

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 637 546**

51 Int. Cl.:

H04W 52/52 (2009.01)

H03F 1/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.01.2014 PCT/US2014/013805**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.08.2014 WO14123744**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.01.2014 E 14704496 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.06.2017 EP 2954737**

54 Título: **Seguidor de potencia para múltiples señales de transmisión enviadas simultáneamente**

30 Prioridad:

11.02.2013 US 201313764328

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

13.10.2017

73 Titular/es:

**QUALCOMM INCORPORATED (100.0%)
5775 Morehouse Drive
San Diego, CA 92121-1714, US**

72 Inventor/es:

DOROSENCO, ALEXANDER

74 Agente/Representante:

FORTEA LAGUNA, Juan José

ES 2 637 546 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

Seguidor de potencia para múltiples señales de transmisión enviadas simultáneamente

5 REFERENCIA CRUZADA A SOLICITUDES RELACIONADAS

[0001] La presente divulgación reivindica prioridad a la solicitud no provisional de Estados Unidos nº 13/764.328 presentada el 11 de febrero de 2013.

10 ANTECEDENTES

I. Campo

15 [0002] La presente divulgación se refiere en general a la electrónica, y de forma más específica a técnicas para generar una tensión de alimentación para un circuito tal como un amplificador.

II. Antecedentes

20 [0003] Un dispositivo inalámbrico (por ejemplo, un teléfono móvil o un teléfono inteligente) en un sistema de comunicación inalámbrica puede transmitir y recibir datos para una comunicación bidireccional. El dispositivo inalámbrico puede incluir un transmisor para la transmisión de datos y un receptor para la recepción de datos. Para la transmisión de datos, el transmisor puede procesar (por ejemplo, codificar y modular) datos para generar muestras de salida. El transmisor puede acondicionar adicionalmente (por ejemplo, convertir en analógico, filtrar, amplificar y aumentar en frecuencia) las muestras de salida para generar una señal de radiofrecuencia (RF) modulada, amplificar la señal de RF modulada para obtener una señal de RF de salida que tenga el nivel de potencia de transmisión apropiado, y transmitir la señal de RF de salida a través de una antena a una estación base. Para la recepción de datos, el receptor puede obtener una señal de RF recibida a través de la antena y puede amplificar y procesar la señal de RF recibida para recuperar los datos enviados por la estación base.

30 [0004] El transmisor habitualmente incluye un amplificador de potencia (PA) para proporcionar una alta potencia de transmisión para la señal de RF de salida. El amplificador de potencia debe ser capaz de proporcionar una alta potencia de transmisión y tener una alta eficiencia de potencia añadida (PAE). Se llama la atención sobre el documento GB 2 476 393 A que se refiere a una matriz de antenas activas que comprende diferentes rutas de transmisión, en la que los amplificadores de potencia se alimentan mediante unidades de alimentación variable controladas cada una de ellas de acuerdo con una señal de envolvente común que se detecta, se genera y se sigue mediante un sistema de detección de envolvente. Se llama la atención además sobre el documento GB 2 488 380 A que se refiere a una matriz de amplificadores de transmisión MIMO con una alimentación con seguimiento de envolvente común para simplificar el circuito de alimentación en una matriz de transmisores MIMO de estación base, cada uno de los amplificadores de potencia se alimenta desde un único modulador de seguimiento. El selector de envolvente proporciona la mayor de las señales de envolvente de los procesadores de envolvente al modulador de alimentación a través de un filtro de suavizado.

40 Finalmente, se llama la atención sobre el documento US 2012/326783 A1 que se refiere a técnicas para generar de forma eficiente una fuente de alimentación. Por ejemplo, un aparato incluye un amplificador de envolvente y un convertidor elevador. El convertidor elevador genera una tensión de alimentación aumentada que tiene una tensión más alta que una primera tensión de alimentación (por ejemplo, la tensión de una batería). El amplificador de envolvente genera una segunda tensión de alimentación basándose en una señal de envolvente y la tensión de alimentación aumentada (y posiblemente también en la primera tensión de alimentación). Un amplificador de potencia funciona basándose en la segunda tensión de alimentación. En un ejemplo adicional, un aparato incluye un conmutador, un amplificador de envolvente, y un amplificador de potencia. El conmutador recibe una primera tensión de alimentación y proporciona una primera corriente de alimentación. El amplificador de envolvente proporciona una segunda corriente de alimentación basándose en una señal de envolvente. El amplificador de potencia recibe una corriente de alimentación total que incluye las primera y segunda corrientes de alimentación.

RESUMEN

55 [0005] De acuerdo con la presente invención, se proporciona un aparato, como se expone en la reivindicación 1, y un procedimiento, como se expone en la reivindicación 13. Los modos de realización adicionales se reivindican en las reivindicaciones dependientes. En el presente documento se divulgan técnicas para generar una tensión de alimentación con seguimiento de potencia para un circuito (por ejemplo, un amplificador de potencia) que procesa múltiples señales de transmisión enviadas simultáneamente. Las múltiples señales de transmisión pueden comprender transmisiones enviadas simultáneamente en múltiples portadoras a diferentes frecuencias.

60 [0006] En un diseño a modo de ejemplo, un aparato incluye un seguidor de potencia y un generador de fuente de alimentación. El seguidor de potencia determina una señal de seguimiento de potencia basándose en las componentes en fase (I) y en cuadratura (Q) de una pluralidad de señales de transmisión que se envían simultáneamente, como se describe a continuación. El generador de fuente de alimentación genera una tensión de

alimentación basándose en la señal de seguimiento de potencia. El aparato puede incluir además un amplificador de potencia que amplifica una señal de RF modulada basándose en la tensión de alimentación y proporciona una señal de RF de salida.

5 **[0007]** A continuación se describen en más detalle diversos aspectos y características de la divulgación.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[0008]

10 La FIG. 1 muestra un dispositivo inalámbrico que se comunica con un sistema inalámbrico.
 Las FIG. 2A a 2D muestran cuatro ejemplos de agregación de portadoras.
 La FIG. 3 muestra un diagrama de bloques del dispositivo inalámbrico en la FIG. 1.
 15 La FIG. 4 muestra un módulo de transmisión que comprende un amplificador de potencia independiente con seguimiento de potencia independiente para cada señal de transmisión.
 Las FIG. 5 y 6 muestran dos diseños de un módulo de transmisión que comprende un único amplificador de potencia con seguimiento de potencia para todas las señales de transmisión.
 Las FIG. 7A y 7B muestran el seguimiento de potencia para dos y tres señales de transmisión, respectivamente.
 Las FIG. 8 y 9 muestran un diseño de un generador de fuente de alimentación con seguimiento de potencia.
 20 La FIG. 10 muestra un proceso para generar una tensión de alimentación con seguimiento de potencia.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

25 **[0009]** La expresión "a modo de ejemplo" se usa en el presente documento para significar "que sirve como ejemplo, caso o ilustración". No ha de interpretarse necesariamente cualquier diseño descrito en el presente documento como "a modo de ejemplo" como preferente o ventajoso con respecto a otros diseños.

30 **[0010]** En el presente documento se divulgan técnicas para generar una tensión de alimentación con seguimiento de potencia para un circuito (por ejemplo, un amplificador de potencia) que procesa múltiples señales de transmisión enviadas simultáneamente. Las técnicas pueden usarse para diversos dispositivos electrónicos tales como dispositivos de comunicación inalámbrica.

35 **[0011]** La FIG. 1 muestra un dispositivo inalámbrico 110 que se comunica con un sistema de comunicación inalámbrica 120. El sistema inalámbrico 120 puede ser un sistema de Evolución a Largo Plazo (LTE), un sistema de Acceso Múltiple por División de Código (CDMA), un Sistema global para comunicaciones móviles (GSM), un sistema de Red inalámbrica de área local (WLAN), o algún otro sistema inalámbrico. Un sistema CDMA puede implementar CDMA de banda ancha (WCDMA), CDMA 1X, CDMA síncrono con división temporal (TDSCDMA), o alguna otra versión de CDMA. Para simplificar, la FIG. 1 muestra el sistema inalámbrico 120 incluyendo dos estaciones base 130 y 132 y un controlador del sistema 140. En general, un sistema inalámbrico puede incluir cualquier número de
 40 estaciones base y cualquier conjunto de entidades de red.

45 **[0012]** El dispositivo inalámbrico 110 también puede denominarse un equipo de usuario (UE), una estación móvil, un terminal, un terminal de acceso, una unidad de abonado, una estación, etc. El dispositivo inalámbrico 110 puede ser un teléfono móvil, un teléfono inteligente, una tableta, un módem inalámbrico, un asistente digital personal (PDA), un dispositivo portátil, un ordenador portátil, un smartbook, un netbook, un teléfono inalámbrico, una estación de bucle local inalámbrico (WLL), un dispositivo Bluetooth, etc. El dispositivo 110 puede ser capaz de comunicarse con el sistema inalámbrico 120. El dispositivo inalámbrico 110 también puede ser capaz de recibir señales de estaciones de difusión (por ejemplo, una estación de difusión 134), señales de satélites (por ejemplo, un satélite 150)
 50 en uno o más sistemas globales de navegación por satélite (GNSS), etc. El dispositivo inalámbrico 110 puede admitir una o más tecnologías de radio para la comunicación inalámbrica tales como LTE, WCDMA, CDMA 1X, TD-SCDMA, GSM, 802.11, etc.

55 **[0013]** El dispositivo inalámbrico 110 puede ser capaz de funcionar en la banda baja (LB) cubriendo frecuencias inferiores a 1000 megahercios (MHz), en la banda media (MB) cubriendo frecuencias desde 1000 MHz a 2300 MHz y/o en la banda alta (HB) cubriendo frecuencias superiores a 2300 MHz. Por ejemplo, la banda baja puede cubrir de 698 a 960 MHz, la banda media puede cubrir de 1475 a 2170 MHz, y la banda alta puede cubrir de 2300 a 2690 MHz y de 3400 a 3800 MHz. La banda baja, la banda media y la banda alta se refieren a tres grupos de bandas, incluyendo cada grupo de bandas varias bandas de frecuencia (o simplemente "bandas"). Cada banda puede cubrir hasta 200 MHz y puede incluir una o más portadoras. Cada portadora puede cubrir hasta 20 MHz en LTE. La versión
 60 11 de LTE admite 35 bandas, que se denominan bandas LTE/UMTS y se enumeran en 3GPP TS 36.101.

[0014] El dispositivo inalámbrico 110 puede admitir agregación de portadoras, que es el funcionamiento en múltiples portadoras. La agregación de portadoras también se puede denominar funcionamiento en múltiples portadoras. El dispositivo inalámbrico 110 puede estar configurado con hasta 5 portadoras en una o dos bandas en
 65 la versión 11 de LTE.

[0015] En general, la agregación de portadoras (CA) puede clasificarse en dos tipos: CA intra-banda y CA inter-banda. La CA intra-banda se refiere al funcionamiento en múltiples portadoras dentro de la misma banda. La CA inter-banda se refiere al funcionamiento en múltiples portadores en bandas diferentes.

5 **[0016]** La **FIG. 2A** muestra un ejemplo de CA intra-banda con portadoras contiguas. En el ejemplo mostrado en la FIG. 2A, el dispositivo inalámbrico 110 está configurado con tres portadoras contiguas en una banda en la banda baja. El dispositivo inalámbrico 110 puede enviar y/o recibir transmisiones en las tres portadoras contiguas en la misma banda.

10 **[0017]** La **FIG. 2B** muestra un ejemplo de CA intra-banda con portadoras no contiguas. En el ejemplo mostrado en la FIG. 2B, el dispositivo inalámbrico 110 está configurado con tres portadoras no contiguas en una banda en la banda baja. Las portadoras pueden estar separadas 5 MHz, 10 MHz, o alguna otra cantidad. El dispositivo inalámbrico 110 puede enviar y/o recibir transmisiones en las tres portadoras no contiguas en la misma banda.

15 **[0018]** La **FIG. 2C** muestra un ejemplo de CA inter-banda en el mismo grupo de bandas. En el ejemplo mostrado en la FIG. 2C, el dispositivo inalámbrico 110 está configurado con tres portadoras en dos bandas en la banda baja. El dispositivo inalámbrico 110 puede enviar y/o recibir transmisiones en las tres portadoras en diferentes bandas en el mismo grupo de bandas.

20 **[0019]** La **FIG. 2D** muestra un ejemplo de CA inter-banda en diferentes grupos de bandas. En el ejemplo mostrado en la FIG. 2D, el dispositivo inalámbrico 110 está configurado con tres portadoras en dos bandas en diferentes grupos de bandas, que incluyen dos portadoras en una banda en la banda baja y una portadora en otra banda en la banda media. El dispositivo inalámbrico 110 puede enviar y/o recibir transmisiones en las tres portadoras en diferentes bandas en diferentes grupos de bandas.

25 **[0020]** Las FIG. 2A a 2D muestran cuatro ejemplos de agregación de portadoras. La agregación de portadoras también se puede admitir para otras combinaciones de bandas y grupos de bandas.

