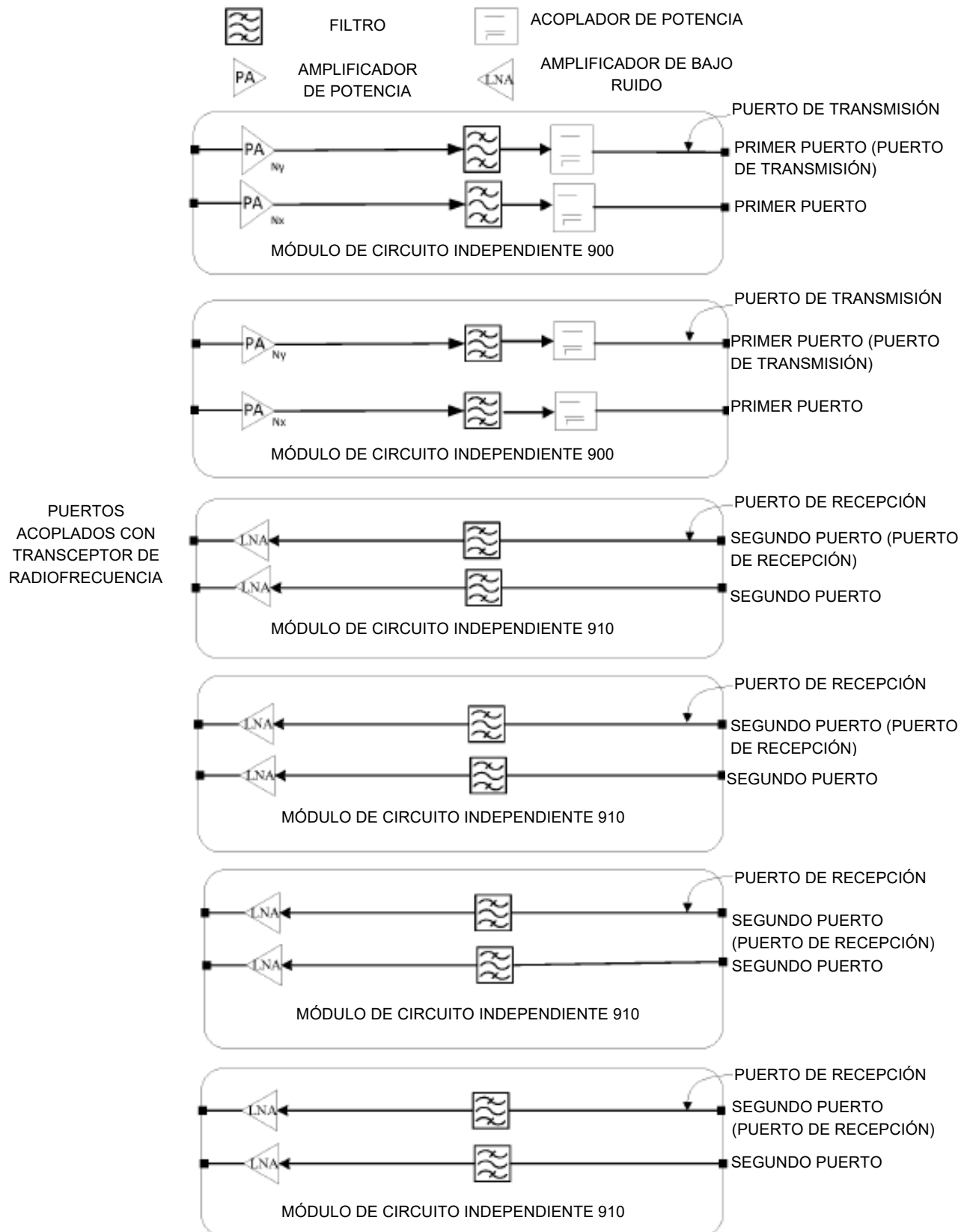


Figura 9

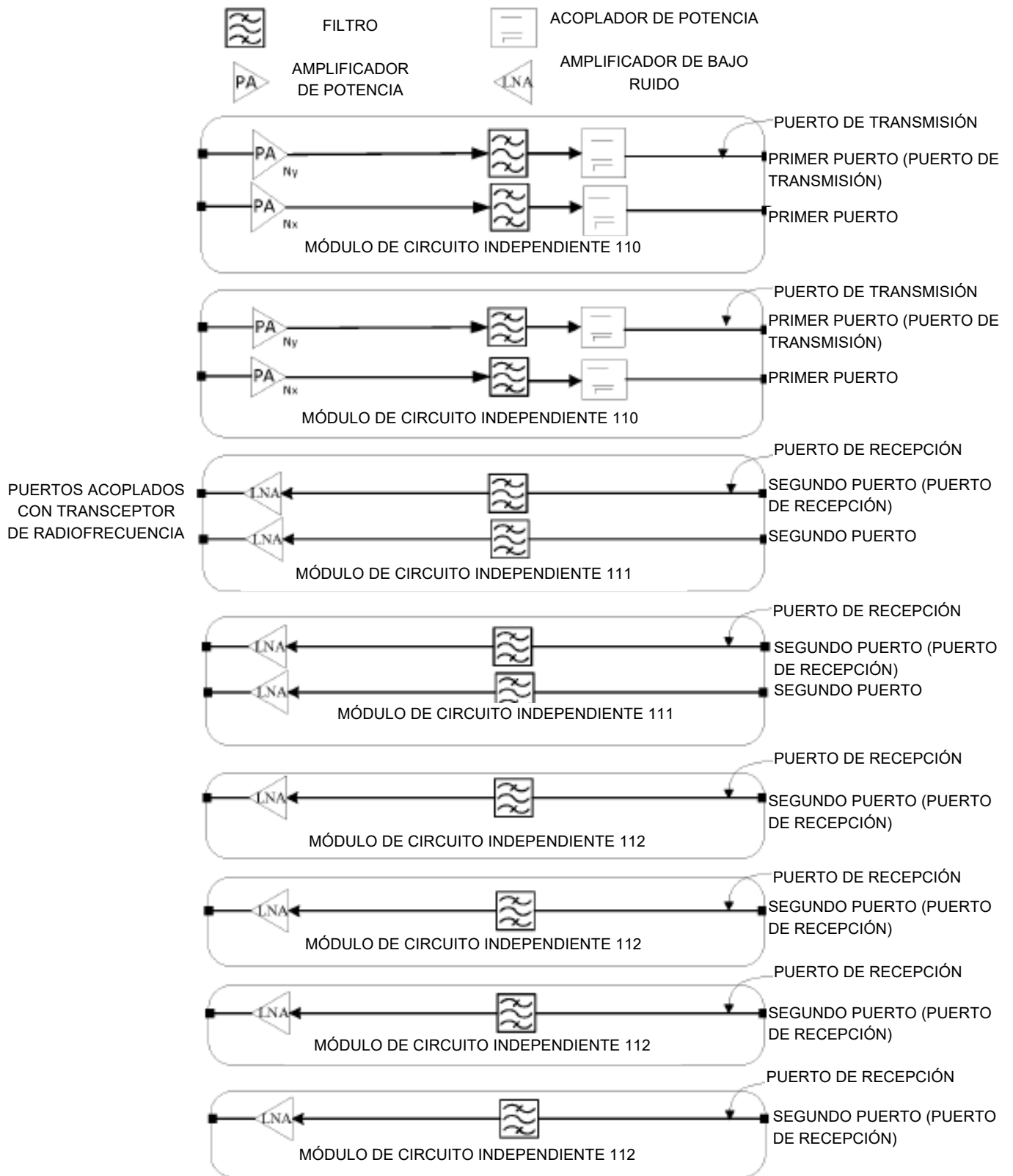


