



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 360 690**

51 Int. Cl.:  
**H04B 1/52** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08830496 .9**

96 Fecha de presentación : **10.09.2008**

97 Número de publicación de la solicitud: **2186208**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **19.05.2010**

54 Título: **Atenuación de señal en modalidad común para un duplexador diferencial.**

30 Prioridad: **10.09.2007 US 971207 P**  
**28.09.2007 US 864338**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**08.06.2011**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**08.06.2011**

73 Titular/es: **QUALCOMM Incorporated**  
**Attn: International Ip Administration**  
**5775 Morehouse Drive**  
**San Diego, California 92121-17, US**

72 Inventor/es: **Cabanillas, Jose;**  
**Gudem, Prasad, S.;**  
**Kwok, Sai, Chong y**  
**Love, David**

74 Agente: **Fàbrega Sabaté, Xavier**

ES 2 360 690 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

Atenuación de señal en modalidad común para un duplexador diferencial.

## 5 ANTECEDENTES

## I. Campo

10 La presente divulgación se refiere, en general, a la electrónica y, más específicamente, a técnicas para atenuar componentes de señales indeseables de un duplexador en un dispositivo de comunicación inalámbrica.

## II. Antecedentes

15 Un dispositivo de comunicación inalámbrica (p. ej., un teléfono celular) puede tener un transmisor y un receptor para dar soporte a la comunicación por radio de doble vía con un sistema de comunicación inalámbrica. Para la transmisión de datos, el transmisor puede modular una señal portadora de frecuencia de radio (RF) con datos para obtener una señal modulada. El transmisor puede filtrar adicionalmente y amplificar la señal modulada para obtener una señal de transmisión y puede transmitir luego esta señal por un canal inalámbrico a estaciones base en el sistema inalámbrico. Para la recepción de datos, el receptor puede recibir señales desde estaciones base y puede procesar una señal recibida para recuperar datos enviados por las estaciones base al dispositivo inalámbrico.

20 El sistema inalámbrico puede utilizar el duplexado por división de frecuencia (FDD). Con el FDD, se usa un canal de frecuencia para el enlace directo (o enlace descendente) desde las estaciones base al dispositivo inalámbrico, y otro canal de frecuencia se usa para el enlace inverso (o enlace ascendente) desde el dispositivo inalámbrico a las estaciones base. El dispositivo inalámbrico puede ser capaz de transmitir y recibir simultáneamente datos por los dos canales de frecuencia. El dispositivo inalámbrico puede tener un duplexador para encaminar una señal de entrada de RF desde una antena al receptor y encaminar la señal de transmisión desde el transmisor a la antena. El duplexador proporciona aislación entre el transmisor y el receptor que comparten la misma antena. Idealmente, el duplexador no debería acoplar ninguna de las señales de transmisión al receptor. En la práctica, el duplexador puede no tener una buena aislación entre un puerto de transmisión y un puerto de recepción, y una magnitud relativamente grande de la señal de transmisión puede acoplarse al receptor. La señal de transmisión acoplada puede degradar las prestaciones del receptor o puede incluso causar que el receptor incumpla las especificaciones.

30 El documento US2004 / 192230 divulga un aparato que comprende un primer componente de circuito acoplado entre un primer nodo y un nodo común; y un segundo componente de circuito acoplado entre un segundo nodo y el nodo común.

## RESUMEN

40 Se describen en el presente documento técnicas para atenuar componentes de señales indeseables desde un duplexador diferencial. El duplexador diferencial puede recibir una señal de transmisión desde un transmisor en un puerto de transmisión y proporcionar una señal de salida de RF en un puerto de antena. El duplexador diferencial puede recibir adicionalmente una señal de entrada de RF de extremo único desde una antena en el puerto de antena y proporcionar una señal diferencial recibida en puertos de recepción diferenciales (RX+ y RX-). La señal diferencial recibida puede incluir una señal no deseada en modalidad común que puede venir desde la señal de transmisión y / o la señal de entrada de RF. La señal en modalidad común está compuesta de componentes de señal con la misma fase en los puertos RX+ y RX-

50 En un aspecto, la señal en modalidad común puede atenuarse con una trampa en modalidad común en una red de adaptación de impedancia acoplada con los puertos RX+ y RX- del duplexador. La red de adaptación puede incluir un primer circuito pasivo acoplado entre el puerto RX+ y un primer nodo, un segundo circuito pasivo acoplado entre el puerto RX- y un segundo nodo, y un componente de circuito de desvío acoplado entre los nodos primero y segundo. Un amplificador de ruido bajo (LNA) puede tener una entrada diferencial acoplada con los nodos primero y segundo. El componente de circuito de desvío puede ser reemplazado por la trampa en modalidad común.

55 En un diseño, la trampa en modalidad común incluye un primer inductor acoplado entre el primer nodo y un nodo común, un segundo inductor acoplado entre el segundo nodo y el nodo común, y un condensador acoplado entre el nodo común y el circuito de descarga a tierra. En otro diseño, la trampa en modalidad común incluye un primer condensador acoplado entre el primer nodo y el nodo común, un segundo condensador acoplado entre el segundo nodo y el nodo común, y un inductor acoplado entre el nodo común y el circuito de descarga a tierra. Para ambos diseños, un componente de señal en modalidad común desde el puerto RX+ es atenuado en el primer nodo por un primer circuito de serie LC en la trampa en modalidad común, y un componente de señal en modalidad común desde el puerto RX- es atenuado en el segundo nodo por un segundo circuito de serie LC en la trampa en modalidad común. Las frecuencias resonantes de los circuitos de

serie LC pueden fijarse dentro de un intervalo de frecuencias para la señal de transmisión, a fin de proporcionar una buena atenuación de los componentes de señal de transmisión en la modalidad común en los puertos RX+ y RX-.

A continuación se describen en mayor detalle diversos aspectos y características de la divulgación.

5

## BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La FIG. 1 muestra un diagrama en bloques de un dispositivo de comunicación inalámbrica.

La FIG. 2 muestra el acoplamiento entre cuatro puertos de un duplexador diferencial.

10

La FIG. 3 muestra una red de adaptación de impedancia para el duplexador.

La FIG. 4 muestra una red de adaptación de impedancia con una trampa en modalidad común.

La FIG. 5 muestra un gráfico de la impedancia de serie LC de la trampa en modalidad común.

La FIG. 6 muestra otra red de adaptación de impedancia con una trampa en modalidad común.

La FIG. 7 muestra otra red más de adaptación de impedancia con una trampa en modalidad común.

15

## DESCRIPCIÓN DETALLADA

La FIG. 1 muestra un diagrama en bloques de un diseño de un dispositivo 100 de comunicación inalámbrica. En este diseño, el dispositivo inalámbrico 100 incluye una antena 102, un transceptor 110, un procesador 160 de datos, un controlador / procesador 170 y una memoria 172. El transceptor 110 incluye un duplexador diferencial 112, un receptor 120 y un transmisor 140 que dan soporte a la comunicación bidireccional por radio con un sistema de comunicación inalámbrica. En general, el dispositivo inalámbrico 100 puede incluir cualquier número de receptores y cualquier número de transmisores para cualquier número de sistemas de comunicación y bandas de frecuencia.

20

Dentro del transceptor 110, el duplexador 112 tiene un puerto de antena (Antena) acoplado con la antena 102, puertos diferenciales de recepción (RX+ y RX-) acoplados con el receptor 120 y un puerto de transmisión (TX) acoplado con el transmisor 140. En el trayecto de recepción, la antena 102 recibe señales del enlace directo desde estaciones base y proporciona una señal de entrada de RF de extremo único al puerto Antena del duplexador 112. El duplexador 112 acopla la señal de entrada de RF desde el puerto Antena con los puertos RX+ y RX- y proporciona una señal diferencial recibida al receptor 120. Dentro del receptor 120, la señal diferencial recibida es pasada a través de una red 122 de adaptación de impedancia, amplificada por un LNA 124, y reducida en frecuencia, desde RF a banda base, por un reductor 126 de frecuencia. El reductor 126 de frecuencia proporciona señales de frecuencia reducida en fase (I) y cuadratura (Q), que son amplificadas por un amplificador de ganancia variable (VGA) 128, filtradas por un filtro 130 de paso bajo y amplificadas por un amplificador (Amplificador) 132. El amplificador 132 proporciona las señales de entrada analógicas I y Q,  $I_{entrada}$  y  $Q_{entrada}$ , al procesador 160 de datos.