30 **[0021]** La **FIG. 3** muestra un diagrama de bloques de un diseño a modo de ejemplo del dispositivo inalámbrico 110 en la FIG. 1. En este diseño a modo de ejemplo, el dispositivo inalámbrico 110 incluye un procesador de datos/controlador 310, un transceptor 320 conectado a una antena principal 390, y un transceptor 322 conectado a una antena secundaria 392. El transceptor 320 incluye K transmisores 330pa a 330pk, L receptores 380pa a 380pl y un circuito de interfaz de antena 370 para admitir múltiples bandas, agregación de portadoras, múltiples tecnologías de radio, etc. K y L pueden ser cada uno un valor entero mayor o igual que uno. El transceptor 322 incluye M transmisores 330sa a 330sm, N receptores 380sa a 380sn, y un circuito de interfaz de antena 372 para admitir múltiples bandas, agregación de portadoras, múltiples tecnologías de radio, diversidad de recepción, transmisión con múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO), etc. M y N pueden ser cada uno un valor entero mayor o igual que uno.

40 **[0022]** En el diseño a modo de ejemplo que se muestra en la FIG. 3, cada transmisor 330 incluye un circuito de transmisión 340 y un amplificador de potencia (PA) 360. Para la transmisión de datos, el procesador de datos 310 procesa (por ejemplo, codifica y asigna símbolos a) los datos a transmitir para obtener símbolos de modulación. El procesador de datos 310 procesa además los símbolos de modulación (por ejemplo, para OFDM, SC-FDMA, CDMA o alguna otra técnica de modulación) y proporciona muestras I y Q para cada señal de transmisión que debe enviar el dispositivo inalámbrico 110. Una señal de transmisión es una señal que comprende una transmisión en una o más portadoras, una transmisión en uno o más canales de frecuencia, etc. El procesador de datos 310 proporciona las muestras I y Q para una o más señales de transmisión a uno o más transmisores seleccionados. La siguiente descripción supone que el transmisor 330pa es un transmisor seleccionado para enviar una señal de transmisión. Dentro del transmisor 330pa, el circuito de transmisión 340pa convierte las muestras I y Q en señales analógicas de salida I y Q, respectivamente. El circuito de transmisión 340pa amplifica, filtra y aumenta en frecuencia las señales analógicas de salida I y Q de banda base a RF y proporciona una señal de RF modulada. El circuito de transmisión 340pa puede incluir convertidores digital-a-analógico (DAC), amplificadores, filtros, mezcladores, circuitos de adaptación, un oscilador, un generador de oscilador local (LO), un bucle de enganche de fase (PLL), etc. Un PA 360pa recibe y amplifica la señal de RF modulada y proporciona una señal de RF de salida que tiene el nivel de potencia de transmisión apropiado. La señal de RF de salida se encamina a través del circuito de interfaz de antena 370 y se transmite a través de la antena 390. El circuito de interfaz de antena 370 puede incluir uno o más filtros, duplexores, diplexores, conmutadores, circuitos de adaptación, acopladores direccionales, etc. Cada transmisor restante 330 en los transceptores 320 y 322 puede funcionar de manera similar al transmisor 330pa.

50 **[0023]** En el diseño a modo de ejemplo que se muestra en la FIG. 3, cada receptor 380 incluye un amplificador de bajo ruido (LNA) 382 y un circuito de recepción 384. Para la recepción de datos, la antena 390 recibe señales de estaciones base y/u otras estaciones transmisoras y proporciona una señal de RF recibida, que se encamina a través del circuito de interfaz de antena 370 y se proporciona a un receptor seleccionado. La siguiente descripción supone que el receptor 380pa es el receptor seleccionado. Dentro del receptor 380pa, un LNA 382pa amplifica la señal de RF recibida y proporciona una señal de RF amplificada. Un circuito de recepción 384pa convierte la señal de RF amplificada de RF a banda base, amplifica y filtra la señal disminuida en frecuencia, y proporciona una señal

analógica de entrada al procesador de datos 310. El circuito receptor 384pa puede incluir mezcladores, filtros, amplificadores, circuitos de adaptación, un oscilador, un generador de LO, un PLL, etc. Cada receptor restante 380 en los transceptores 320 y 322 puede funcionar de manera similar al receptor 380pa.

5 **[0024]** La FIG. 3 muestra un diseño a modo de ejemplo de los transmisores 330 y los receptores 380. Un transmisor y un receptor también pueden incluir otros circuitos no mostrados en la FIG. 3, tales como filtros, circuitos de adaptación, etc. La totalidad o una parte de los transceptores 320 y 322 se pueden implementar en uno o más circuitos integrados (IC) analógicos, IC de RF (RFIC), IC de señales mixtas, etc. Por ejemplo, Los circuitos de transmisión 340, los LNA 382 y los circuitos de recepción 384 pueden implementarse en un módulo, que puede ser un RFIC, etc. Los circuitos de interfaz de antena 370 y 372 y los PA 360 pueden implementarse en otro módulo, que puede ser un módulo híbrido, etc. Los circuitos en los transceptores 320 y 322 también pueden implementarse de otras maneras.

15 **[0025]** El procesador de datos/controlador 310 puede realizar diversas funciones para el dispositivo inalámbrico 110. Por ejemplo, el procesador de datos 310 puede realizar el procesamiento de los datos que se transmiten a través de los transmisores 330 y los datos que se reciben a través de los receptores 380. El controlador 310 puede controlar el funcionamiento de los circuitos de transmisión 340, los PA 360, los LNA 382, los circuitos de recepción 384, los circuitos de interfaz de antena 370 y 372, o una combinación de los mismos. Una memoria 312 puede almacenar códigos de programa y datos para el procesador de datos/controlador 310. El procesador de datos/controlador 310 se puede implementar en uno o más circuitos integrados específicos de la aplicación (ASIC) y/u otros IC.

25 **[0026]** El dispositivo inalámbrico 110 puede enviar múltiples señales de transmisión simultáneamente. En un diseño, las múltiples señales de transmisión pueden ser para transmisiones en múltiples portadoras contiguas o no contiguas con CA intra-banda, por ejemplo, como se muestra en la FIG. 2A o 2B. Por ejemplo, cada señal de transmisión puede comprender una transmisión enviada en una portadora. En otro diseño, las múltiples señales de transmisión pueden ser para transmisiones en múltiples canales de frecuencia al mismo sistema inalámbrico. En otro diseño adicional, las múltiples señales de transmisión pueden ser para transmisiones enviadas a diferentes sistemas inalámbricos (por ejemplo, LTE y WLAN). En cualquier caso, los datos a enviar en cada señal de transmisión pueden procesarse (por ejemplo, codificarse, asignarse a símbolos y modularse) de forma independiente para generar muestras I y Q para esa señal de transmisión. Cada señal de transmisión puede acondicionarse mediante un circuito de transmisión 340 respectivo y amplificarse mediante un PA 360 respectivo para generar una señal de RF de salida para esa señal de transmisión.

35 **[0027]** Un PA puede recibir una señal de RF modulada y una tensión de alimentación y puede generar una señal de RF de salida. La señal de RF de salida habitualmente sigue a la señal de RF modulada y tiene una envolvente variable en el tiempo. La tensión de alimentación debe ser mayor que la amplitud de la señal de RF de salida en todo momento para evitar el corte de la señal de RF de salida, lo que provocaría una distorsión de intermodulación (IMD) que podría degradar el rendimiento. La diferencia entre la tensión de alimentación y la envolvente de la señal de RF de salida representa la potencia desperdiciada que disipa el PA en lugar de entregarla a una carga de salida.

40 **[0028]** Puede ser deseable generar una tensión de alimentación para un PA de tal manera que se pueda obtener un buen rendimiento y una buena eficiencia. Esto puede conseguirse generando la tensión de alimentación para el PA con seguimiento de potencia de tal manera que la tensión de alimentación pueda seguir la envolvente de una señal de RF de salida del PA.

50 **[0029]** La FIG. 4 muestra un diseño de un módulo de transmisión 400 que admite la transmisión simultánea de múltiples (K) señales de transmisión con un PA independiente y seguimiento de potencia independiente para cada señal de transmisión. El módulo de transmisión 400 incluye K transmisores 430a a 430k que pueden procesar simultáneamente K señales de transmisión, procesando cada transmisor 430 una señal de transmisión. Cada transmisor 430 incluye un circuito de transmisión 440, un PA 460, y un generador de fuente de alimentación con seguimiento de potencia 480.

55 **[0030]** El transmisor 430a recibe muestras I_1 y Q_1 para una primera señal de transmisión y genera una primera señal de RF de salida para la primera señal de transmisión. Las muestras I_1 y Q_1 se proporcionan tanto al circuito de transmisión 440a como al generador de tensión 480a. Dentro del circuito de transmisión 440a, las muestras I_1 y Q_1 se convierten en señales analógicas I y Q mediante los DAC 442a y 443a, respectivamente. La señal analógica I se filtra mediante un filtro paso bajo 444a, se amplifica mediante un amplificador (Amp) 446a, y se aumenta en frecuencia de banda base a RF mediante un mezclador 448a. De forma similar, la señal analógica Q se filtra mediante un filtro paso bajo 445a, se amplifica mediante un amplificador 447a, y se aumenta en frecuencia de banda base a RF mediante un mezclador 449a. Los mezcladores 448a y 449a realizan un aumento en frecuencia para la primera señal de transmisión basándose en las señales I y Q LO (ILO_1 y QLO_1) en una frecuencia de RF central de la primera señal de transmisión. Un sumador 450a suma las señales I y Q aumentadas en frecuencia de los mezcladores 448a y 449a para obtener una señal de RF modulada, que se proporciona al PA 460a.

65 **[0031]** Dentro del generador de tensión 480a, un seguidor de potencia 482a recibe las muestras I_1 y Q_1 para la

primera señal de transmisión, calcula la potencia de la primera señal de transmisión basándose en las muestras I_1 y Q_1 , y proporciona una señal digital de seguimiento de potencia a un DAC 484a. El DAC 484a convierte la señal digital de seguimiento de potencia en analógica y proporciona una señal analógica de seguimiento de potencia. Un generador de fuente de alimentación 486a recibe la señal analógica de seguimiento de potencia y genera una tensión de alimentación para el PA 460a. El PA 460a amplifica la señal de RF modulada del circuito de transmisión 440a usando la tensión de alimentación del generador de alimentación 486a y proporciona la primera señal de RF de salida para la primera señal de transmisión.

[0032] Cada transmisor restante 430 puede procesar de manera similar las muestras I y Q para una señal de transmisión respectiva y puede proporcionar una señal de RF de salida para la señal de transmisión. Hasta K PA 460a a 460k pueden proporcionar hasta K señales de RF de salida a diferentes frecuencias de RF para hasta K señales de transmisión que se envían simultáneamente. Un sumador 462 recibe las señales de RF de salida que se envían simultáneamente, suma las señales de RF de salida, y proporciona una señal de RF de salida final, que se encamina a través de un duplexor 470 y se transmite a través de una antena 490.

[0033] Como se muestra en la FIG. 4, se puede usar el seguimiento de potencia para mejorar la eficiencia de los PA 460a a 460k. Cada señal de transmisión puede procesarse mediante un transmisor respectivo 430 usando un conjunto independiente de mezcladores 448 y 449 y PA 460. Pueden enviarse múltiples señales de transmisión en diferentes frecuencias (por ejemplo, diferentes portadoras) y por tanto pueden tener un mayor ancho de banda de la envolvente. El ancho de banda de la envolvente aumentado se puede abordar usando un transmisor 430 independiente para cada señal de transmisión. Cada transmisor 430 puede entonces gestionar el ancho de banda de la envolvente de una señal de transmisión. Sin embargo, el funcionamiento simultáneo de múltiples transmisores 430 para múltiples señales de transmisión puede dar como resultado más circuitos, mayor consumo de energía y mayor coste, todos los cuales son indeseables.

[0034] En un aspecto de la presente divulgación, se puede usar un único PA con seguimiento de potencia para generar una única señal de RF de salida para múltiples señales de transmisión que se envían simultáneamente. Se puede generar una única tensión de alimentación para que el PA pueda seguir la potencia de todas las señales de transmisión que se envían simultáneamente. Esto puede reducir el número de componentes de circuitos, reducir el consumo de energía, y proporcionar otras ventajas.

[0035] La FIG. 5 muestra un diseño de un módulo de transmisión 500 que admite la transmisión simultánea de múltiples (K) señales de transmisión con un único PA y seguimiento de potencia para todas las señales de transmisión. El módulo de transmisión 500 realiza el aumento en frecuencia de forma independiente para cada señal de transmisión en el dominio analógico y suma las señales de RF aumentadas en frecuencia resultantes para todas las señales de transmisión. El módulo de transmisión 500 incluye K circuitos de transmisión 540a a 540k que pueden procesar simultáneamente K señales de transmisión, procesando cada circuito de transmisión 540 una señal de transmisión. El módulo de transmisión 500 incluye además un sumador 552, un PA 560, un duplexor 570 y un generador de alimentación con seguimiento de potencia 580.