Figura 10

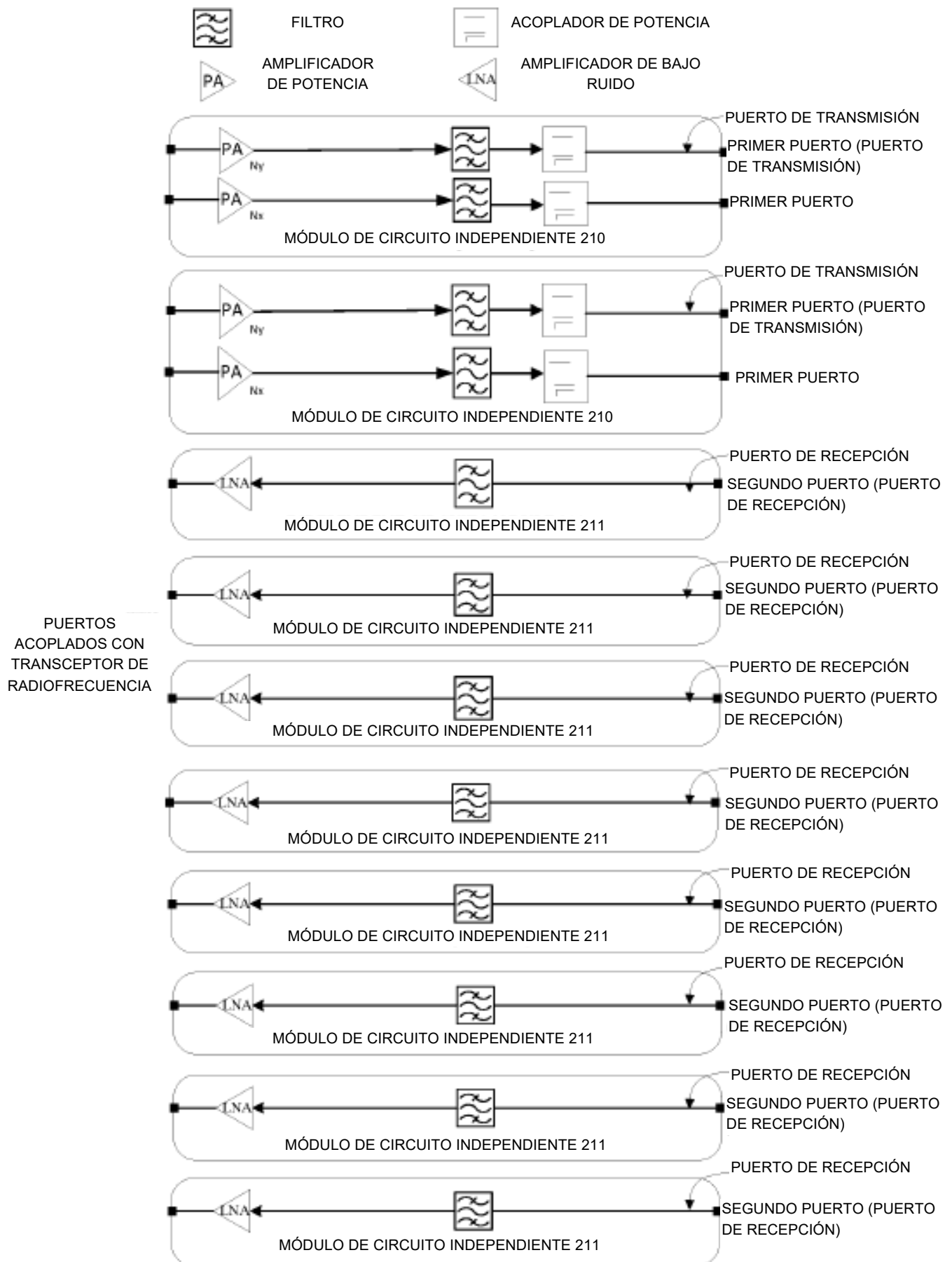


Figura 11