25

30

En el trayecto de transmisión, el procesador 160 de datos procesa los datos a transmitir y proporciona las señales de salida analógicas I y Q,  $I_{salida}$  y  $Q_{salida}$ , al transmisor 140. Dentro del transmisor 140, las señales de salida analógicas I y Q son amplificadas por un amplificador 142, filtradas por un filtro 144 de paso bajo, amplificadas por un VGA 146 y aumentadas en frecuencia, desde la banda base a RF, por un aumentador 148 de frecuencia. La señal de frecuencia aumentada es filtrada por un filtro 150 de paso de banda y amplificada adicionalmente por un amplificador de potencia (PA) 152 para obtener una señal de transmisión. El duplexador 112 encamina la señal de transmisión desde el puerto TX al puerto de Antena y proporciona la señal de salida de RF a la antena 102.

40

Un generador 158 de oscilador local (LO) genera una señal de LO de recepción diferencial, usada para la reducción de frecuencia, y proporciona esta señal de LO al reductor 126 de frecuencia. El generador 158 de LO también genera una señal LO de transmisión diferencial, usada para el aumento de frecuencia, y proporciona esta señal de LO al aumentador 148 de frecuencia. Las frecuencias de las señales de LO de transmisión y recepción pueden ser determinadas por las frecuencias centrales de los canales de frecuencia usados, respectivamente, para la transmisión y recepción de datos.

50

La FIG. 1 muestra un ejemplo de diseño de transceptor. En general, el acondicionamiento de las señales en el receptor 120 y el transmisor 140 puede ser realizado por una o más etapas de amplificador, filtro, mezclador, etc. Estos bloques de circuitos pueden disponerse de manera diferente a la configuración mostrada en la FIG. 1. Además, también pueden usarse otros bloques de circuitos no mostrados en la FIG. 1 para acondicionar las señales en el transmisor y el receptor. Algunos bloques de circuitos en la FIG. 1 también pueden omitirse. Todo, o una parte de, el transceptor 110 puede implementarse en uno o más circuitos integrados de RF (RFIC), Circuitos Integrados de señales mixtas, etc.

55

El procesador 160 de datos puede incluir diversas unidades de procesamiento para la transmisión y recepción de datos. El controlador / procesador 170 puede controlar el funcionamiento en el dispositivo inalámbrico 100. La memoria 172 puede almacenar códigos de programa y datos para el dispositivo inalámbrico 100. El procesador 160 de datos, el controlador / procesador 170 y / o la memoria 172 pueden implementarse en uno o más circuitos integrados específicos para la aplicación (ASIC) y / u otros Circuitos Integrados.

60

5 El duplexador diferencial 112 puede proporcionar ciertas ventajas sobre un duplexador de extremo único. En primer lugar, el duplexador diferencial 112 puede proporcionar una señal diferencial recibida al LNA 124, lo que puede evitar la necesidad de un transformador de balanceado a no balanceado, o algún otro circuito, para realizar la conversión de extremo único a diferencial. En segundo lugar, el duplexador diferencial 112 puede ser capaz de proporcionar un mejor rechazo de la señal de transmisión en los puertos RX+ y RX- del duplexador.

10 **La FIG. 2** muestra el acoplamiento entre los cuatro puertos del duplexador diferencial 112. Los puertos de Antena, TX, RX+ y RX- del duplexador 112 también pueden denominarse, respectivamente, los puertos 1, 2, 3 y 4. La señal  $V_{TX}$  de transmisión desde el transmisor 140 está acoplada desde el puerto TX con el puerto Antena, con una ganancia compleja de  $S_{21}$ , con el puerto RX+ con una ganancia compleja de  $S_{23}$  y con el puerto RX- con una ganancia compleja de  $S_{24}$ . La señal  $V_{RFEntrada}$  desde la antena 102 está acoplada desde el puerto de Antena con el puerto RX+, con una ganancia compleja de  $S_{13}$ , y con el puerto RX-, con una ganancia compleja de  $S_{14}$ . La señal  $V_{RX+}$  recibida en el puerto RX+ está compuesta de la señal de entrada de RF acoplada desde el puerto de Antena y la señal  $V_{TX}$  de transmisión acoplada desde el puerto TX. La señal  $V_{RX-}$  recibida en el puerto RX- también está compuesta de la señal de entrada de RF acoplada desde el puerto de Antena y la señal  $V_{TX}$  de transmisión acoplada desde el puerto TX.

20 Idealmente, la ganancia  $S_{21}$  debería ser grande (cercana a la unidad) y las ganancias  $S_{23}$  y  $S_{24}$  deberían ser muy pequeñas, o cero. En este caso, la mayor parte de la señal de transmisión se acoplaría con el puerto de Antena, y muy poco de la señal de transmisión se acoplaría con el puerto RX+ o RX-. Idealmente, las ganancias  $S_{13}$  y  $S_{14}$  deberían ser grandes (cercanas a la unidad) y tener fases opuestas. En este caso, la mayor parte de la señal de entrada de RF se acoplaría con los puertos RX+ y RX-.

25 La señal diferencial recibida en los puertos RX+ y RX- puede descomponerse en una señal  $V_{DM}$  en modalidad diferencial y una señal  $V_{CM}$  en modalidad común. La señal en modalidad diferencial tiene componentes de señal con fases opuestas en los puertos RX+ y RX-. La señal en modalidad común tiene componentes de señal con la misma fase en los puertos RX+ y RX-. Las señales en modalidad diferencial y en modalidad común pueden incluir componentes de señal desde la señal de entrada de RF y la señal de transmisión.

30 La aislación TX-a-RX es un parámetro clave del duplexador 112 y tiene un fuerte impacto sobre los requisitos de linealidad del receptor 120. La aislación TX-a-RX determina la magnitud de la señal de transmisión acoplada desde el puerto TX a los puertos RX+ y RX-. En general, una mayor aislación TX-a-RX da como resultado menos acoplamiento o filtración de señal de transmisión, lo que puede relajar entonces los requisitos de linealidad del receptor 120. Estos requisitos de linealidad pueden darse en términos del punto de intercepción de segundo orden (IP2), el punto de intercepción de tercer orden (IP3), el batido triple, la compresión de ganancia, etc.

40 Para el duplexador diferencial 112, algo de la señal de transmisión en el puerto TX puede acoplarse con los puertos RX+ y RX-. Si el puerto Antena está terminado, entonces la señal  $V_{RX+}$  contendría sólo el componente de señal de transmisión acoplado desde el puerto TX al puerto RX+, y la señal  $V_{RX-}$  contendría sólo el componente de señal de transmisión acoplado desde el puerto TX al puerto RX-. La amplitud y fase de la ganancia  $S_{23}$  desde el puerto TX al puerto RX+ pueden coincidir, o no, con la amplitud y fase de la ganancia  $S_{24}$  desde el puerto TX al puerto RX-. Por tanto,  $V_{RX+}$  puede o no coincidir con  $V_{RX-}$ .

45 La señal  $V_{DM}$  en la modalidad diferencial incluye componentes de señal con fases opuestas en los puertos RX+ y RX-. Si el puerto de Antena está terminado, entonces la señal  $V_{DM}$  en modalidad diferencial puede expresarse como:

$$V_{DM} = \frac{1}{2}(V_{RX+} - V_{RX-}) . \quad \text{Ec. (1)}$$

50 La señal  $V_{CM}$  de modalidad común incluye componentes de señal con la misma fase en los puertos RX+ y RX-. Si el puerto de Antena está terminado, entonces la señal  $V_{CM}$  en modalidad común puede expresarse como:

$$V_{CM} = \frac{1}{2}(V_{RX+} + V_{RX-}) . \quad \text{Ec. (2)}$$

55 Si los componentes de la señal de transmisión en los puertos RX+ y RX- tienen la misma magnitud y fase, entonces el duplexador 112 proporciona una atenuación infinita en modo diferencial de la señal de transmisión. Si los componentes de la señal de transmisión en los puertos RX+ y RX- tienen la misma magnitud pero fases opuestas, entonces el duplexador 112 proporciona una atenuación infinita en modalidad común de la señal de transmisión. En general, el componente de la

señal de transmisión en el puerto RX+ puede tener cualquier magnitud y fase con respecto a las del componente de la señal de transmisión en el puerto RX-.