[0036] El circuito de transmisión 540a recibe muestras I_1 y Q_1 para una primera señal de transmisión y genera una primera señal de RF aumentada en frecuencia para la primera señal de transmisión. Las muestras I_1 y Q_1 se proporcionan tanto al circuito de transmisión 540a como al generador de tensión 580. Dentro del circuito de transmisión 540a, las muestras I_1 y Q_1 se convierten en señales analógicas I y Q mediante los DAC 542a y 543a, respectivamente. Las señales analógicas I y Q se filtran mediante los filtros paso bajo 544a y 545a, se amplifican mediante los amplificadores 546a y 547a, se aumentan en frecuencia de banda base a RF mediante los mezcladores 548a y 549a y se suman mediante un sumador 550a para generar la primera señal de RF aumentada en frecuencia. Los mezcladores 548a y 549a realizan un aumento en frecuencia para la primera señal de transmisión basándose en las señales I y Q LO en una frecuencia de RF central de la primera señal de transmisión.

[0037] Cada circuito transmisor restante 540 puede procesar de manera similar las muestras I y Q para una señal de transmisión respectiva y puede proporcionar una señal de RF aumentada en frecuencia para la señal de transmisión. Hasta K circuitos transmisores 540a a 540k pueden proporcionar hasta K señales de RF aumentadas en frecuencia a diferentes frecuencias de RF para hasta K señales de transmisión que se envían simultáneamente. Un sumador 552 recibe las señales de RF aumentadas en frecuencia de los circuitos de transmisión 540a a 540k, suma las señales de RF aumentadas en frecuencia, y proporciona una señal de RF modulada al PA 560.

[0038] Dentro del generador de tensión 580, un seguidor de potencia 582 recibe muestras I_1 a I_K y muestras Q_1 a Q_K para todas las señales de transmisión que se envían simultáneamente. El seguidor de potencia 582 calcula la potencia total de todas las señales de transmisión basándose en las muestras I y Q para estas señales de transmisión y proporciona una señal digital de seguimiento de potencia a un DAC 584. El DAC 584 convierte la señal digital de seguimiento de potencia en analógica y proporciona una señal analógica de seguimiento de potencia para todas las señales de transmisión. Aunque no se muestra en la FIG. 5, un filtro paso bajo puede recibir y filtrar una señal de salida del DAC 584 y proporcionar la señal analógica de seguimiento de potencia. Un generador de fuente de alimentación 586 recibe la señal analógica de seguimiento de potencia y genera una tensión de alimentación para el PA 560.

5 **[0039]** El PA 560 amplifica la señal de RF modulada del sumador 552 usando la tensión de alimentación del generador de alimentación 586. El PA 560 proporciona una señal de RF de salida para todas las señales de transmisión que se envían simultáneamente. La señal de RF de salida se encamina a través del duplexor 570 y se transmite a través de la antena 590.

10 **[0040]** La FIG. 6 muestra un diseño de un módulo de transmisión 502 que admite la transmisión simultánea de múltiples (K) señales de transmisión con un único PA y seguimiento de potencia para todas las señales de transmisión. El módulo de transmisión 502 aumenta en frecuencia de forma digital cada señal de transmisión a una frecuencia intermedia (IF) en el dominio digital, suma las señales de IF aumentadas en frecuencia para todas las señales de transmisión, y realiza el aumento en frecuencia de IF a RF para todas las señales de transmisión en conjunto en el dominio analógico. El módulo de transmisión 502 incluye un modulador digital 520, un circuito de transmisión 540, un PA 560, un duplexor 570, y un generador de alimentación con seguimiento de potencia 580.

15 **[0041]** El modulador digital 520 recibe muestras I y Q para todas las señales de transmisión y genera una señal de IF modulada para todas las señales de transmisión. Dentro del modulador digital 520, las muestras I₁ y Q₁ para la primera señal de transmisión se aumentan en frecuencia a una primera frecuencia de IF mediante los multiplicadores 522a y 523a, respectivamente, basándose en las señales LO digitales C_{I1} y C_{Q1}. Las muestras I y Q para cada señal de transmisión restante se aumentan en frecuencia a una frecuencia de IF diferente mediante los multiplicadores 522 y 523, respectivamente, para esa señal de transmisión. Las frecuencias de IF de las K señales de transmisión pueden seleccionarse basándose en las frecuencias de RF finales de las K señales de transmisión. Un sumador 524 suma las salidas de los K multiplicadores 522a a 522k y proporciona una señal I modulada. De forma similar, un sumador 525 suma las salidas de los K multiplicadores 523a a 523k y proporciona una señal Q modulada. Las señales I y Q moduladas de los sumadores 524 y 525 forman la señal de IF modulada para todas las señales de transmisión.

30 **[0042]** El circuito de transmisión 540 recibe señales I y Q moduladas del modulador digital 520 y genera una señal de RF modulada para todas las señales de transmisión. Dentro del circuito de transmisión 540, las señales I y Q moduladas se convierten en señales I y Q analógicas mediante los DAC 542 y 543, respectivamente. Las señales I y Q analógicas se filtran mediante filtros paso bajo 544 y 545, se amplifican mediante los amplificadores 546 y 547, se aumentan en frecuencia de IF a RF mediante los mezcladores 548 y 549, y se suman mediante un sumador 550 para generar la señal de RF modulada. Los mezcladores 548 y 549 realizan un aumento en frecuencia para la señal de IF modulada basándose en las señales I y Q LO a una frecuencia adecuada de tal manera que las K señales de transmisión se aumentan en frecuencia a sus frecuencias de RF correctas.

35 **[0043]** El generador de tensión con seguimiento de potencia 580 recibe las muestras I₁ a I_K y las muestras Q₁ a Q_K para todas las señales de transmisión que se envían simultáneamente. El generador de tensión 580 genera una tensión de alimentación para el PA 560 basándose en las muestras I y Q. El PA 560 amplifica la señal de RF modulada del circuito de transmisión 540 usando la tensión de alimentación del generador de alimentación 580. El PA 560 proporciona una señal de RF de salida para todas las señales de transmisión que se envían simultáneamente. La señal de RF de salida se encamina a través del duplexor 570 y se transmite a través de la antena 590.

45 **[0044]** Las FIG. 5 y 6 muestran dos diseños a modo de ejemplo de un módulo de transmisión que admite la transmisión simultánea de múltiples señales de transmisión con un único PA y seguimiento de potencia para todas las señales de transmisión. También se pueden enviar múltiples señales de transmisión con un único PA y seguimiento de potencia de otras maneras. Por ejemplo, se puede usar la modulación polar en lugar de la modulación en cuadratura, que se muestra en las FIG. 5 y 6.

50 **[0045]** El seguidor de potencia 582 puede calcular la señal digital de seguimiento de potencia basándose en las muestras I y Q para todas las señales de transmisión de diversas maneras. En un diseño, la señal digital de seguimiento de potencia se puede calcular como sigue:

$$p(t) = \sqrt{K} \cdot \sqrt{I_1^2(t) + Q_1^2(t) + \dots + I_K^2(t) + Q_K^2(t)} \quad , \quad \text{Ecuación (1)}$$

55 donde i_k(t) y Q_k(t) indican las muestras I y Q para la k-ésima señal de transmisión en el período de muestreo t, para k = 1, ..., K y p(t) denota la señal digital de seguimiento de potencia en el período de muestreo t.

60 **[0046]** La cantidad $I_k^2(t) + Q_k^2(t)$ indica la potencia de la k-ésima señal de transmisión en el período de muestreo t. En el diseño mostrado en la ecuación (1), las potencias de todas las señales de transmisión se suman para obtener una potencia global. La señal digital de seguimiento de potencia se obtiene entonces tomando la raíz cuadrada de la potencia total. El factor de escalado de \sqrt{K} representa la conversión entre potencia y tensión.

[0047] En otro diseño, la señal digital de seguimiento de potencia se puede calcular como sigue:

$$p(t) = \sqrt{I_1^2(t) + Q_1^2(t)} + \dots + \sqrt{I_K^2(t) + Q_K^2(t)} \quad \text{Ecuación (2)}$$

5

[0048] La cantidad $\sqrt{I_k^2(t) + Q_k^2(t)}$ indica la tensión de la k-ésima señal de transmisión en el período de muestreo t. En el diseño mostrado en la ecuación (2), la tensión de cada señal de transmisión se calcula en primer lugar, y las tensiones de todas las señales de transmisión se suman a continuación para obtener la señal digital de seguimiento de potencia.

10

[0049] Las ecuaciones (1) y (2) son dos diseños a modo de ejemplo del cálculo de la señal digital de seguimiento de potencia basándose en las muestras I y Q para todas las señales de transmisión que se envían simultáneamente. La señal digital de seguimiento de potencia calculada en la ecuación (1) o (2) tiene un ancho de banda que se aproxima al ancho de banda de la señal de transmisión más ancha (en lugar del ancho de banda global de todas las señales de transmisión que se envían simultáneamente). Tener un ancho de banda de la señal de seguimiento de potencia que es menor que un ancho de banda de modulación puede permitir unos circuitos de seguimiento de potencia más eficientes y también puede dar lugar a la aportación de menos ruido al PA 560 a través de la fuente de alimentación.

15

[0050] La señal digital de seguimiento de potencia también se puede calcular basándose en las muestras I y Q de las señales de transmisión de otras maneras, por ejemplo, basándose en otras ecuaciones o funciones. En un diseño, la señal digital de seguimiento de potencia puede generarse basándose en las muestras I y Q para todas las señales de transmisión, sin ningún filtrado, por ejemplo, como se muestra en la ecuación (1) o (2). En otro diseño, la señal digital de seguimiento de potencia puede filtrarse, por ejemplo, con un filtro paso bajo que tiene características similares a los filtros paso bajo 544 y 545 en el circuito de transmisión 540.

20

25

[0051] En un diseño, la señal digital de seguimiento de potencia se puede calcular de la misma manera (por ejemplo, basándose en la misma ecuación) independientemente del número de señales de transmisión que se envían simultáneamente. En otro diseño, la señal digital de seguimiento de potencia se puede calcular de diferentes maneras (por ejemplo, basándose en diferentes ecuaciones) dependiendo del número de señales de transmisión que se envían simultáneamente. La señal digital de seguimiento de potencia también se puede calcular de diferentes maneras dependiendo de otros factores tales como los niveles de potencia de transmisión de diferentes señales de transmisión.

30

[0052] Las técnicas descritas en el presente documento para generar una tensión de alimentación con seguimiento de potencia para múltiples señales de transmisión pueden usarse para diversas técnicas de modulación. Por ejemplo, las técnicas pueden usarse para generar una tensión de alimentación con seguimiento de potencia para múltiples señales de transmisión enviadas simultáneamente usando multiplexación por división ortogonal de frecuencia (OFDM), SC-FDMA, CDMA, u otras técnicas de modulación. Las técnicas también se pueden usar para generar una tensión de alimentación con seguimiento de potencia para cualquier número de señales de transmisión que se envíen simultáneamente.

35

40

[0053] La FIG. 7A muestra un ejemplo de seguimiento de potencia para dos señales de transmisión enviadas en dos portadoras no contiguas con SC-FDMA, por ejemplo, para CA intra-banda con portadoras no contiguas mostradas en la FIG. 2B. Las dos señales de transmisión se envían en dos portadoras separadas por un espacio de 25 MHz, teniendo cada portadora un ancho de banda de 10 MHz. Un gráfico 710 muestra una señal de RF de salida que comprende las dos señales de transmisión y se proporciona mediante el PA 560 en la FIG. 5 o 6. Un gráfico 712 muestra una señal de seguimiento de potencia proporcionada por el seguidor de potencia 582 en la FIG. 5 o 6. La señal de seguimiento de potencia se calcula basándose en muestras I y Q para las dos señales de transmisión de acuerdo con la ecuación (1). Como se muestra en la FIG. 7A, la señal de seguimiento de potencia sigue estrechamente la envolvente de la señal de RF de salida. Por lo tanto, se puede conseguir un buen rendimiento y una alta eficiencia para el PA 560.

50

[0054] La FIG. 7B muestra un ejemplo de seguimiento de potencia para tres señales de transmisión enviadas en tres portadoras no contiguas con OFDM, por ejemplo, para CA intra-banda con portadoras no contiguas. Las tres señales de transmisión se envían en tres portadoras, teniendo cada portadora un ancho de banda de 5 MHz y estando separadas por un espacio de 15 MHz de otra portadora. Un gráfico 720 muestra una señal de RF de salida que comprende las tres señales de transmisión y se proporciona mediante el PA 560 en la FIG. 5 o 6. Un gráfico 722 muestra una señal de seguimiento de potencia proporcionada por el seguidor de potencia 582 en la FIG. 5 o 6. La señal de seguimiento de potencia se calcula basándose en muestras I y Q para las tres señales de transmisión de acuerdo con la ecuación (1). Como se muestra en la FIG. 7B, la señal de seguimiento de potencia sigue la envolvente de la señal de RF de salida. Por lo tanto, se puede conseguir un buen rendimiento y una alta eficiencia para el PA 560.