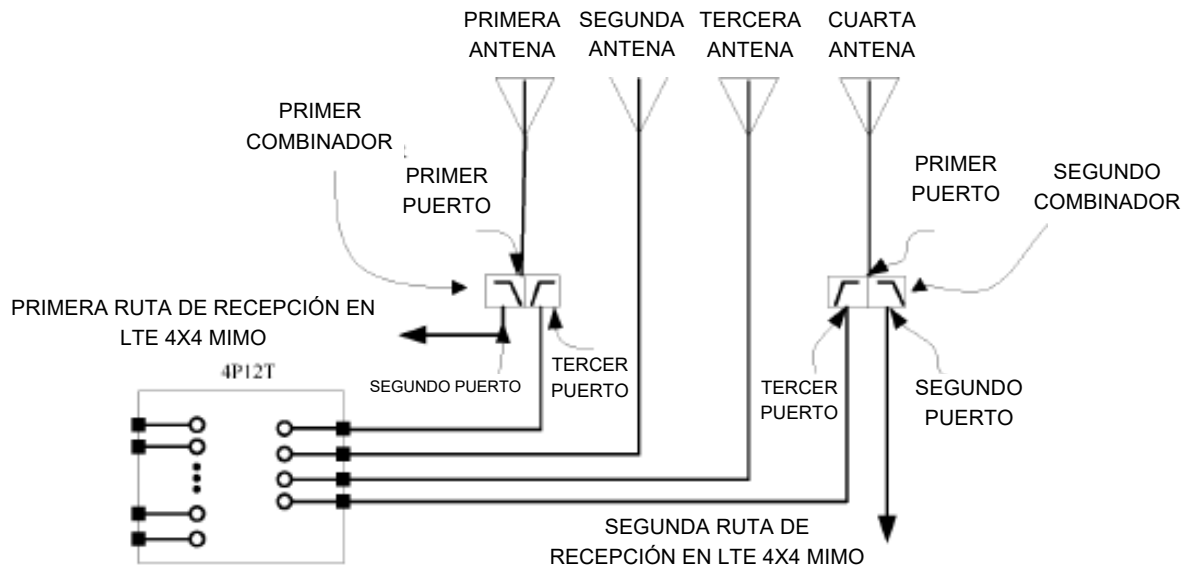


Figura 12

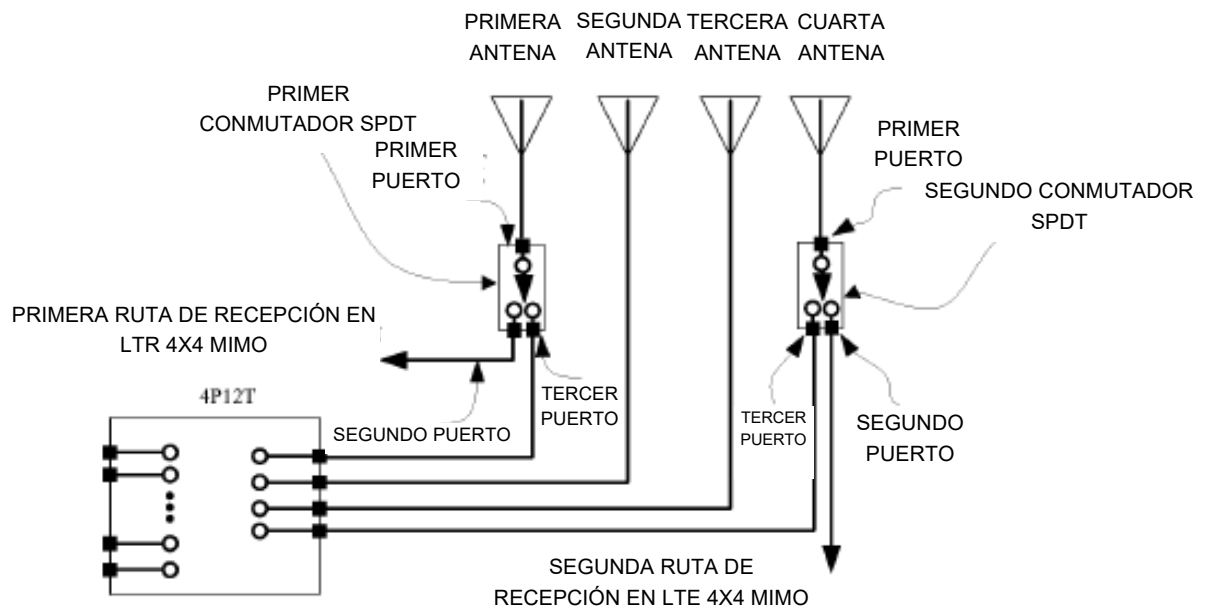