5 La magnitud de la atenuación en modalidad diferencial (DMA) y la magnitud de la atenuación en modalidad común (CMA) para la señal de transmisión pueden darse en unidades de decibelios (dB), según lo siguiente:

$$DMA = 20 \log_{10} \left( \frac{V_{TX}}{V_{DM}} \right) , y \quad \text{Ec. (3)}$$

$$CMA = 20 \log_{10} \left( \frac{V_{TX}}{V_{CM}} \right) . \quad \text{Ec. (4)}$$

10

Idealmente, el duplexador diferencial 112 debería proporcionar tanto una DMA muy alta como una CMA muy alta, de modo que sólo una pequeña magnitud de la señal de transmisión aparezca en los puertos RX+ y RX-. Sin embargo, el duplexador diferencial 112 puede tener bien una DMA muy alta o bien una CMA muy alta, incluso cuando están presentes grandes componentes de señal de transmisión en los puertos RX+ y RX-.

15

La DMA alta puede obtenerse cuando los grandes componentes de señales de transmisión tienen la misma fase, y la alta CMA puede obtenerse cuando los grandes componentes de señales de transmisión tienen fases opuestas. Los grandes componentes de señales de transmisión en cualquier forma (ya sea la modalidad común, o la modalidad diferencial, o una combinación de ambas) pueden actuar como atascadores para el receptor 120. Los atascadores son señales indeseables de gran amplitud que están fuera del ancho de banda de una señal deseada. Sin embargo, la no linealidad del receptor 120 puede generar distorsión entre modulaciones debido a los atascadores, y la distorsión entre modulaciones puede caer dentro del ancho de banda de señal deseado y degradar las prestaciones. Por tanto, el receptor 120 necesitaría ser capaz de recibir una pequeña señal deseada en presencia de atascadores desde la señal de transmisión.

20

El duplexador diferencial 112 puede ser un duplexador disponible comercialmente y puede tener una DMA relativamente alta, pero una CMA relativamente pobre. La presencia de componentes de señal de transmisión en modalidad común (CM) relativamente grandes en la entrada del receptor 120, debido a la mala CMA, puede ser tan dañina como la presencia de componentes de señal de transmisión en modalidad diferencial (DM). En particular, los grandes componentes de señales en CM puede dificultar el aprobar requisitos de linealidad para el IP2, el IP3, el triple batido, la compresión de ganancia, etc. Estos requisitos de linealidad pueden ser especialmente restrictivos para un sistema de Acceso Múltiple por División de Código (CDMA).

25

Los componentes de señales de transmisión en CM deberían atenuarse a fin de lograr buenas prestaciones. Un convertidor de balanceado a no balanceado, o un transformador, puede acoplarse a los puertos RX+ y RX- del duplexador 112 y usarse para atenuar los componentes de señales de transmisión en CM. Sin embargo, esto aumentaría el coste y contrarrestaría una de las principales razones para usar un duplexador diferencial, que es quitar el convertidor de balanceado a no balanceado. Alternativamente, puede usarse un receptor verdaderamente diferencial con un LNA verdaderamente diferencial y los bloques de circuitos subsiguientes. En este caso, la ganancia en modalidad común puede ser mucho más pequeña que la ganancia en modalidad diferencial. La magnitud de los componentes de señales en CM puede disminuir según los componentes de señales en CM se propagan a través del receptor. Sin embargo, un tal receptor verdaderamente diferencial puede ser más complejo, costar más, consumir más energía, etc.

30

En un aspecto, la señal en modalidad común desde los puertos RX+ y RX- del duplexador 112 puede atenuarse con una trampa en modalidad común en la red 112 de adaptación. La trampa en modalidad común puede implementarse con componentes de circuitos pasivos y puede incluir circuitos de serie LC, teniendo cada uno un inductor ("L") acoplado en serie con un condensador ("C"). La trampa en modalidad común puede ser capaz de atenuar los componentes de señales de transmisión en CM así como otros componentes de señales en CM, sobre una amplia gama de frecuencias, afectando mínimamente a la vez las prestaciones diferenciales del duplexador 112.

45

50 **La FIG.3** muestra un diagrama esquemático de una red 122a de adaptación de impedancia, que es un diseño de la red 122 de adaptación de impedancia en la FIG. 1. En este diseño, la red 122a de adaptación incluye los condensadores 322a y 322b y un inductor 324. El condensador 322a tiene un valor de  $C_S$  y está acoplado entre el puerto RX+ del duplexador 112 y el nodo A. El condensador 322b también tiene un valor de  $C_S$  y está acoplado entre el puerto RX- del duplexador 112 y el nodo B. El inductor 324 tiene un valor de  $L_P$  y está acoplado entre los nodos A y B. Los condensadores 322a y

322b son componentes de circuitos en serie, y el inductor 324 es un componente de circuito de desvío. Los valores de los condensadores 322a y 322b y el valor del inductor 324 pueden seleccionarse para obtener la adaptación de impedancia deseada para los puertos RX+ y RX- del duplexador 112 con la entrada diferencial del LNA 124 acoplada con los nodos A y B.

5

**La FIG. 4** muestra un diagrama esquemático de una red 122b de adaptación de impedancia, que es otro diseño de la red 122 de adaptación de impedancia en la FIG. 1. La red 122b de adaptación incluye una trampa en modalidad común para atenuar la señal en modalidad común desde los puertos RX+ y RX- del duplexador 112. En el diseño mostrado en la FIG. 4, la red 122b de adaptación incluye los condensadores 422a, 422b y 426 y los inductores 424a y 424b. El condensador 422a tiene un valor de  $C_S$  y está acoplado entre el puerto RX+ y el nodo A. El condensador 422b también tiene un valor de  $C_S$  y está acoplado entre el puerto RX- y el nodo B. El inductor 424a tiene un valor de  $L_P/2$  y está acoplado entre el nodo A y el nodo común C. El inductor 424b también tiene un valor de  $L_P/2$  y está acoplado entre el nodo B y el nodo común C. El condensador 426 tiene un valor de  $C_{CM}$  y está acoplado entre el nodo común C y el circuito de descarga a tierra.

10

15

La red 122b de adaptación en la FIG. 4 incluye esencialmente los mismos componentes de circuito para la adaptación de impedancia que la red 122a de adaptación en la FIG. 3. El inductor 324 de desvío en la red 122a de adaptación ha sido dividido en dos inductores 424a y 424b, teniendo cada uno la mitad de la inductancia del inductor 324. El nodo común C está en el punto central de los inductores 424a y 424b y es una descarga a tierra virtual. Por tanto, un componente de circuito tal como el condensador 426 puede acoplarse con el nodo común C sin alterar las prestaciones diferenciales de la red 122b de adaptación.

20

La trampa en modalidad común se implementa con los inductores 424a y 424b y el condensador 426. La trampa en modalidad común incluye (i) un primer circuito de serie LC, formado por el inductor 424a y el condensador 426, y usado para atenuar el componente de señales en CM en el nodo A y (ii) un segundo circuito de serie LC formado por el inductor 424b y el condensador 426, y usado para atenuar el componente de señales en CM en el nodo B. El condensador 426 está compartido por ambos circuitos de serie LC. Los dos circuitos de serie LC deberían ser idénticos, o igualados tan estrechamente como sea posible.

25

Para la señal  $V_{DM}$  en modalidad diferencial, el componente de señal en DM en el puerto RX+ tiene la misma magnitud, pero fase opuesta, que el componente de señal en DM en el puerto RX-. Como el condensador 422a y el inductor 424a tienen los mismos valores que el condensador 422b y el inductor 424b, el componente de señal en DM del puerto RX+ tiene la misma magnitud, pero fase opuesta, que el componente de señal en DM del puerto RX- en el nodo común C. Por ello, los componentes de señales en DM de los puertos RX+ y RX- se cancelan entre sí en el nodo común C, que es la descarga a tierra virtual para la señal en modalidad diferencial. El condensador 426 no afecta a la señal en modalidad diferencial.