55

60

- 5 **[0055]** Se puede mostrar que también se puede generar una tensión de alimentación con seguimiento de potencia para múltiples señales de transmisión enviadas en múltiples portadoras con CDMA. En general, la tensión de alimentación con seguimiento de potencia puede seguir estrechamente la envolvente de la señal de RF de salida cuando se envían simultáneamente dos señales de transmisión, por ejemplo, como se muestra en la FIG. 7A. La tensión de alimentación con seguimiento de potencia puede aproximarse a la envolvente de la señal de RF de salida cuando se envían simultáneamente más de dos señales de transmisión, por ejemplo, como se muestra en la FIG. 7B.
- 10 **[0056]** El generador de fuente de alimentación 586 puede generar una tensión de alimentación para el PA 560 basándose en una señal de seguimiento de potencia de diversas maneras. El generador de fuente de alimentación 586 debe generar la tensión de alimentación de una manera eficiente con el fin de conservar la energía de la batería del dispositivo inalámbrico 110.
- 15 **[0057]** La FIG. 8 muestra un diseño del generador de fuente de alimentación 586 en las FIG. 5 y 6. En este diseño, el generador de fuente de alimentación 586 incluye un amplificador de seguimiento de potencia (PT Amp) 810, un conmutador 820, un convertidor elevador 830, y un inductor 822. El conmutador 820 también puede denominarse fuente de alimentación conmutada (SMPS). El conmutador 820 recibe una tensión de batería (V_{BAT}) y proporciona una primera corriente de alimentación (I_{SW}) que comprende DC y componentes de baja frecuencia en el nodo A. El inductor 822 almacena la corriente del conmutador 820 y proporciona la corriente almacenada al nodo A en ciclos alternos. El convertidor elevador 830 recibe la tensión V_{BAT} y genera una tensión de alimentación aumentada ($V_{AUMENTADA}$) que es superior a la tensión V_{BAT} . El amplificador de seguimiento de potencia 810 recibe la señal analógica de seguimiento de potencia en su entrada de señal, recibe la tensión V_{BAT} y la tensión $V_{AUMENTADA}$ en sus dos entradas de alimentación, y proporciona una segunda corriente de alimentación (I_{PT}) que comprende componentes de alta frecuencia en el nodo A. La corriente de alimentación del PA (I_{PA}) proporcionada al amplificador de potencia 560 incluye la corriente I_{SW} del conmutador 820 y la corriente I_{PT} del amplificador de seguimiento de potencia 810. El amplificador de seguimiento de potencia 810 también proporciona la tensión de alimentación del PA adecuada (V_{PA}) en el nodo A para el PA 560. Los diversos circuitos en el generador de fuente de alimentación 586 se describen con más detalle a continuación.
- 20 **[0058]** La FIG. 9 muestra un diagrama esquemático de un diseño del amplificador de seguimiento de potencia 810 y del conmutador 820 dentro del generador de fuente de alimentación 586 en la FIG. 8. Dentro del amplificador de seguimiento de potencia 810, un amplificador operacional (op-amp) 910 tiene su entrada no inversora recibiendo la señal de seguimiento de potencia, su entrada inversora conectada a una salida del amplificador de seguimiento de potencia 810 (que es el nodo X), y su salida conectada a una entrada de un controlador de clase AB 912. El controlador 912 tiene su primera salida (R1) conectada a la puerta de un transistor metal-óxido-semiconductor de canal P (PMOS) 914 y su segunda salida (R2) conectada a la puerta de un transistor metal-óxido-semiconductor de canal N (NMOS) 916. El transistor NMOS 916 tiene su drenaje conectado al nodo X y su fuente conectada a la tierra del circuito. El transistor PMOS 914 tiene su drenaje conectado al nodo X y su fuente conectada a los drenajes de los transistores PMOS 918 y 920. El transistor PMOS 918 tiene su puerta recibiendo una señal de control C1 y su fuente recibiendo la tensión $V_{AUMENTADA}$. El transistor PMOS 920 tiene su puerta recibiendo una señal de control C2 y su fuente recibiendo la tensión V_{BAT} .
- 25 **[0059]** Un sensor de corriente 824 se conecta entre el nodo X y el nodo A y detecta la corriente I_{PT} proporcionada por el amplificador de seguimiento de potencia 810. El sensor 824 pasa la mayor parte de la corriente I_{PT} al nodo A y proporciona una pequeña fracción de la corriente I_{PT} como una corriente detectada ($I_{DETECTADA}$) al conmutador 820.
- 30 **[0060]** Dentro del conmutador 820, un amplificador de detección de corriente 930 tiene su entrada conectada al sensor de corriente 824 y su salida conectada a una entrada de un controlador del conmutador 932. El controlador 932 tiene su primera salida (S1) conectada a la puerta de un transistor PMOS 934 y su segunda salida (S2) conectada a la puerta de un transistor NMOS 936. El transistor NMOS 936 tiene su drenaje conectado a una salida del conmutador 820 (que es el nodo Y) y su fuente conectada a la tierra del circuito. El transistor PMOS 934 tiene su drenaje conectado al nodo Y y su fuente recibiendo la tensión V_{BAT} . El inductor 822 se conecta entre el nodo A y el nodo Y.
- 35 **[0061]** El conmutador 820 funciona como sigue. El conmutador 820 está en un estado ACTIVADO cuando el sensor de corriente 824 detecta una corriente de salida alta del amplificador de seguimiento de potencia 810 y proporciona una tensión detectada baja al controlador 932. El controlador 932 proporciona entonces una tensión baja a la puerta del transistor PMOS 934 y una tensión baja a la puerta del transistor NMOS 936. El transistor PMOS 934 se activa y acopla la tensión V_{BAT} al inductor 822, que almacena la energía de la tensión V_{BAT} . La corriente a través del inductor 822 aumenta durante el estado ACTIVADO, dependiendo la velocidad del aumento de (i) la diferencia entre la tensión V_{BAT} y la tensión V_{PA} en el nodo A y (ii) la inductancia del inductor 822. A la inversa, el conmutador 820 está en un estado DESACTIVADO cuando el sensor de corriente 824 detecta una corriente de salida baja del amplificador de seguimiento de potencia 810 y proporciona una tensión detectada alta al controlador 932. El controlador 932 proporciona entonces una tensión alta a la puerta del transistor PMOS 934 y una tensión alta a la puerta del transistor NMOS 936. El transistor NMOS 936 se activa, y el inductor 822 se conecta entre el nodo A
- 40
- 45
- 50
- 55
- 60
- 65

y la tierra del circuito. La corriente a través del inductor 822 cae durante el estado DESACTIVADO, dependiendo la velocidad de la caída de la tensión V_{PA} en el nodo A y la inductancia del inductor 822. La tensión V_{BAT} proporciona así corriente al PA 560 a través del inductor 822 durante el estado ACTIVADO, y el inductor 120 proporciona su energía almacenada al PA 560 durante el estado DESACTIVADO.

5 **[0062]** El amplificador de seguimiento de potencia 810 funciona como sigue. Cuando la señal de seguimiento de potencia aumenta, la salida del op-amp 910 aumenta, la salida R1 del controlador 912 se detiene y la salida R2 del controlador 912 disminuye hasta que el transistor NMOS 916 está casi desactivado, y la salida del amplificador de seguimiento de potencia 810 aumenta. Lo inverso es verdadero cuando la señal de seguimiento de potencia disminuye. La realimentación negativa desde la salida del amplificador de seguimiento de potencia 810 a la entrada inversora del op-amp 910 da como resultado que el amplificador de seguimiento de potencia 810 tiene una ganancia unitaria. Por lo tanto, la salida del amplificador de seguimiento de potencia 810 sigue a la señal de seguimiento de potencia, y la tensión V_{PA} es aproximadamente igual a la señal de seguimiento de potencia. El controlador 912 se puede implementar con un amplificador de clase AB para mejorar la eficiencia, de tal manera que se pueden proporcionar corrientes de salida elevadas aunque la corriente de polarización en los transistores 914 y 916 sea baja.

20 **[0063]** En un diseño, el amplificador de seguimiento de potencia 810 funciona basándose en la tensión $V_{AUMENTADA}$ sólo cuando es necesario y basándose en la tensión V_{BAT} durante el tiempo restante con el fin de mejorar la eficiencia. Por ejemplo, el amplificador de seguimiento de potencia 810 puede proporcionar aproximadamente el 85% de la potencia basándose en la tensión V_{BAT} y sólo aproximadamente el 15% de la potencia basándose en la tensión $V_{AUMENTADA}$. Cuando se necesita una tensión V_{PA} elevada para el PA 560 debido a una envolvente elevada de la señal de RF de salida, la señal de control C1 está en el nivel lógico bajo, y la señal de control C2 está en el nivel lógico alta. En este caso, el convertidor elevador 830 está habilitado y genera la tensión $V_{AUMENTADA}$, el transistor PMOS 918 está activado y proporciona la tensión $V_{AUMENTADA}$ a la fuente del transistor PMOS 914, y el transistor PMOS 920 está desactivado. A la inversa, cuando no se necesita una tensión V_{PA} elevada para el PA 560, la señal de control C1 está en el nivel lógico alto, y la señal de control C2 está en el nivel lógico bajo. En este caso, el convertidor elevador 830 está deshabilitado, el transistor PMOS 918 está desactivado, y el transistor PMOS 920 está activado y proporciona la tensión V_{BAT} a la fuente del transistor PMOS 914.

30 **[0064]** Un generador de señales de control 940 recibe la señal de seguimiento de potencia y la tensión V_{BAT} y genera las señales de control C1 y C2. La señal de control C1 es complementaria a la señal de control C2. En un diseño, el generador 940 genera las señales de control C1 y C2 para seleccionar la tensión $V_{AUMENTADA}$ para el amplificador de seguimiento de potencia 910 cuando la magnitud de la señal de seguimiento de potencia supera un primer umbral. El primer umbral puede ser un umbral fijo o puede determinarse basándose en la tensión V_{BAT} . En otro diseño, el generador 940 genera las señales de control C1 y C2 para seleccionar la tensión $V_{AUMENTADA}$ para el amplificador de seguimiento de potencia 910 cuando la magnitud de la señal de seguimiento de potencia supera el primer umbral y la tensión V_{BAT} está por debajo de un segundo umbral. El generador 940 también puede generar las señales C1 y C2 basándose en otras señales, otras tensiones y/u otros criterios.

35 **[0065]** El conmutador 820 tiene una alta eficiencia y proporciona la mayor parte de la corriente de alimentación para el PA 560. El amplificador de seguimiento de potencia 810 funciona como una etapa lineal y tiene un ancho de banda relativamente alto (por ejemplo, en la gama de MHz). El conmutador 820 funciona para reducir la corriente de salida del amplificador de seguimiento de potencia 810, lo que mejora la eficiencia global.

45 **[0066]** La FIG. 9 muestra un diseño a modo de ejemplo del conmutador 820 y del amplificador de seguimiento de potencia 810 en la FIG. 1. El conmutador 820 y el amplificador de seguimiento de potencia 810 también pueden implementarse de otras maneras. Por ejemplo, el amplificador de seguimiento de potencia 810 puede implementarse como se describe en la patente de Estados Unidos nº 6.300.826, titulada "Apparatus and Method for Efficiently Amplifying Wideband Envelope Signals" ("Aparato y procedimiento para amplificar de forma eficaz señales de envolvente de banda ancha"), publicada el 9 de octubre de 2001.

50 **[0067]** En un diseño a modo de ejemplo, un aparato (por ejemplo, un circuito integrado, un dispositivo inalámbrico, un módulo de circuitos, etc.) puede comprender un seguidor de potencia y un generador de fuente de alimentación. El seguidor de potencia (por ejemplo, el seguidor de potencia 582 en la FIG. 5) puede determinar una señal de seguimiento de potencia basándose en componentes I y Q (por ejemplo, muestras I y Q) de una pluralidad de señales de transmisión que se envían simultáneamente. El generador de fuente de alimentación (por ejemplo, el generador de fuente de alimentación 586 en la FIG. 5) puede generar una tensión de alimentación basándose en la señal de seguimiento de potencia.

60 **[0068]** En un diseño, el seguidor de potencia puede determinar una potencia global de la pluralidad de señales de transmisión basándose en las componentes I y Q de la pluralidad de señales de transmisión, por ejemplo, como $I_1^2(t) + Q_1^2(t) + \dots + I_K^2(t) + Q_K^2(t)$. El seguidor de potencia puede determinar entonces la señal de seguimiento de potencia basándose en la potencia global de la pluralidad de señales de transmisión, por ejemplo, como se muestra

en la ecuación (1). En otro diseño, el seguidor de potencia puede determinar la potencia de cada señal de

transmisión basándose en las componentes I y Q de esa señal de transmisión, por ejemplo, como $I_k^2(t) + Q_k^2(t)$ para la k-ésima señal de transmisión. El seguidor de potencia puede determinar entonces la señal de seguimiento de potencia basándose en las potencias de la pluralidad de señales de transmisión, por ejemplo, como se muestra en la ecuación (2). El seguidor de potencia puede determinar una tensión de cada señal de transmisión basándose en la

potencia de la señal de transmisión, por ejemplo, como $\sqrt{I_k^2(t) + Q_k^2(t)}$. El seguidor de potencia puede determinar entonces la señal de seguimiento de potencia basándose en las tensiones de la pluralidad de señales de transmisión, por ejemplo, como se muestra en la ecuación (2). El seguidor de potencia también puede determinar la señal de seguimiento de potencia basándose en las componentes I y Q de la pluralidad de señales de transmisión de otras maneras. En un diseño, la pluralidad de señales de transmisión puede enviarse en una pluralidad de portadoras a frecuencias diferentes. La señal de seguimiento de potencia puede tener un ancho de banda que es menor que un ancho de banda global de la pluralidad de portadoras.