Figura 13

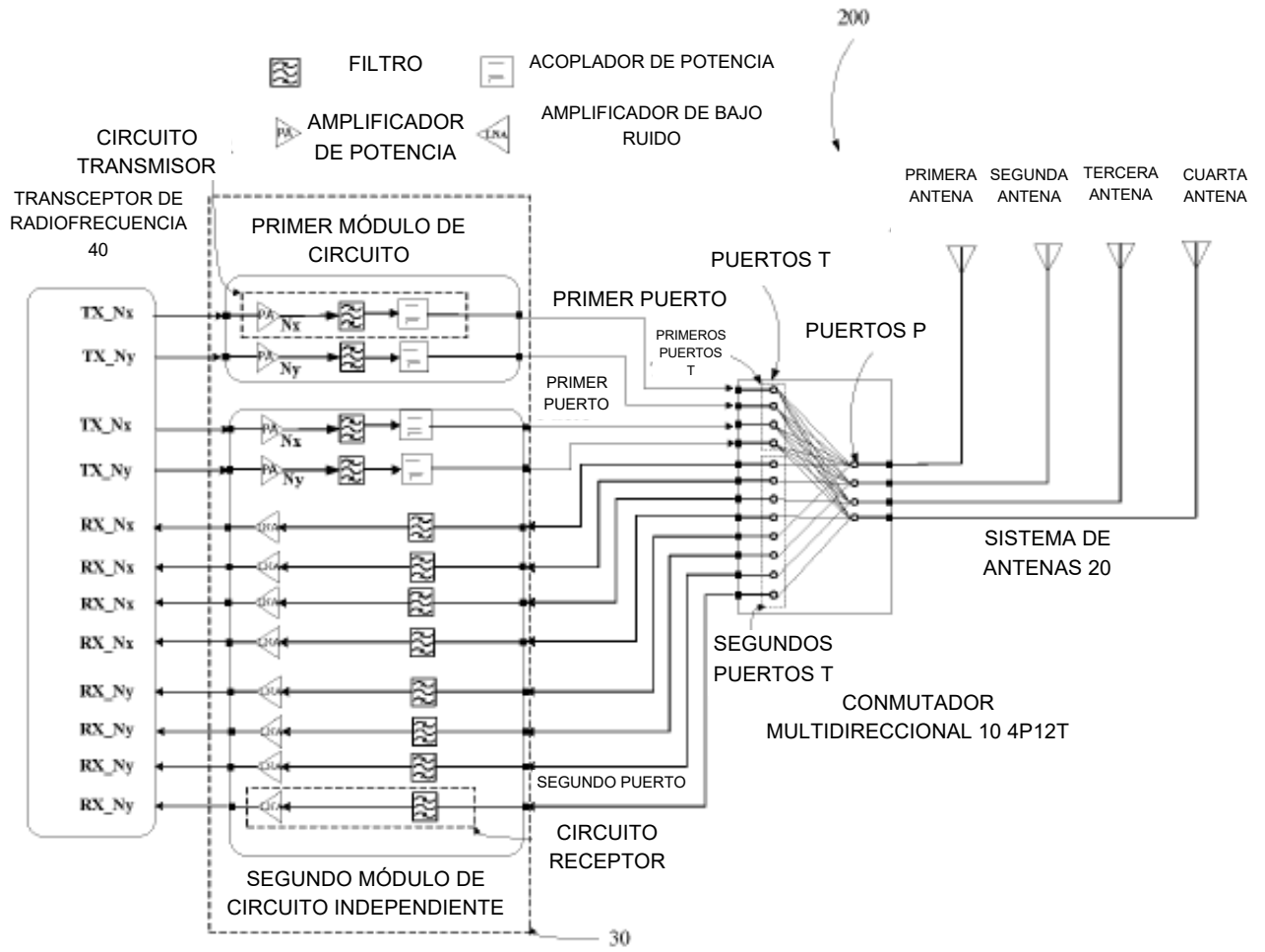


Figura 14