30

35

Para la señal  $V_{CM}$  en modalidad común, el componente de señal en CM en el puerto RX+ tiene la misma magnitud y fase que el componente de señal en CM en el puerto RX-. Dado que el condensador 422a y el inductor 424a tienen los mismos valores que el condensador 422b y el inductor 424b, el componente de señal en CM del puerto RX+ tiene la misma magnitud y fase que el componente de señal en CM del puerto RX- en el nodo común C. Por tanto, los componentes de señales en CM de los puertos RX+ y RX- se suman en el nodo común C. El condensador 426 puede usarse para proporcionar impedancia baja para los componentes de señales en CM en los nodos A y B.

40

La frecuencia resonante  $f_R$  del circuito de serie LC puede expresarse como:

45

$$f_R = \frac{1}{\pi \sqrt{L_P C_{CM}}} .$$

Ec. (5)

Como se muestra en la ecuación (5), la frecuencia resonante está determinada por los valores del inductor 424a y el condensador 426, y no depende del valor del condensador 422a. El valor del inductor 424a puede determinarse por la adaptación de impedancia deseada. El valor del condensador 426 puede seleccionarse luego de forma tal que la frecuencia resonante esté en una frecuencia deseada.

50

**La FIG. 5** muestra un gráfico de la impedancia  $Z_{LC}$  de serie LC, que es la impedancia del circuito de serie LC formado por el inductor 424a y el condensador 426 que miran hacia el nodo A en la FIG. 4. En este ejemplo, la frecuencia resonante  $f_R$  está fijada en 835 MHz, que es aproximadamente el centro de una gama de frecuencias de transmisión, desde 824 a 849 MHz para banda celular. La impedancia de serie LC tiene un valor mínimo en la frecuencia resonante  $f_R$  y aumenta monótonamente para un desplazamiento de frecuencia progresivamente mayor para la frecuencia de resonancia.

55

El componente de señal en CM en el nodo A puede atenuarse al máximo en la frecuencia resonante. La frecuencia

resonante puede seleccionarse para que esté en el centro de la gama de frecuencias de transmisión o en una frecuencia de transmisión específica, a fin de atenuar el componente de señal de transmisión en CM del transmisor. La frecuencia resonante también puede estar en alguna otra frecuencia, que puede estar fuera de la gama de frecuencias de transmisión.

5

La impedancia de serie LC puede ser razonablemente baja, p. ej., del orden de decenas de ohmios, sobre una gama relativamente amplia de frecuencias. La impedancia de entrada del LNA 124 puede ser de varios cientos de ohmios. La impedancia de serie LC puede así ser mucho más pequeña que la impedancia de entrada del LNA. Además, el inductor 424a y el condensador 426 pueden ser componentes de circuitos discretos externos con factores de calidad (Q) relativamente grandes. La impedancia de serie LC puede así ser baja en comparación con la impedancia de entrada del LNA, sobre una amplia gama de frecuencias, y no sólo alrededor de la gama de frecuencias de transmisión, p. ej., según se muestra en la FIG. 5. La atenuación en modalidad común de banda ancha puede lograrse de esta manera con el circuito de serie LC.

10

15

La FIG. 4 muestra un diseño de una trampa en modalidad común compuesta de circuitos de serie LC para atenuar los componentes de señales en CM desde los puertos RX+ y RX- del duplexador 112. En general, los circuitos de serie LC pueden formarse en base a cualquier componente de circuito de desvío en una red de adaptación. Según el tipo de componente de circuito de desvío (p. ej., L o C) en la red de adaptación, pueden añadirse uno o más componentes de circuitos complementarios (p. ej., C o L) a la red de adaptación, para proporcionar impedancia baja para los componentes de señales en CM, siendo a la vez transparente a los componentes de señales en DM.

20

**La FIG. 6** muestra un diagrama esquemático de una red 122c de adaptación de impedancia, que es otro diseño más de la red 122 de adaptación de impedancia en la FIG. 1. La red 122c de adaptación también puede atenuar los componentes de señales en CM desde los puertos RX+ y RX- del duplexador 112. En el diseño mostrado en la FIG. 6, la red 122c de adaptación incluye los circuitos pasivos 622a y 622b, los inductores 624a y 624b, y un condensador 626. El circuito pasivo 622a tiene una impedancia de  $Z_S$  y está acoplado entre el puerto RX+ y el nodo A. El circuito pasivo 622b también tiene una impedancia de  $Z_S$  y está acoplado entre el puerto RX- y el nodo B. Cada uno de los circuitos pasivos 622a y 622b puede comprender uno o más inductores, condensadores, resistores, etc. El inductor 624a tiene un valor de  $L_P/2$  y está acoplado entre el nodo A y el nodo común C. El inductor 624b también tiene un valor de  $L_P/2$  y está acoplado entre el nodo B y el nodo común C. Los inductores 624a y 624b tienen un valor combinado de  $L_P$  entre los nodos A y B. El condensador 626 tiene un valor de  $C_{CM}$  y está acoplado entre el nodo común C y el circuito de descarga a tierra.

25

30

La trampa en modalidad común incluye un primer circuito de serie LC formado por el inductor 624a y el condensador 626, y un segundo circuito de serie LC formado por el inductor 624b y el condensador 626. El valor del condensador 626 puede seleccionarse para obtener las frecuencias resonantes deseadas para los circuitos de serie LC. Como se muestra en la ecuación (5), la frecuencia resonante de cada circuito de serie LC no depende de la impedancia  $Z_S$  del circuito pasivo 622a o 622b.

35

**La FIG. 7** muestra un diagrama esquemático de una red 122d de adaptación de impedancia, que es otro diseño más de la red 122 de adaptación de impedancia en la FIG. 1. La red 122d de adaptación también puede atenuar los componentes de señales en CM desde los puertos RX+ y RX- del duplexador 112. En el diseño mostrado en la FIG. 7, la red 122d de adaptación incluye los circuitos pasivos 722a y 722b, los condensadores 724a y 724b, y un inductor 726. El circuito pasivo 722a tiene una impedancia de  $Z_S$  y está acoplado entre el puerto RX+ y el nodo A. El circuito pasivo 722b también tiene una impedancia de  $Z_S$  y está acoplado entre el puerto RX- y el nodo B. Cada uno de los circuitos pasivos 722a y 722b puede comprender uno o más inductores, condensadores, resistores, etc. El condensador 724a tiene un valor de  $2C_P$  y está acoplado entre el nodo A y el nodo común C. El condensador 724b también tiene un valor de  $2C_P$  y está acoplado entre el nodo B y el nodo común C. Los condensadores 724a y 724b tienen un valor combinado de  $C_P$  entre los nodos A y B. El inductor 726 tiene un valor de  $L_{CM}$  y está acoplado entre el nodo común C y el circuito de descarga a tierra.

40

45

La trampa en modalidad común incluye un primer circuito de serie LC formado por el condensador 724a y el inductor 726, y un segundo circuito de serie LC formado por el condensador 724b y el inductor 726. El valor del inductor 726 puede seleccionarse para obtener las frecuencias resonantes deseadas para los circuitos de serie LC.

50

La trampa en modalidad común descrita en el presente documento puede usarse para diversas redes de adaptación con un componente de circuito de desvío. Estas redes de adaptación pueden tener distintas topologías, y la impedancia  $Z_S$  en las FIGS. 6 y 7 puede estar definida por cualquier función. El componente de circuito de desvío puede ser un inductor o un condensador. Si el componente de circuito de desvío es un inductor con un valor de  $L_P$ , entonces este inductor puede dividirse en dos inductores con valores de  $L_P/2$ , según se muestra en la FIG. 6. Un condensador puede añadirse entonces entre el nodo común C y el circuito de descarga a tierra. Si el componente de circuito de desvío es un condensador con un valor de  $C_P$ , entonces este condensador puede dividirse en dos condensadores con valores de  $2C_P$ , según se muestra en la FIG. 7. Un inductor puede añadirse luego entre el nodo común C y el circuito de descarga a tierra.