[0069] En un diseño, el aparato puede comprender una pluralidad de circuitos de transmisión y un sumador, por ejemplo, como se muestra en la FIG. 5. La pluralidad de circuitos de transmisión (por ejemplo, los circuitos de transmisión 540a a 540k) pueden recibir las componentes I y Q de la pluralidad de señales de transmisión y pueden proporcionar una pluralidad de señales de RF aumentadas en frecuencia. Cada circuito de transmisión puede aumentar en frecuencia las componentes I y Q de una señal de transmisión y proporcionar una señal de RF aumentada en frecuencia correspondiente. El sumador (por ejemplo, el sumador 552) puede sumar la pluralidad de señales de RF aumentadas en frecuencia y proporcionar una señal de RF modulada. En otro diseño, el aparato puede comprender un circuito de transmisión (por ejemplo, el circuito de transmisión 540 en la FIG. 6) que puede recibir una señal de IF modulada para la pluralidad de señales de transmisión y proporcionar una señal de RF modulada. La señal de IF modulada puede generarse (por ejemplo, mediante el modulador digital 520 de la FIG. 6) basándose en las componentes I y Q de la pluralidad de señales de transmisión. En un diseño ejemplar, el aparato puede comprender además un PA (por ejemplo, el PA 560 en las FIG. 5 y 6) que puede amplificar la señal de RF modulada basándose en la tensión de alimentación y proporcionar una señal de RF de salida.

[0070] En un diseño a modo de ejemplo, el generador de fuente de alimentación puede comprender un amplificador de seguimiento de potencia (por ejemplo, el amplificador de seguimiento de potencia 810 en las FIG. 8 y 9) que puede recibir la señal de seguimiento de potencia y generar la tensión de alimentación. El generador de fuente de alimentación puede comprender además un conmutador y/o un convertidor elevador. El conmutador (por ejemplo, el conmutador 820 en las FIG. 8 y 9) puede detectar una primera corriente (por ejemplo, la corriente I_{PT}) del amplificador de seguimiento de potencia y proporcionar una segunda corriente (por ejemplo, la corriente I_{SW}) para la tensión de alimentación basándose en la primera corriente detectada. El convertidor elevador (por ejemplo, el convertidor elevador 830 en las FIG. 8 y 9) puede recibir una tensión de batería y proporcionar una tensión aumentada para el amplificador de seguimiento de potencia. El amplificador de seguimiento de potencia puede funcionar basándose en la tensión aumentada o en la tensión de la batería.

[0071] La FIG. 10 muestra un diseño de un proceso 1000 para generar una tensión de alimentación con seguimiento de potencia. Una señal de seguimiento de potencia se puede determinar basándose en las componentes I y Q de una pluralidad de señales de transmisión que se envían simultáneamente (bloque 1012). En un diseño del bloque 1012, se puede determinar una potencia global de la pluralidad de señales de transmisión basándose en las componentes I y Q de la pluralidad de señales de transmisión. La señal de seguimiento de potencia puede determinarse entonces basándose en la potencia global de la pluralidad de señales de transmisión, por ejemplo, como se muestra en la ecuación (1). En otro diseño del bloque 1012, la potencia de cada señal de transmisión se puede determinar basándose en las componentes I y Q de la señal de transmisión. La señal de seguimiento de potencia puede determinarse entonces basándose en las potencias de la pluralidad de señales de transmisión, por ejemplo, como se muestra en la ecuación (2).

[0072] Se puede generar una tensión de alimentación basándose en la señal de seguimiento de potencia (bloque 1014). En un diseño, la tensión de alimentación se puede generar con un amplificador (por ejemplo, el amplificador 810 de la FIG. 9) que sigue la señal de seguimiento de potencia. La tensión de alimentación también se puede generar basándose en un conmutador y/o un convertidor elevador.

[0073] Se puede generar una señal de RF modulada basándose en las componentes I y Q de la pluralidad de señales de transmisión (bloque 1016). En un diseño, las componentes I y Q de cada señal de transmisión se pueden aumentar en frecuencia para obtener una señal de RF aumentada en frecuencia correspondiente. Una pluralidad de señales de RF aumentadas en frecuencia para la pluralidad de señales de transmisión puede sumarse entonces para obtener la señal de RF modulada, por ejemplo, como se muestra en la FIG. 5. En otro diseño, se puede generar una señal de IF modulada basándose en las componentes I y Q de la pluralidad de señales de transmisión, por ejemplo, como se muestra en la FIG. 6. La señal de IF modulada puede aumentarse en frecuencia entonces para obtener la señal de RF modulada. En cualquier caso, la señal de RF modulada puede amplificarse con un PA (por ejemplo, el PA 560 en las FIG. 5 y 6) que funciona basándose en la tensión de alimentación para obtener una

señal de RF de salida (bloque 1018).

5 **[0074]** El seguidor de potencia y el generador de fuente de alimentación descritos en el presente documento pueden implementarse en un IC, un IC analógico, un RFIC, un IC de señal mixta, un ASIC, una placa de circuito impreso (PCB), un dispositivo electrónico, etc. El seguidor de potencia y el generador de fuente de alimentación también pueden fabricarse con varias tecnologías de procesos de IC tales como semiconductor complementario de óxido metálico (CMOS), NMOS, PMOS, transistor de unión bipolar (BJT), CMOS bipolar (BiCMOS), silicio germanio (SiGe), arseniuro de galio (GaAs), etc.

10 **[0075]** Un aparato que implementa el seguidor de potencia y/o el generador de fuente de alimentación descritos en el presente documento puede ser un dispositivo autónomo o puede ser parte de un dispositivo más grande. Un dispositivo puede ser (i) un IC autónomo, (ii) un conjunto de uno o más IC que pueden incluir IC 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 estar integrado dentro
15 de otros dispositivos, (vi) un receptor, un teléfono móvil, un dispositivo inalámbrico, un equipo manual, o una unidad móvil, (vii) etc.

[0076] En uno o más diseños a modo de ejemplo, las funciones descritas pueden implementarse en hardware, software, firmware o en cualquier combinación de los mismos. Si se implementan en software, las funciones pueden almacenarse o transmitirse como una o varias instrucciones o código en un medio legible por ordenador. Los medios legibles por ordenador incluyen tanto medios de almacenamiento informático como medios de comunicación, incluido cualquier medio que facilite la transferencia de un programa informático de un lugar a otro. Un medio de almacenamiento puede ser cualquier medio disponible al que pueda accederse mediante un ordenador. A modo de ejemplo, y no de limitación, dichos medios legibles por ordenador pueden comprender una RAM, una ROM, una EEPROM, un CD-ROM u otro medio de almacenamiento de disco óptico, de almacenamiento de disco magnético u otros dispositivos de almacenamiento magnético o cualquier otro medio que pueda usarse para transportar o almacenar el código de programa deseado en forma de instrucciones o estructuras de datos y al que pueda accederse mediante un ordenador. También, cualquier conexión recibe apropiadamente la denominación de medio legible por ordenador. Por ejemplo, si el software se transmite desde una página web, un servidor u otra fuente remota, usando un cable coaxial, un cable de fibra óptica, un par trenzado, una línea de abonado digital (DSL) o tecnologías inalámbricas tales como infrarrojos, radio y microondas, entonces el cable coaxial, el cable de fibra óptica, el par trenzado, la DSL o las tecnologías inalámbricas tales como infrarrojos, radio y microondas se incluyen en la definición de medio. El término disco, como se utiliza en el presente documento, incluye el disco compacto (CD), el disco láser, el disco óptico, el disco versátil digital (DVD), el disco flexible y el disco Blu-ray, de los cuales el disco flexible normalmente reproduce datos de magnéticamente, mientras que el resto de discos reproducen datos ópticamente con láseres. Las combinaciones de los anteriores también deberían incluirse dentro del alcance de los medios legibles por ordenador.

40 **[0077]** La anterior descripción de la invención se proporciona para permitir que cualquier experto en la técnica realice o use la divulgación. Diversas modificaciones a la invención resultarán fácilmente evidentes para los expertos en la técnica, y los principios genéricos definidos en el presente documento pueden aplicarse a otras variantes sin apartarse del alcance de la invención. Por tanto, la invención no pretende limitarse a los ejemplos y diseños descritos en el presente documento, sino que se le ha de conceder el alcance más amplio compatible con los principios y características novedosas dados a conocer en el presente documento.

45

REIVINDICACIONES

1. Un aparato (500, 502), que comprende:
 - 5 un seguidor de potencia (582) configurado para determinar una única señal de seguimiento de potencia basándose en una pluralidad de componentes en fase, I, y en cuadratura, Q, de la totalidad de una pluralidad de señales de transmisión que se envían simultáneamente;
 - 10 un generador de fuente de alimentación (586) configurado para generar una única tensión de alimentación basándose en la única señal de seguimiento de potencia; y
 - un amplificador de potencia, PA, (560) configurado para recibir la única tensión de alimentación y la totalidad de la pluralidad de señales de transmisión para producir una única señal de radiofrecuencia, RF, de salida.

2. El aparato (500, 502), de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el seguidor de potencia (582) está configurado para:
 - 15 determinar una potencia global de la pluralidad de señales de transmisión basándose en las componentes I y Q de la pluralidad de señales de transmisión, y
 - 20 determinar la señal de seguimiento de potencia basándose en la potencia global de la pluralidad de señales de transmisión.

3. El aparato (500, 502), de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el seguidor de potencia (582) está configurado para:
 - 25 determinar una potencia de cada señal de transmisión en la pluralidad de señales de transmisión basándose en las componentes I y Q de la señal de transmisión, y
 - determinar la señal de seguimiento de potencia basándose en las potencias de la pluralidad de señales de transmisión.

4. El aparato (500, 502), de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el seguidor de potencia (582) está configurado para:
 - 30 determinar una potencia de cada señal de transmisión en la pluralidad de señales de transmisión basándose en las componentes I y Q de la señal de transmisión,
 - 35 determinar una tensión de cada señal de transmisión basándose en la potencia de la señal de transmisión, y
 - determinar la señal de seguimiento de potencia basándose en las tensiones de la pluralidad de señales de transmisión.

5. El aparato (500), de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además:
 - 40 una pluralidad de circuitos de transmisión (540a...540k) configurados para recibir las componentes I y Q de la pluralidad de señales de transmisión y proporcionar una pluralidad de señales de RF aumentadas en frecuencia, estando configurado cada circuito de transmisión para aumentar en frecuencia las componentes I y Q de una de la pluralidad de señales de transmisión y para proporcionar una señal de RF aumentada en frecuencia correspondiente, y
 - 45 un sumador (552) configurado para sumar la pluralidad de señales de RF aumentadas en frecuencia y proporcionar la señal de RF modulada.

6. El aparato (502), de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además:
 - 50 un circuito de transmisión (540) configurado para recibir una señal de frecuencia intermedia, IF, modulada, para la pluralidad de señales de transmisión y proporcionar la señal de RF modulada, generándose la señal de IF modulada basándose en las componentes I y Q de la pluralidad de señales de transmisión.
 - 55

7. El aparato (500, 502), de acuerdo con la reivindicación 1, comprendiendo el generador de fuente de alimentación (586):
 - 60 un amplificador de seguimiento de potencia (810) configurado para recibir la señal de seguimiento de potencia y generar la tensión de alimentación.

8. El aparato (500, 502), de acuerdo con la reivindicación 7, comprendiendo además el generador de fuente de alimentación (586):
 - 65 un conmutador (820) configurado para detectar una primera corriente del amplificador de seguimiento de

potencia y proporcionar una segunda corriente para la tensión de alimentación basándose en la primera corriente detectada.

- 5 **9.** El aparato (500, 502), de acuerdo con la reivindicación 7, comprendiendo además el generador de fuente de alimentación (586):
- un convertidor elevador (830) configurado para recibir una tensión de batería y proporcionar una tensión aumentada para el amplificador de seguimiento de potencia.
- 10 **10.** El aparato (500, 502), de acuerdo con la reivindicación 9, en el que el amplificador de seguimiento de potencia funciona basándose en la tensión aumentada o la tensión de la batería.
- 15 **11.** El aparato (500, 502), de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la pluralidad de señales de transmisión se envía en una pluralidad de portadoras a frecuencias diferentes.
- 20 **12.** El aparato (500, 502), de acuerdo con la reivindicación 11, en el que la señal de seguimiento de potencia tiene un ancho de banda que es menor que un ancho de banda global de la pluralidad de portadoras.
- 25 **13.** Un procedimiento (1000) que comprende:
- la determinación (1012) de una única señal de seguimiento de potencia basándose en la totalidad de una pluralidad de componentes en fase, I, y en cuadratura, Q, de una pluralidad de señales de transmisión que se envían simultáneamente; y
- la generación (1014) de una única tensión de alimentación basándose en la señal de seguimiento de potencia única; y
- la recepción de la única tensión de alimentación y la totalidad de la pluralidad de señales de transmisión en un amplificador de potencia, PA, y la generación, mediante el PA, de una única señal de RF de salida.
- 30 **14.** El procedimiento, de acuerdo con la reivindicación 13, en el que la generación de la señal de RF modulada comprende
- el aumento en frecuencia de las componentes I y Q de cada una de la pluralidad de señales de transmisión para obtener una señal de RF aumentada en frecuencia correspondiente, y
- la suma de una pluralidad de señales de RF aumentadas en frecuencia para la pluralidad de señales de transmisión para obtener la señal de RF modulada.
- 35 **15.** Un producto de programa informático, que comprende
- un medio no transitorio legible por ordenador que comprende:
- 40 código para hacer que al menos un ordenador realice el procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 13 a 14.