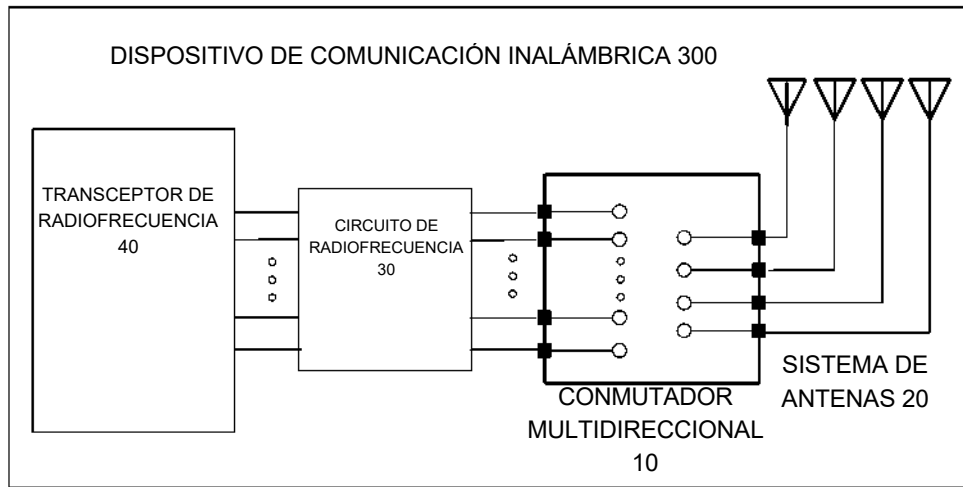


Figura 15

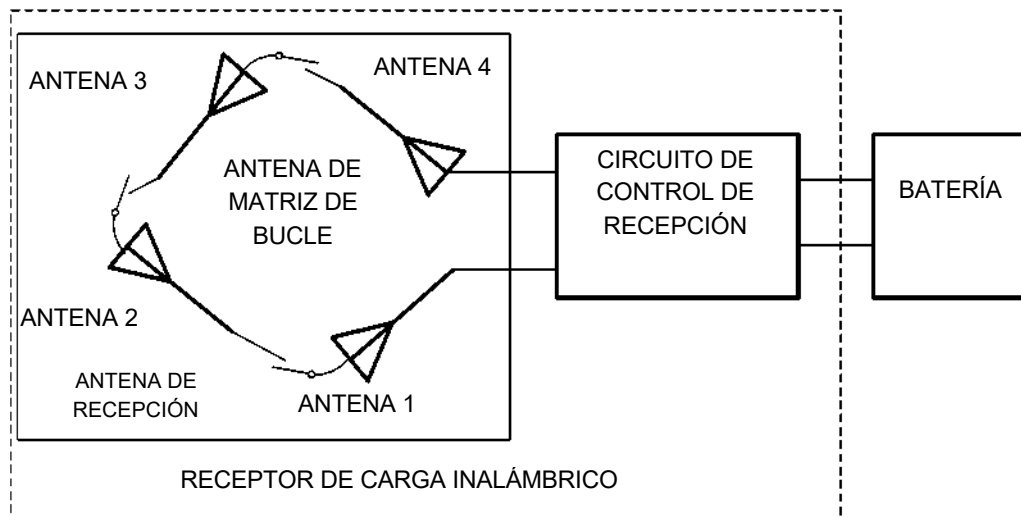