55

60

- 5 En general, una red de adaptación de impedancia puede acoplar una señal diferencial recibida desde los puertos diferenciales de recepción de un duplexador con un LNA. La señal diferencial recibida puede comprender una señal en modalidad diferencial y una señal en modalidad común. La red de adaptación de impedancia puede comprender una trampa en modalidad común para atenuar la señal en modalidad común. La trampa en modalidad común puede tener una frecuencia resonante situada dentro de una gama de frecuencias de transmisión o en alguna otra frecuencia.
- 10 En un diseño, un aparato incluye un primer componente de circuito acoplado entre un primer nodo (p. ej., el nodo A) y un nodo común (p. ej., el nodo C), un segundo componente de circuito acoplado entre un segundo nodo (p. ej., el nodo B) y el nodo común, y un tercer componente de circuito acoplado entre el nodo común y el circuito de descarga a tierra. Los componentes de circuito primero, segundo y tercero proporcionan un trayecto de baja impedancia para una señal en modalidad común recibida en los nodos primero y segundo desde los puertos diferenciales de recepción de un duplexador. Un LNA puede tener una entrada diferencial acoplada con los nodos primero y segundo.
- 15 En un diseño, los componentes de circuito primero y segundo pueden ser inductores, y el tercer componente de circuito puede ser un condensador, p. ej., como se muestra en la FIG. 6. En otro diseño, los componentes de circuito primero y segundo pueden ser condensadores, y el tercer componente de circuito puede ser un inductor, p. ej., según se muestra en la FIG. 7. Los componentes de circuito primero y tercero pueden tener una primera frecuencia resonante. Los componentes de circuito segundo y tercero pueden tener una segunda frecuencia resonante que coincida con la primera frecuencia resonante. El duplexador puede acoplar una señal de transmisión con una gama de frecuencias de transmisión desde un puerto de transmisión a un puerto de antena. Las frecuencias resonantes primera y segunda pueden estar dentro de la gama de frecuencias de transmisión.
- 20 Un primer circuito pasivo (p. ej., el circuito 622a o 722a) puede estar acoplado entre el primer nodo y un primer puerto de recepción del duplexador. Un segundo circuito pasivo (p. ej., el circuito 622b o 722b) puede estar acoplado entre el segundo nodo y un segundo puerto de recepción del duplexador. Los puertos de recepción primero y segundo pueden corresponder a los puertos diferenciales de recepción del duplexador. Los circuitos pasivos primero y segundo y los componentes de circuito primero y segundo pueden ser parte de una red de adaptación de impedancia para los puertos diferenciales de recepción del duplexador.
- 25 La trampa en modalidad común descrita en el presente documento puede proporcionar diversas ventajas además de las indicadas anteriormente. En primer lugar, los circuitos de serie LC pueden ser capaces de atenuar los componentes de señales de LO en CM acoplados desde el generador 158 de LO a los nodos A y B. Puede haber una especificación sobre la magnitud máxima de la señal de LO en la antena 102. La atenuación de los componentes de señales de LO en CM por los circuitos de serie LC puede ayudar a satisfacer esta especificación. En segundo lugar, los circuitos de serie LC pueden mejorar la "diferencialidad" del duplexador sobre una amplia gama de frecuencias que puede incluir una gama de frecuencias de recepción. La diferencia de fase entre los componentes de señal en la entrada diferencial del LNA 124 puede estar más cerca de  $180^\circ$  con los circuitos de serie LC.
- 30 La trampa en modalidad común descrita en el presente documento puede usarse para dispositivos inalámbricos en diversos sistemas de comunicación inalámbrica, tales como los sistemas de Acceso Múltiple por División de Código (CDMA), los sistemas de Acceso Múltiple por División del Tiempo (TDMA), los sistemas de Acceso Múltiple por División de Frecuencia (FDMA), los sistemas de FDMA Ortogonales (OFDMA) y los sistemas de FDMA de Portadora Única (SC-FDMA). Los dispositivos inalámbricos pueden dar soporte a diversas tecnologías de radio, tales como el Acceso Terrestre Universal por Radio (UTRA) y el cdma2000 para COMMA. UTRA incluye CDMA de Banda Ancha (W-CDMA) y la Tasa Baja de Chip (LCR). El cdma2000 abarca los estándares IS-2000, IS-95 e IS-856. Los dispositivos inalámbricos también pueden dar soporte a tecnologías de radio tales como UTRA Evolucionado (E-UTRA) y la Banda Ancha Ultra Móvil (UMB) para OFDMA. Los dispositivos inalámbricos pueden funcionar en diversas bandas de frecuencia, tales como la banda celular (que tiene un intervalo de transmisión entre 824 y 849 MHz y un intervalo de recepción entre 869 y 894 MHz), la banda de Servicios Personales de Comunicación (PCS) (que tiene un intervalo de transmisión entre 1850 y 1910 MHz y un intervalo de recepción entre 1930 y 1990 MHz), la banda IMT-2000 (que tiene un intervalo de transmisión entre 1920 y 1980 MHz y un intervalo de recepción entre 2110 y 2170 MHz), diversas bandas del UMTS, etc.
- 35 La trampa en modalidad común descrita en el presente documento puede implementarse con componentes de circuitos discretos (p. ej., inductores y condensadores) sobre una placa de circuitos impresos (PCB) y puede ser externa a un Circuito Integrado o un RFIC. Estos componentes de circuitos discretos pueden ser componentes comercialmente disponibles de valores adecuados, que pueden depender de la banda de frecuencias abarcada por el duplexador. La trampa en modalidad común también puede implementarse dentro de un Circuito Integrado, un RFIC, un Circuito Integrado de señales mixtas, un ASIC, etc. La trampa en modalidad común puede usarse conjuntamente con otros bloques de circuitos (p. ej., el LNA) fabricados con diversas tecnologías de proceso de Circuitos Integrados, tales como el semiconductor complementario de óxido de metal (CMOS), el MOS de canal N (N-MOS), el MOS de canal P (P-MOS), el transistor de empalme bipolar (BJT), el CMOS bipolar (BiCMOS), el germanio de silicio (SiGe), el arseniuro de galio (GaAs), etc. La trampa en modalidad común también puede fabricarse con cualquiera de estas tecnologías de proceso de Circuitos Integrados.
- 40
- 45
- 50
- 55
- 60



5 Un aparato que implementa la trampa en modalidad común descrita en el presente documento puede ser un dispositivo autónomo o puede ser parte de un dispositivo más grande. Un dispositivo puede ser (i) un Circuito Integrado autónomo, (ii) un conjunto de uno o más Circuitos Integrados que puede incluir Circuitos Integrados de memoria para almacenar datos y / o instrucciones, (iii) un RFIC tal como un receptor de RF (RFR) o un transmisor / receptor de RF (RTR), (iv) un ASIC tal como un módem de estación móvil (MSM), (v) un módulo que puede empotrarse dentro de otros dispositivos, (vi) una placa de circuitos impresos, (vii) un receptor, un teléfono celular, un dispositivo inalámbrico, un equipo de mano, o una unidad móvil, (viii) etc.

10 La descripción anterior de la divulgación se proporciona para permitir a cualquier experto en la técnica hacer o usar la divulgación. Diversas modificaciones de la divulgación serán inmediatamente evidentes a los expertos en la técnica, y los principios genéricos definidos en el presente documento pueden aplicarse a otras variaciones sin apartarse del alcance de la divulgación. Así, la divulgación no pretende limitarse a los ejemplos y diseños descritos en el presente documento, sino que debe concedérsele el más amplio alcance coherente con los principios y características novedosas divulgados en el  
15 presente documento.