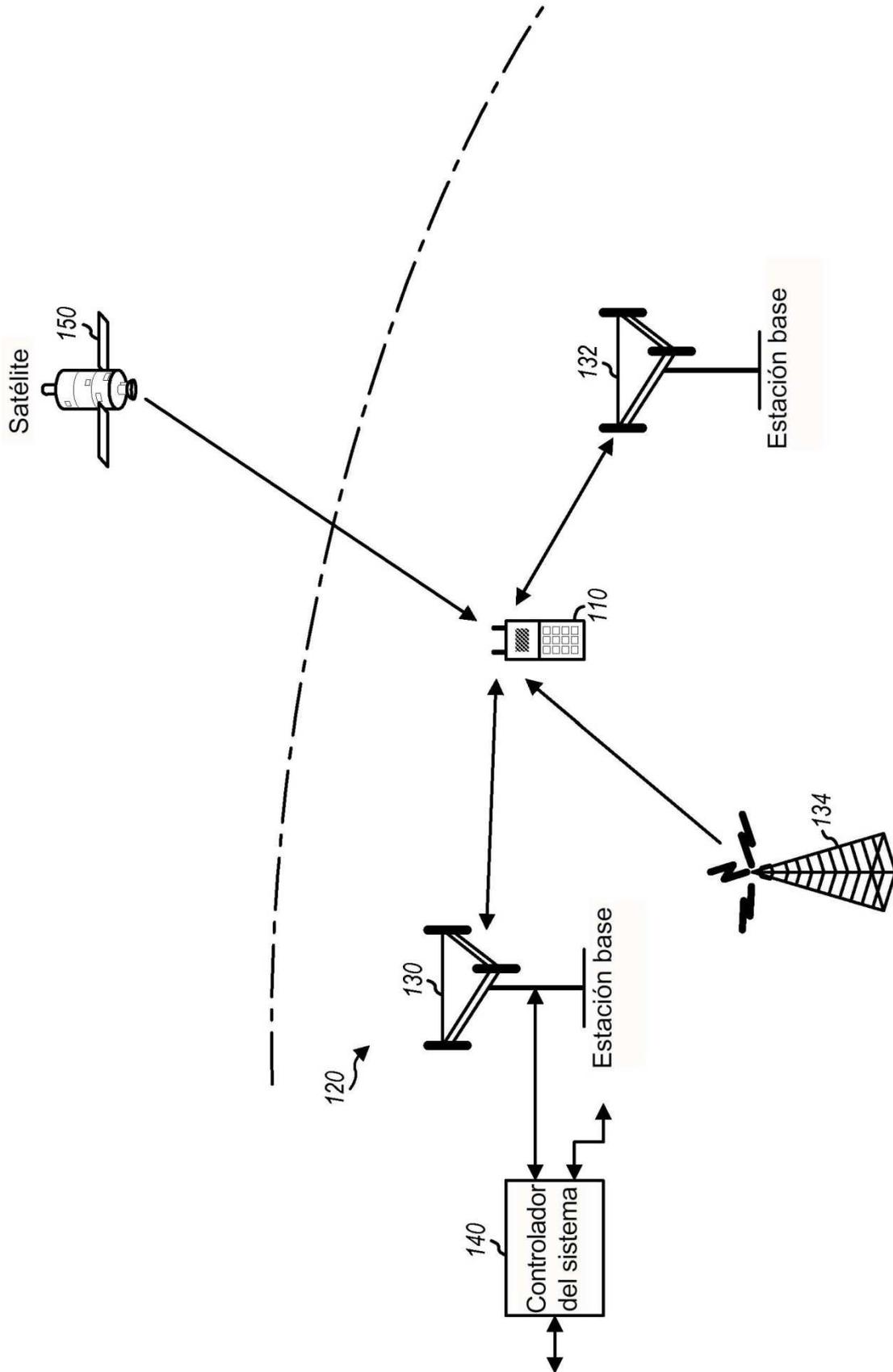
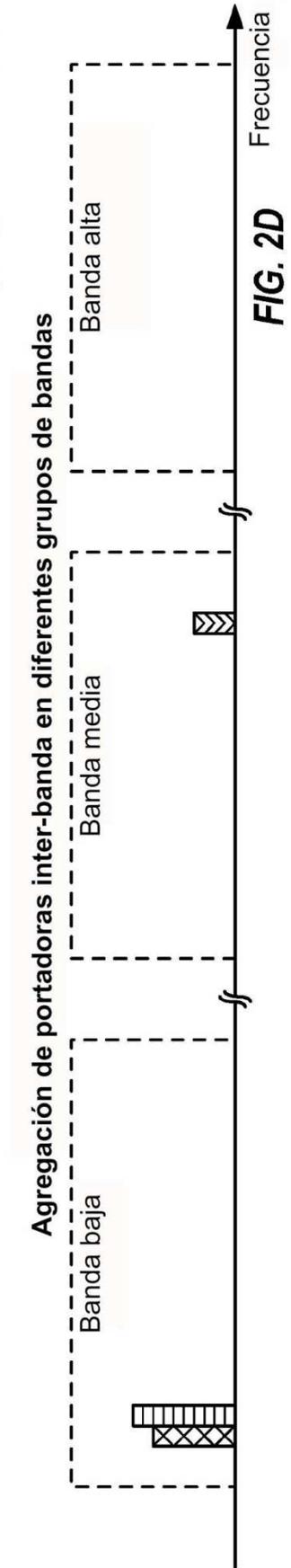
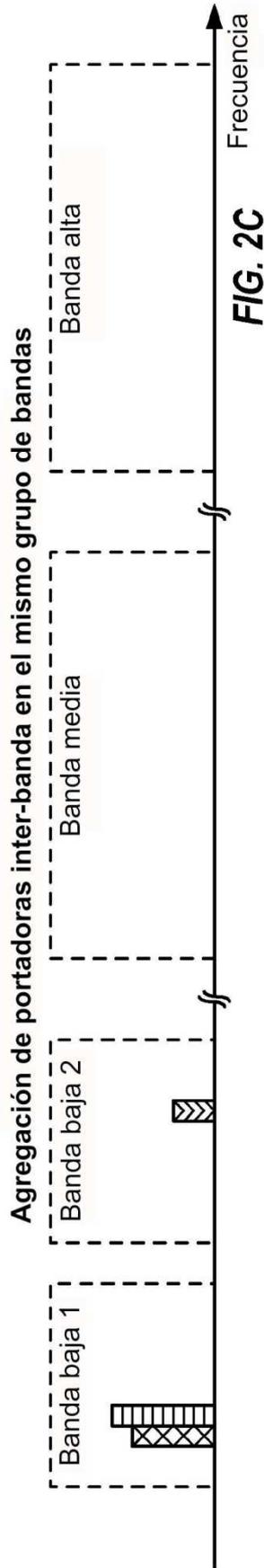
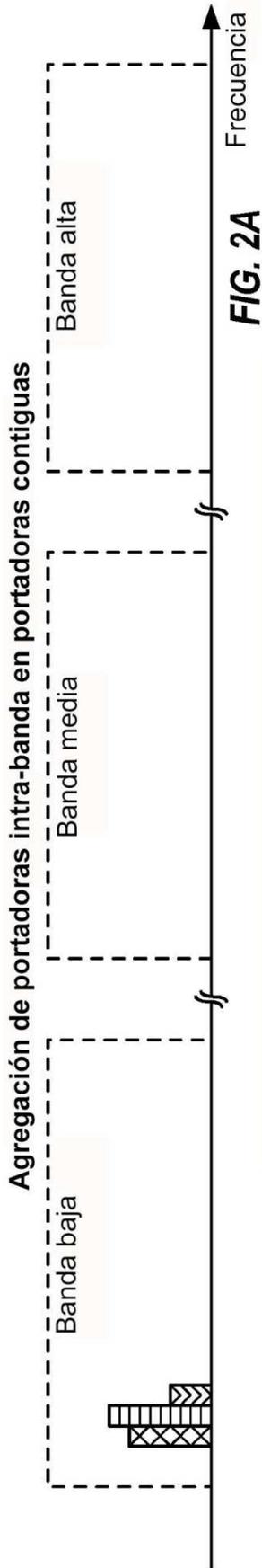