Figura 16

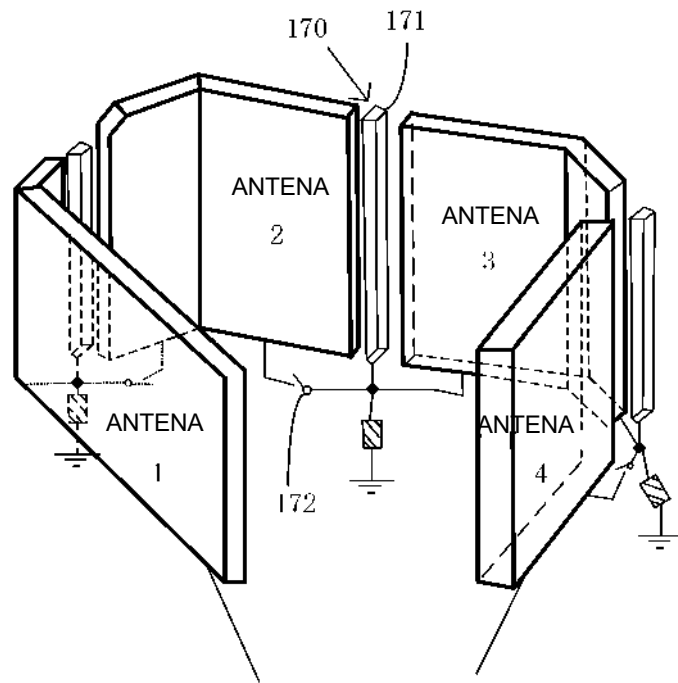


Figura 17