## REIVINDICACIONES

1. Un aparato (122) que comprende:
  - 5 un primer componente (424a, 624a, 724a) de circuito acoplado entre un primer nodo (A) y un nodo común (C);
  - un segundo componente (424b, 624b, 724b) de circuito acoplado entre un segundo nodo (B) y el nodo común (C);
  - 10 un tercer componente (426, 626, 726) de circuito acoplado entre el nodo común (C) y un circuito de descarga a tierra, proporcionando los componentes de circuito primero, segundo y tercero un trayecto de baja impedancia a través del nodo común para una señal en modalidad común recibida en los nodos (A, B) primero y segundo desde puertos de recepción diferenciales de un duplexador (112).
- 15 2. El aparato (122) de la reivindicación 1, en el cual los componentes de circuito primero y segundo comprenden inductores (624a, 624b) y el tercer componente de circuito comprende un condensador (626).
3. El aparato (122) de la reivindicación 1, en el cual los componentes de circuito primero y segundo comprenden condensadores (424a, 424b, 724a, 724b) y el tercer componente de circuito comprende un inductor (426, 726).
- 20 4. El aparato (122) de la reivindicación 1, que comprende adicionalmente:
  - un primer circuito pasivo (422a, 622a, 722a) acoplado entre el primer nodo (A) y un primer puerto (RX+) de recepción del duplexador (112); y
  - 25 un segundo circuito pasivo (422b, 622b, 722b) acoplado entre el segundo nodo (B) y un segundo puerto (RX-) de recepción del duplexador (112), correspondiendo los puertos (RX+, RX-) de recepción primero y segundo a los puertos de recepción diferenciales del duplexador (112).
- 30 5. El aparato (122) de la reivindicación 4, en el cual los componentes de circuito primero y segundo comprenden inductores (424a, 424b), el tercer circuito comprende un condensador (426), y los circuitos pasivos primero y segundo comprenden condensadores (422a, 422b).
6. El aparato (122) de la reivindicación 4, en el cual los circuitos pasivos primero y segundo y los componentes de circuito primero y segundo proporcionan adaptación de impedancia para los puertos de recepción diferenciales del duplexador.
- 35 7. El aparato (122) de la reivindicación 1, que comprende adicionalmente:
  - un amplificador (124) de ruido bajo con una entrada diferencial acoplada con los nodos (A, B) primero y
  - 40 segundo.
8. El aparato (122) de la reivindicación 1, en el cual los componentes de circuito primero y tercero tienen una primera frecuencia resonante, y en el cual los componentes de circuito segundo y tercero tienen una segunda frecuencia resonante que coincide con la primera frecuencia resonante.
- 45 9. El aparato (122) de la reivindicación 8, en el cual el duplexador (122) acopla una señal de transmisión en una gama de frecuencias de transmisión desde un puerto (TX) de transmisión con un puerto (Antena) de antena, y en el cual las frecuencias resonantes primera y segunda están dentro de la gama de frecuencias de transmisión.
- 50 10. El aparato (122) de la reivindicación 1, en el cual el duplexador (112) funciona en una banda celular o una banda de Servicios Personales de Comunicación.
11. El aparato (122) de la reivindicación 1, en el cual los componentes de circuito primero, segundo y tercero son componentes de circuito discreto externos a un circuito integrado de frecuencia de radio.
- 55 12. El aparato (122) de la reivindicación 1, en el cual los componentes de circuito primero, segundo y tercero están implementados dentro de un circuito integrado de frecuencia de radio.

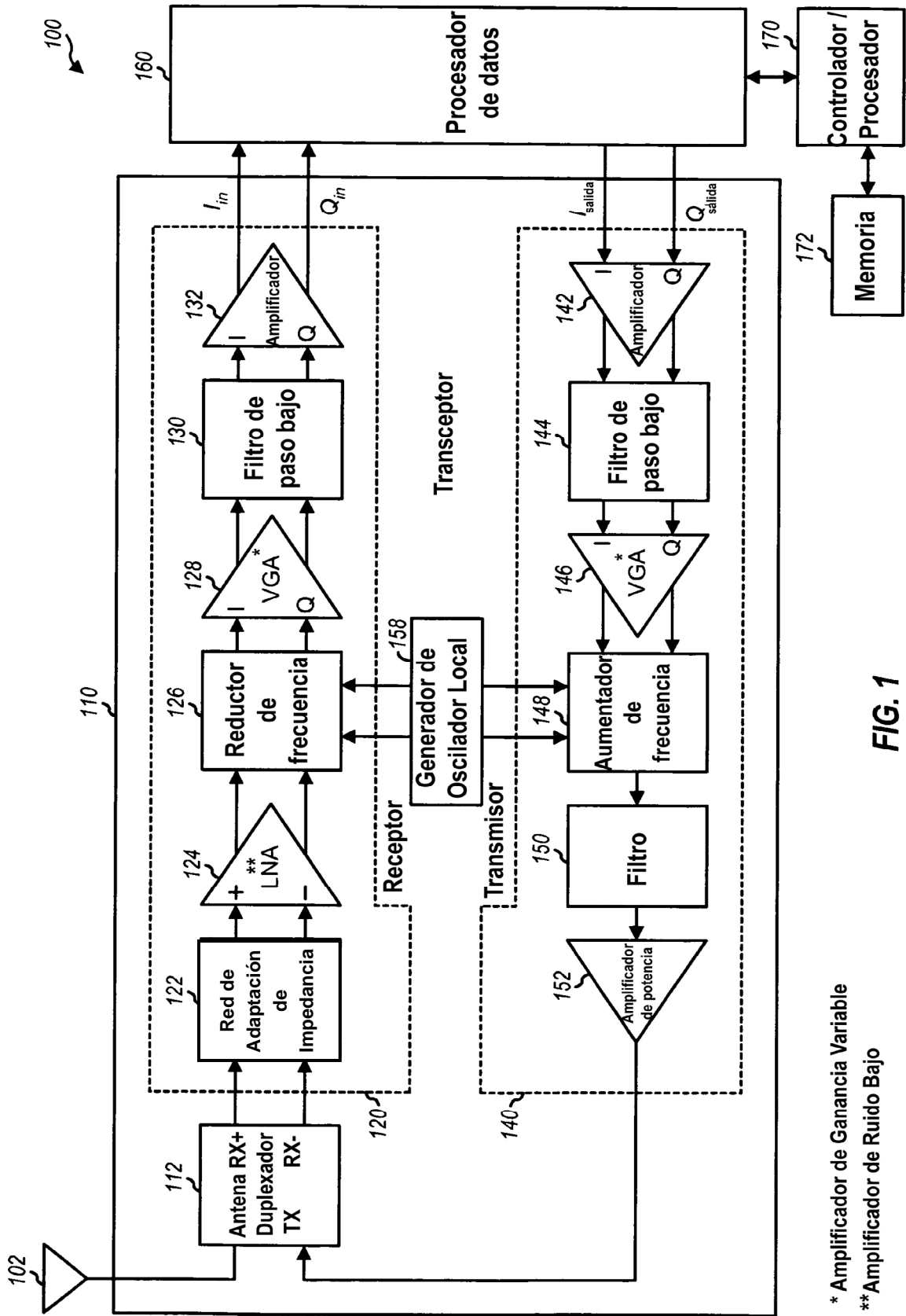
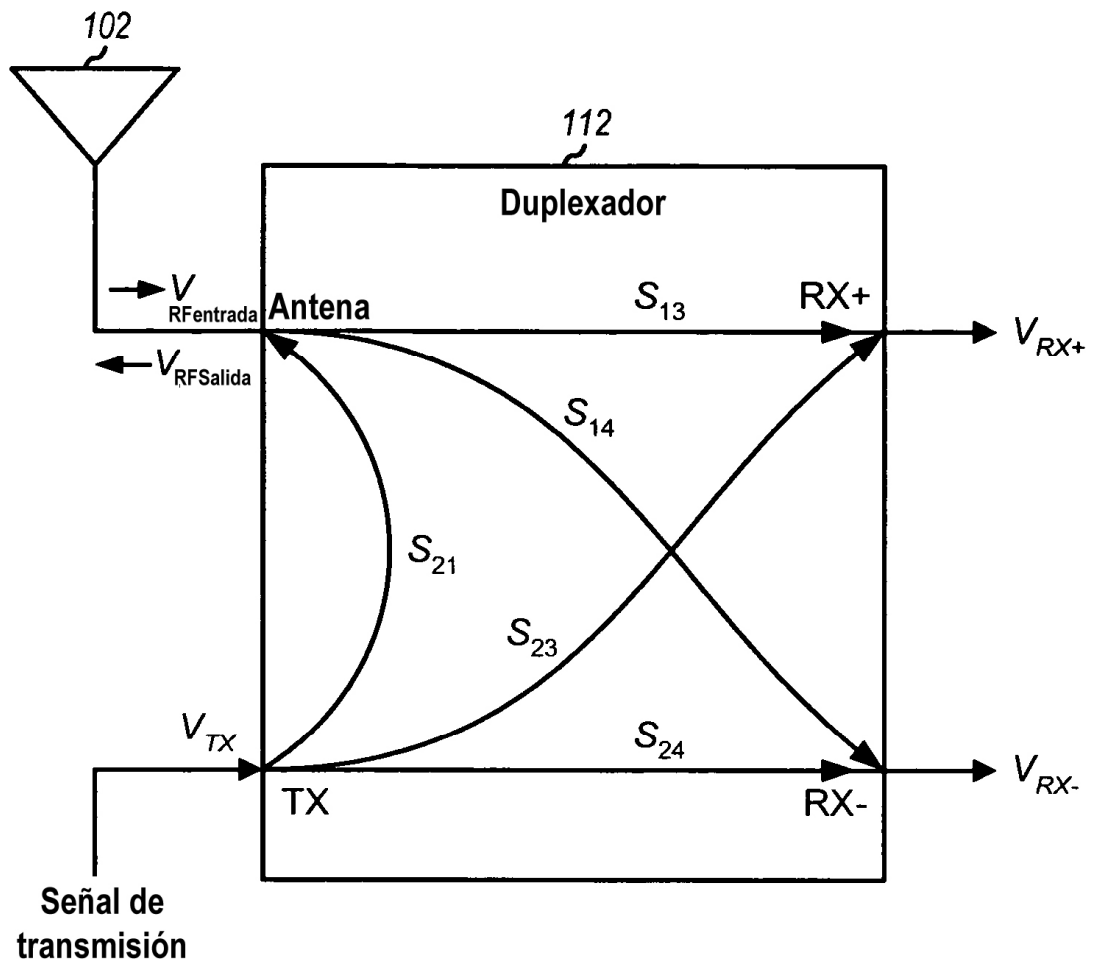