FIG. 1



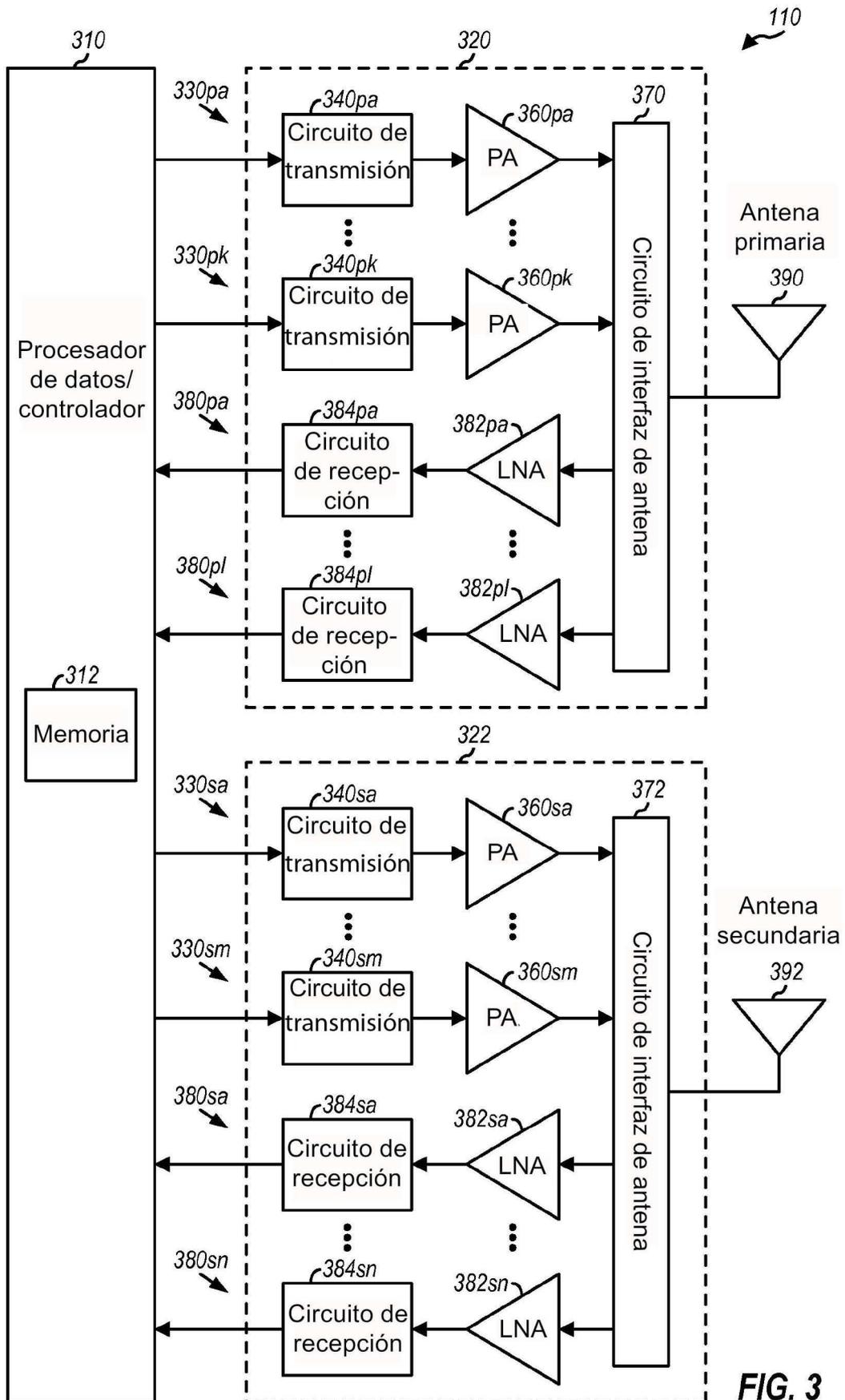


FIG. 3

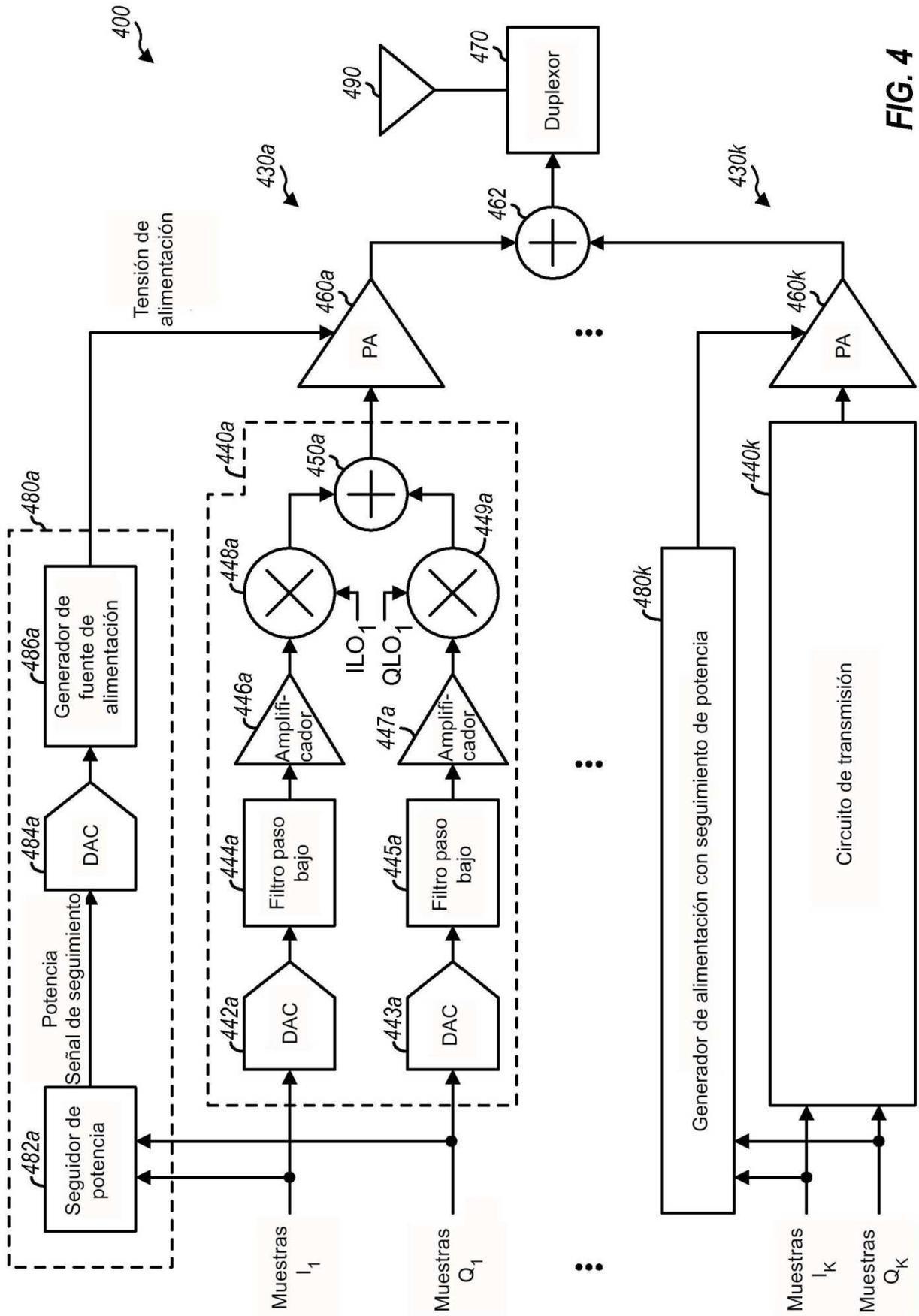


FIG. 4

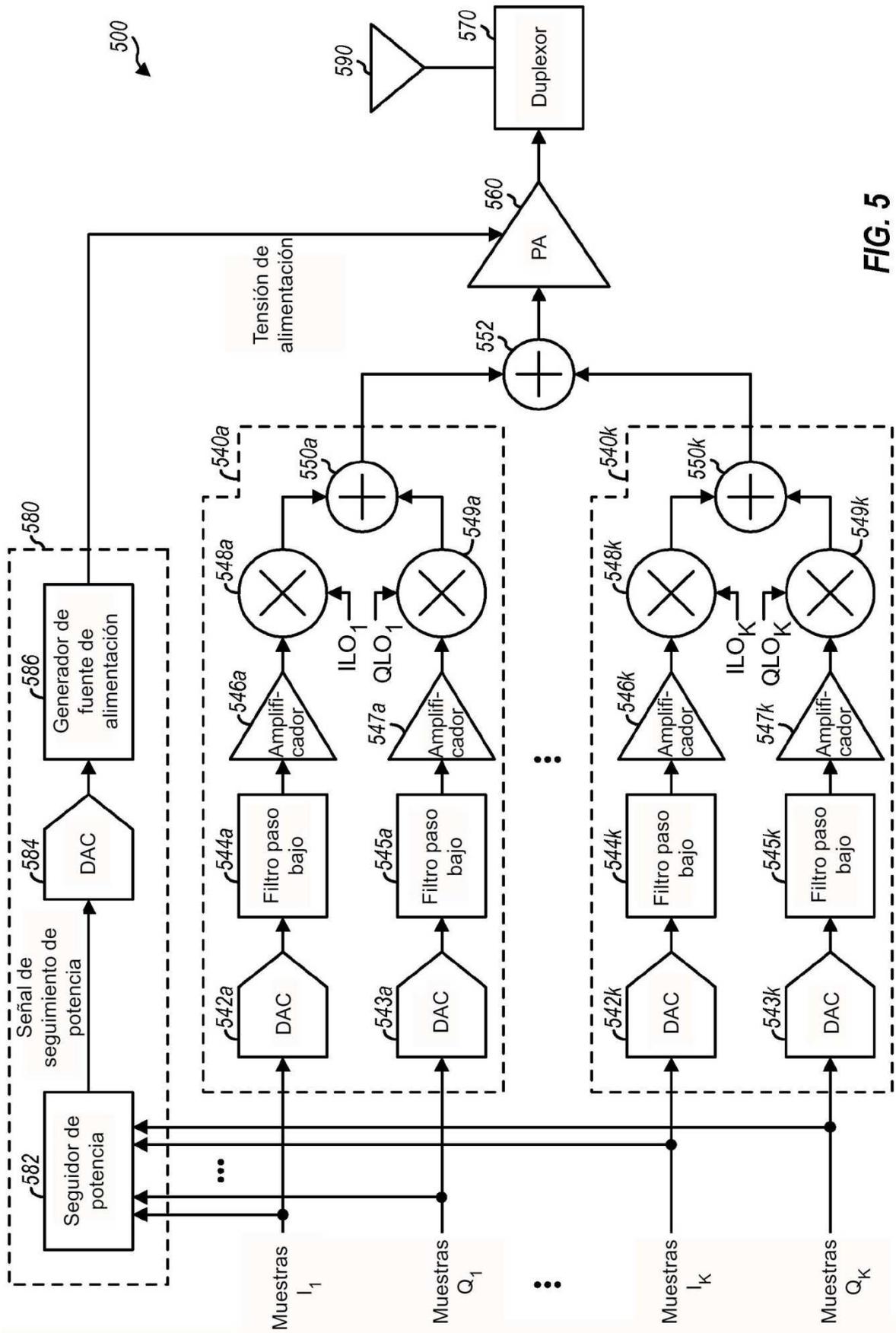


FIG. 5

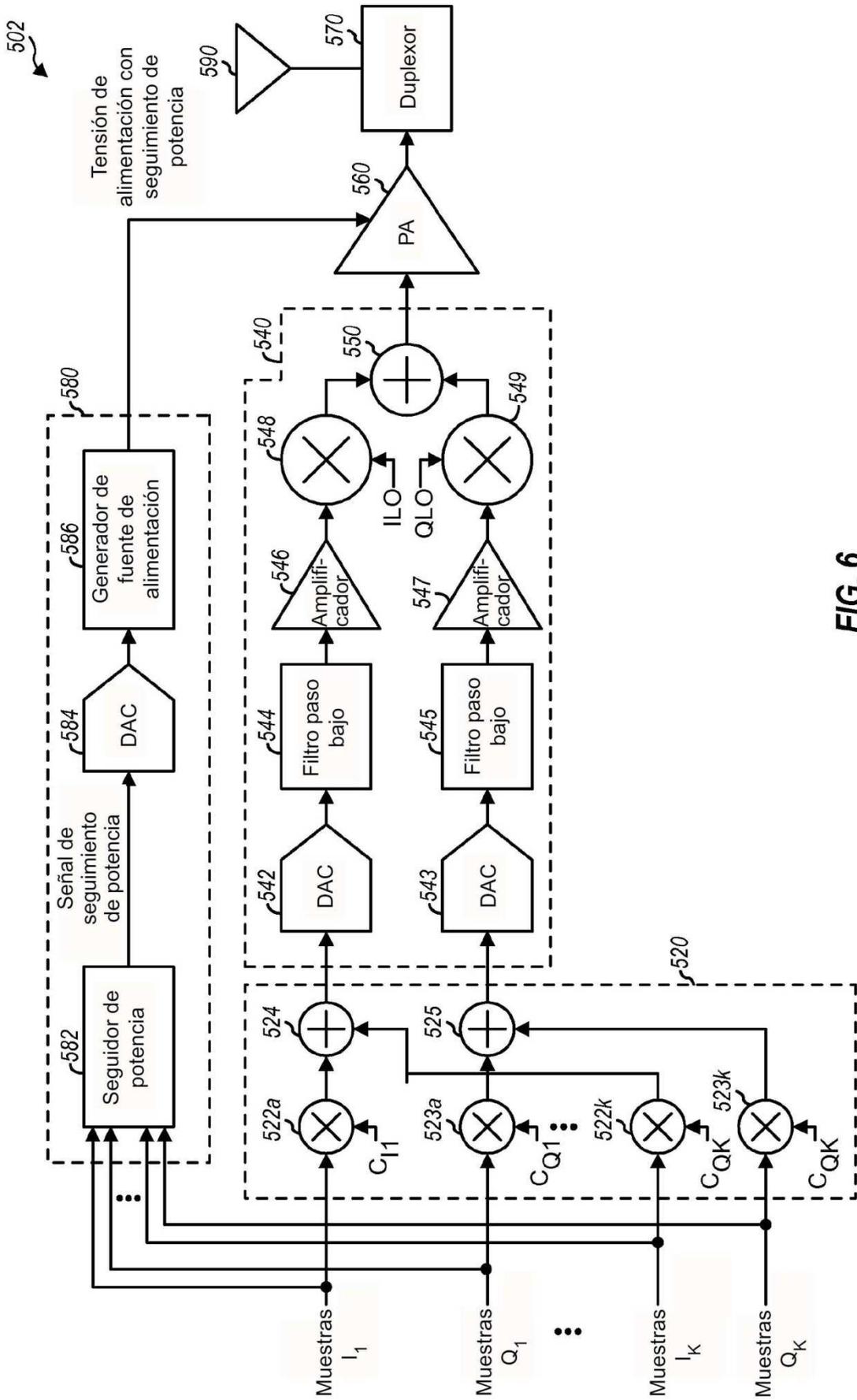
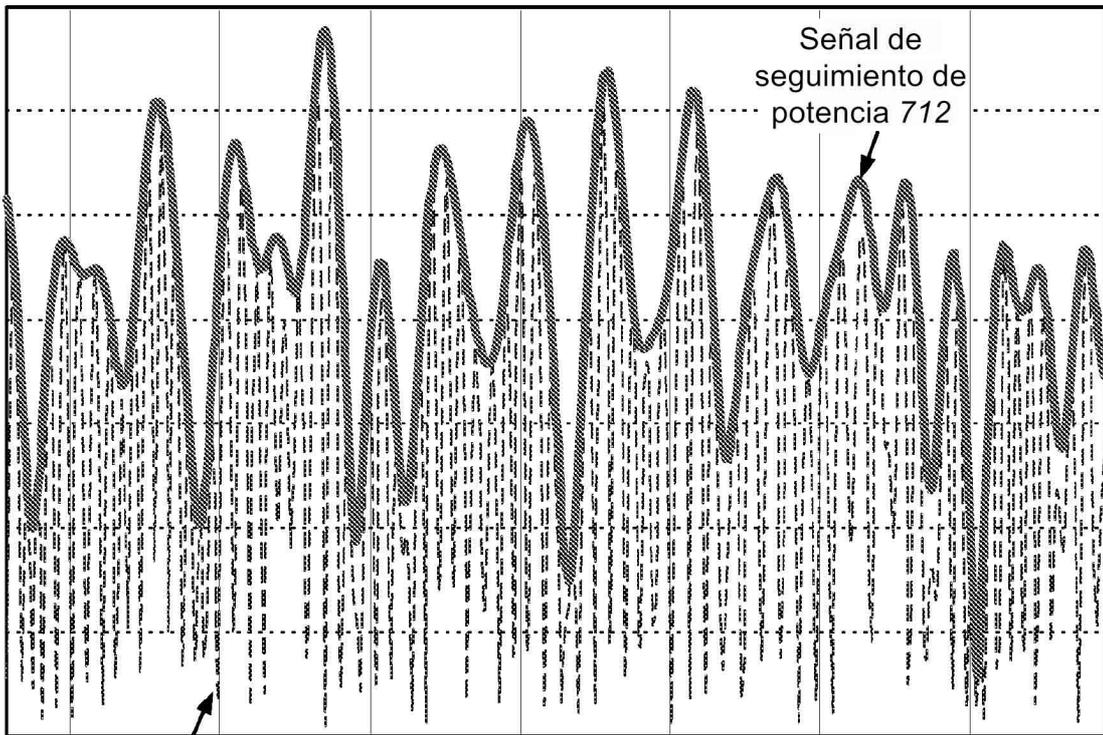
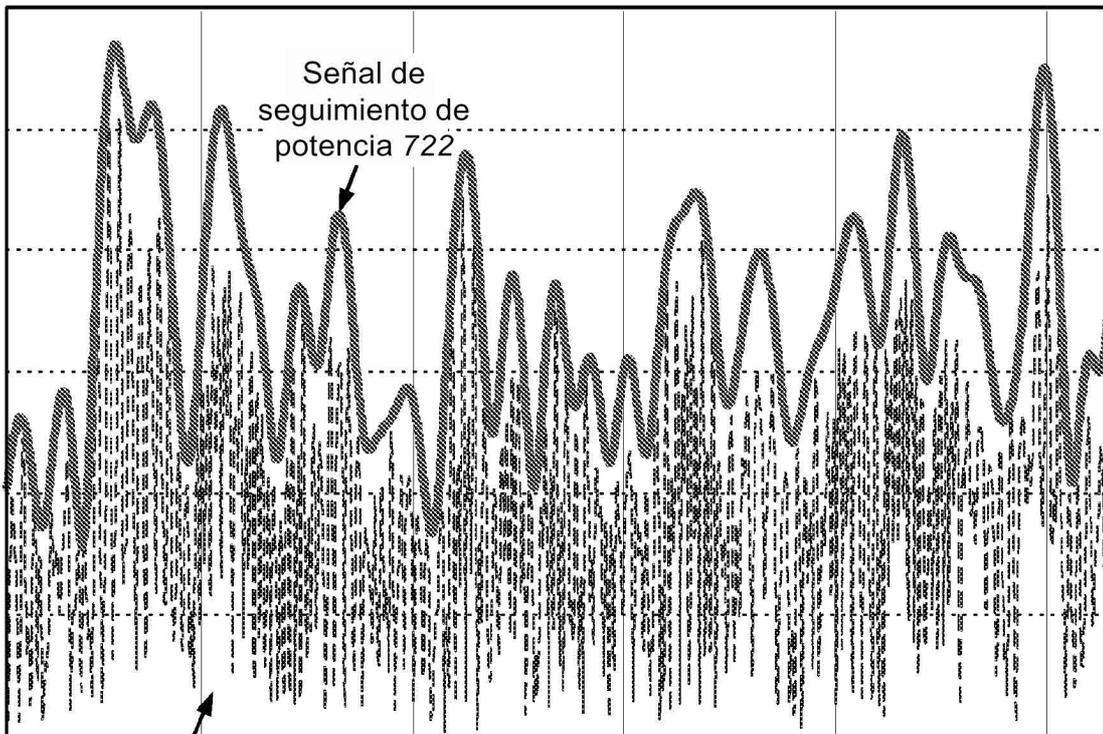