FIG. 1

\* Amplificador de Ganancia Variable  
 \*\* Amplificador de Ruido Bajo



**FIG. 2**

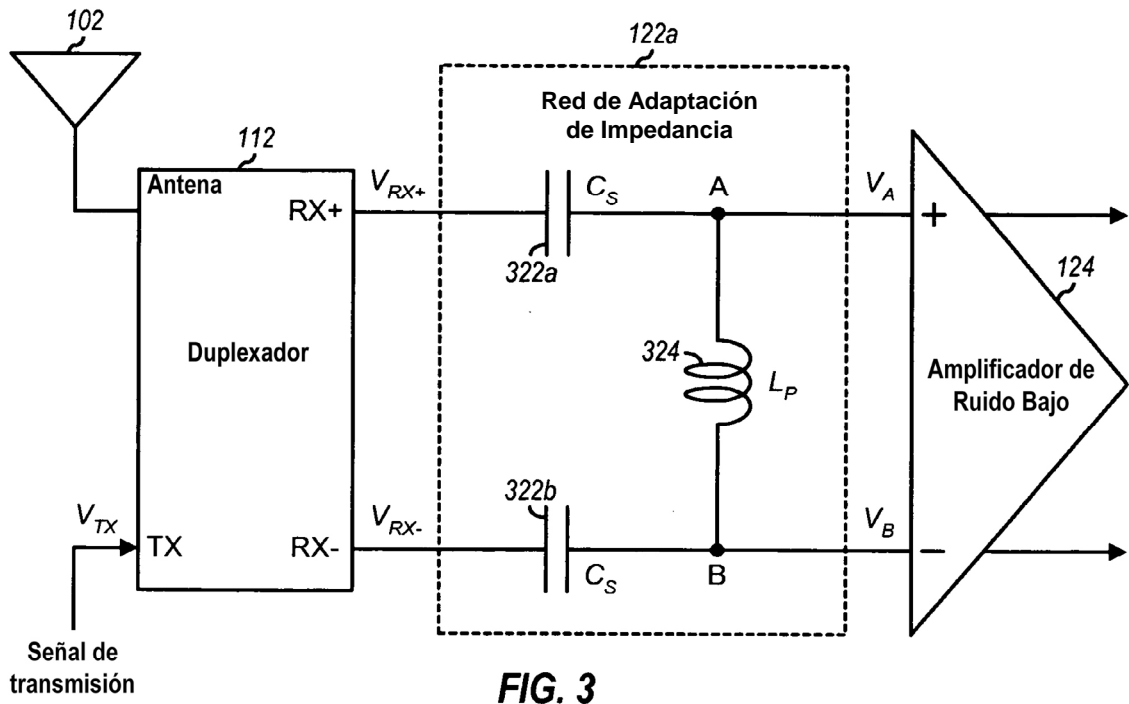


FIG. 3

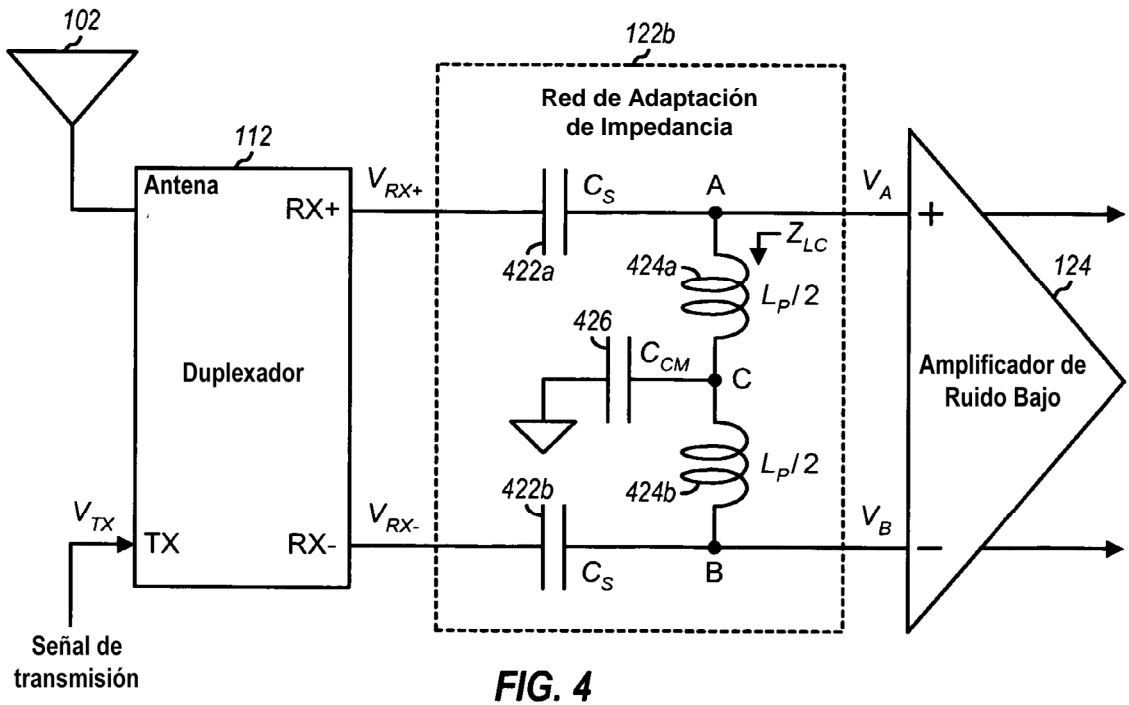
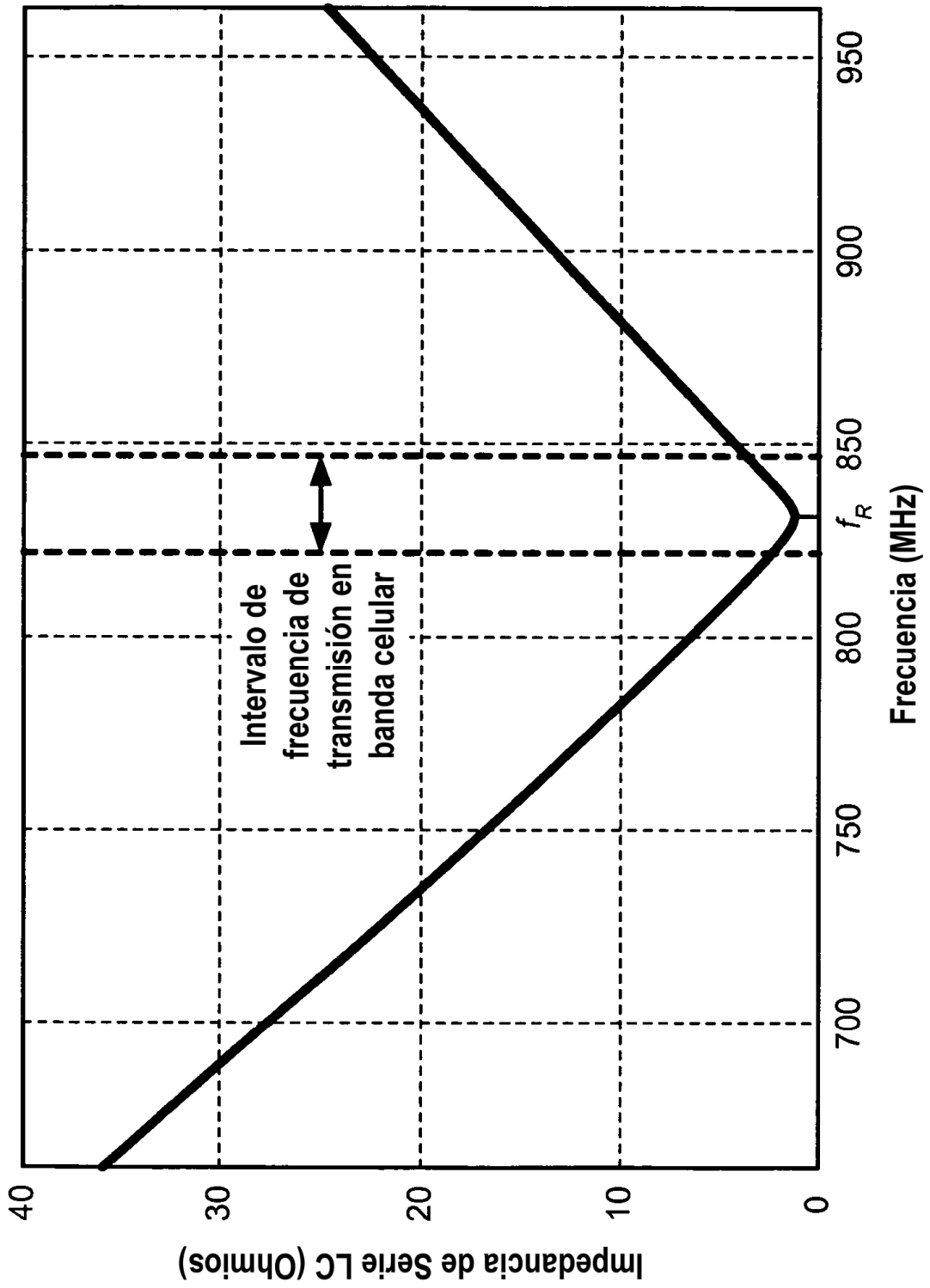


FIG. 4



**FIG. 5**

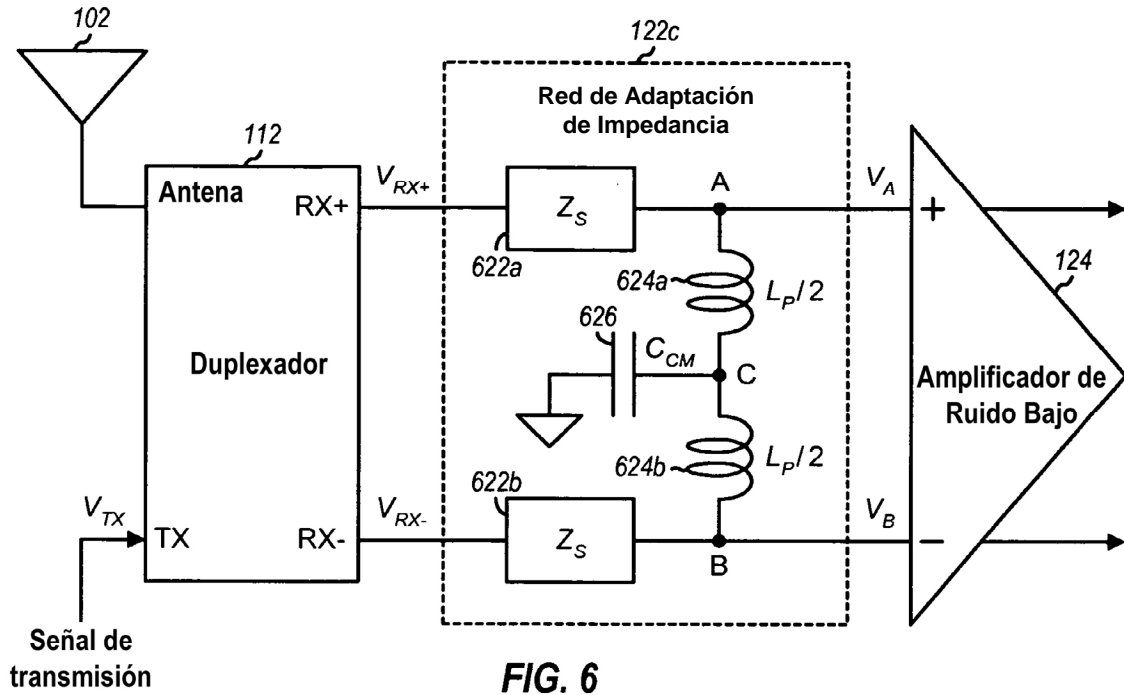


FIG. 6

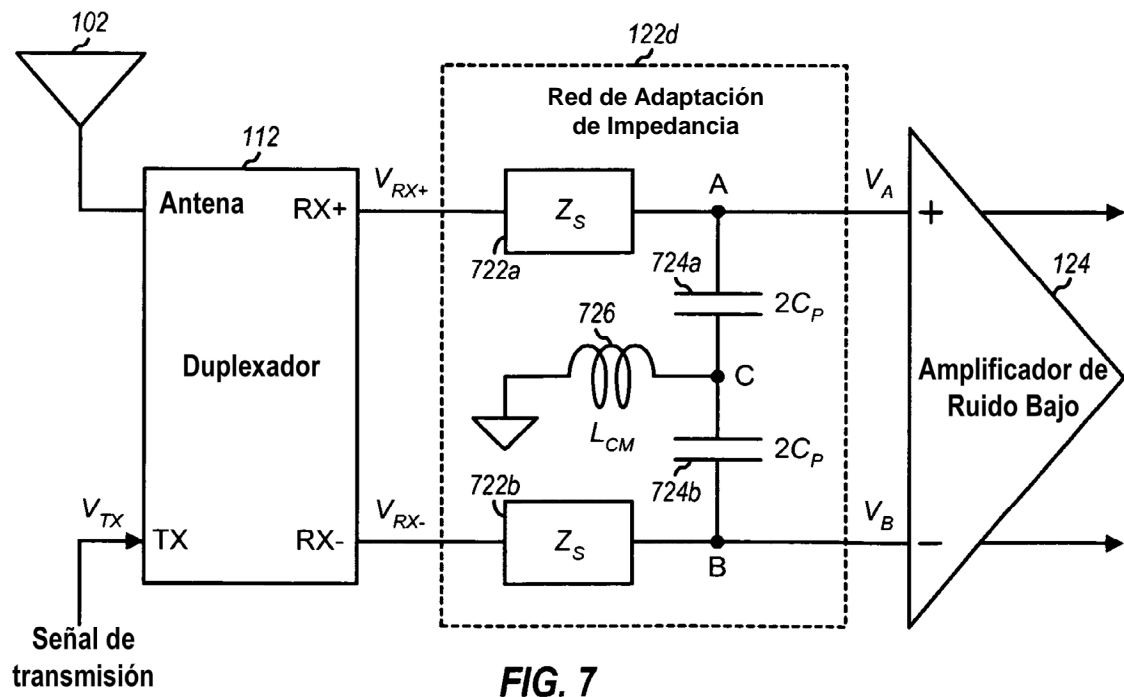


FIG. 7