FIG. 6



Señal de RF de salida 710

FIG. 7A



Señal de RF de salida 720

FIG. 7B

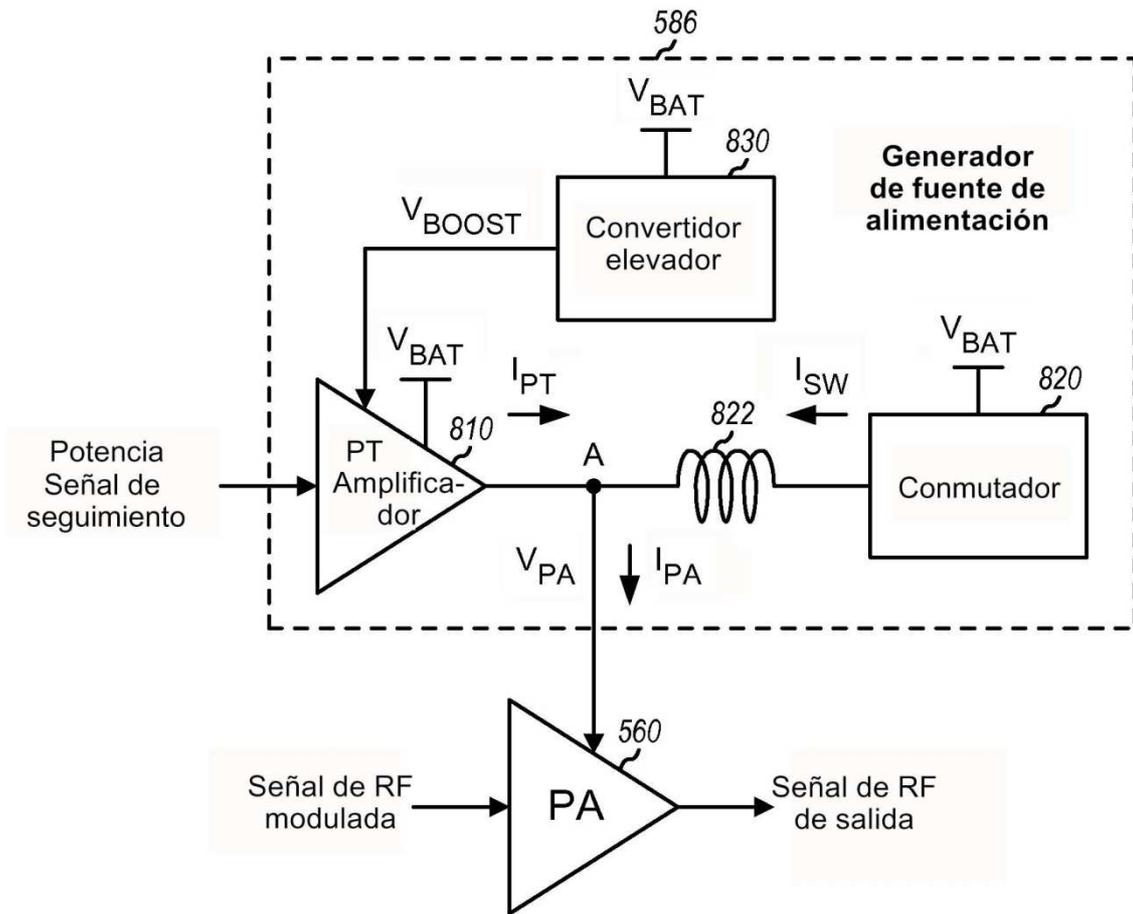


FIG. 8

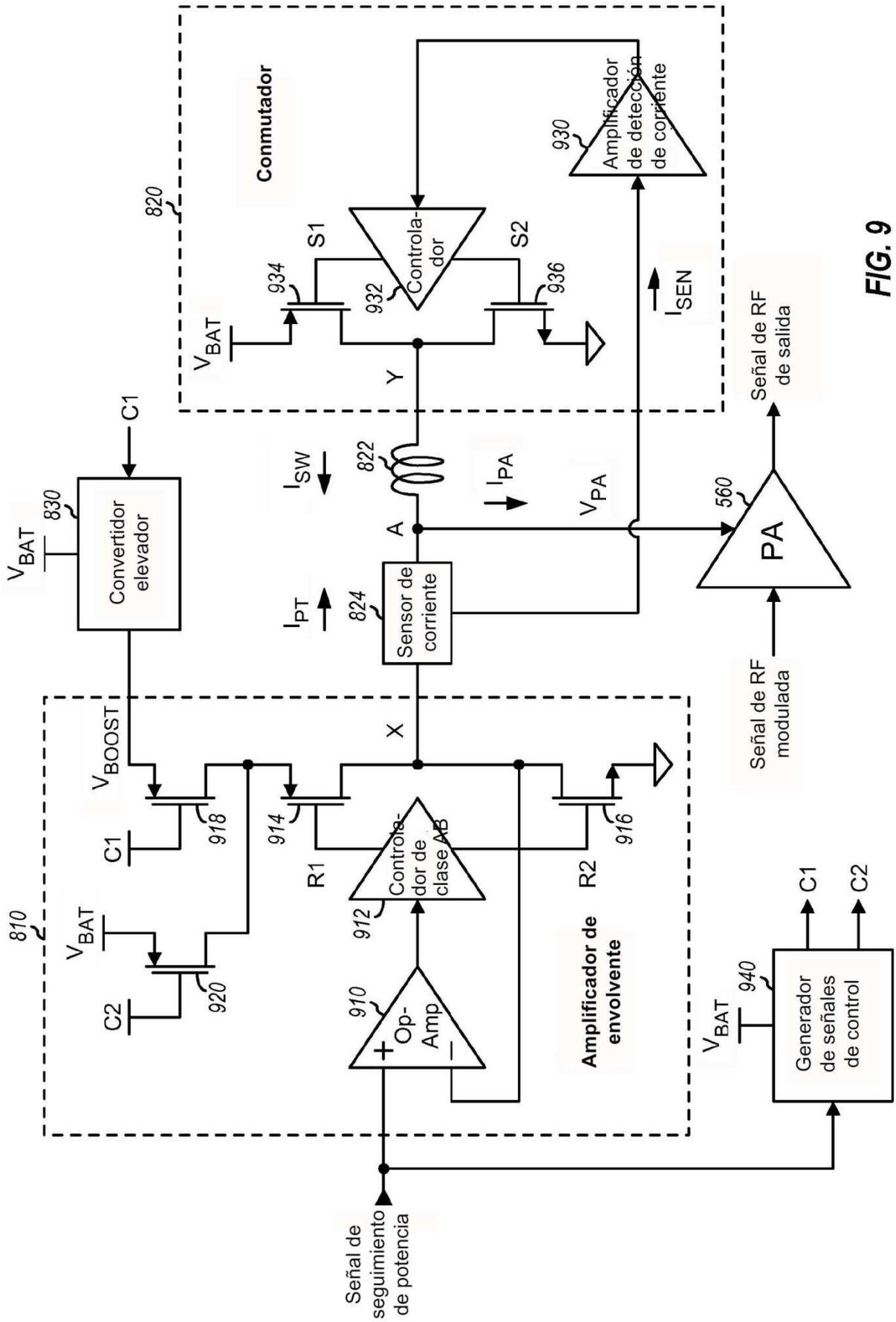


FIG. 9

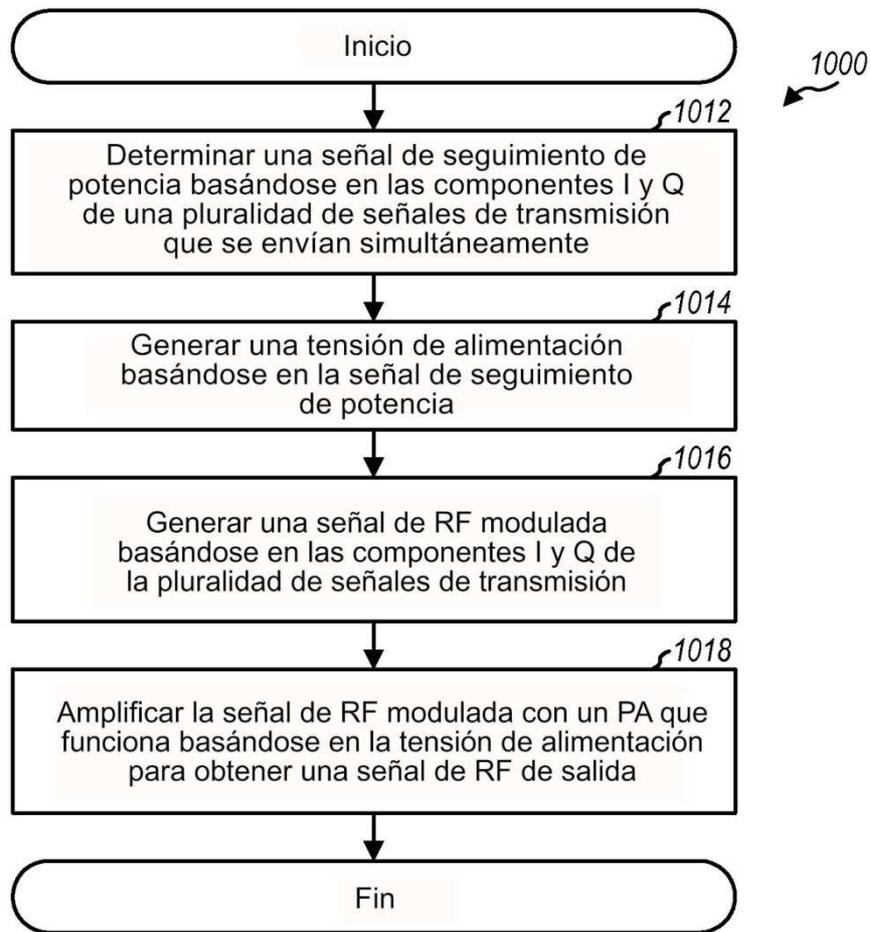


FIG. 10