

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 831 798**

51 Int. Cl.:

H04L 12/28 (2006.01)

H04N 21/61 (2011.01)

H04J 14/02 (2006.01)

H04N 7/173 (2011.01)

G02F 1/01 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.08.2014 PCT/US2014/051663**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.02.2015 WO15026807**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.08.2014 E 14762129 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.10.2020 EP 3036868**

54 Título: **Nodo de fibra óptica con consumo de energía impulsado por contenido de datos de envío**

30 Prioridad:

19.08.2013 US 201361867550 P

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

09.06.2021

73 Titular/es:

ARRIS ENTERPRISES LLC (100.0%)

**3871 Lakefield Drive
Suwanee, GA 30024, US**

72 Inventor/es:

**SCHEMMANN, MARCEL F. y
MARICEVIC, ZORAN**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 831 798 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

Nodo de fibra óptica con consumo de energía impulsado por contenido de datos de envío

Referencias cruzadas a solicitudes relacionadas

La presente divulgación reivindica prioridad de la Solicitud de Patente Provisional de U.S. núm. 61/867,550 titulada "Nodo de fibra óptica con consumo de energía impulsado por contenido de datos de envío", presentada el 19 de agosto de 2013.

Antecedentes

Un sistema de televisión por cable (CATV) es capaz de proporcionar a los suscriptores una variedad de contenido multimedia, tales como video, datos, voz o servicios de Internet de alta velocidad. El proveedor de CATV generalmente suministra el contenido multimedia desde un extremo de cabecera a los dispositivos de cliente de su suscriptor a través de una red de transmisión tal como una red coaxial, una red de fibra óptica o una red híbrida de fibra/coaxial (HFC). Los requisitos de rendimiento de datos (o ancho de banda) en estas redes de CATV están creciendo exponencialmente a medida que los clientes demandan más contenido, servicios de datos, etc. Aunque las mejoras en las eficiencias de codificación y en los protocolos de transporte han permitido hasta ahora que los operadores de cable mantengan el ritmo con las demandas de los suscriptores y de la competencia, es importante continuar con el análisis de los diversos elementos de red que pueden aumentar o inhibir el rendimiento global de las redes por cable de próxima generación.

La mayoría de los amplificadores de radiofrecuencia (RF) dentro de la red de televisión por cable operan en lo que se conoce como un modo de operación de "clase A", el cual proporciona una señal de muy alta fidelidad, a menudo cuantificada en términos de señal frente a ruido y de señal frente a productos de 2ª, 3ª, 4ª, 5ª ... distorsión armónica. Sin embargo, el consumo de energía para el modo de operación de clase A es del orden de 100 veces mayor que la potencia compuesta de una señal de salida de RF. Este mayor consumo de energía es el resultado de la necesidad de acomodar desviaciones significativas y frecuentes de 'pico respecto a promedio' de la potencia de señal efectiva, lo que puede incluir establecer la amplitud de rms de la RF de salida del amplificador en no más de aproximadamente el 25% de la salida del rango de potencia de salida de rail a rail de tensión o de corriente, dependiendo de la implementación. La mayor demanda de consumo de energía aumenta el costo de los productos de redes de cable que requieren bloques de ganancia de RF (por ejemplo, transmisores y receptores ópticos de cabecera, nodos de fibra óptica, amplificadores de distribución de RF). Por tanto, es deseable reducir la disipación de potencia en una red de CATV sin comprometer la potencia de la señal de salida en relación con el ruido. Sería aún más deseable reducir la disipación de potencia en una red de CATV mientras se mejora la potencia de la señal de salida con relación al ruido.

El documento US-A1-2007/178860 describe un circuito que comprende un módulo de retardo que recibe una señal de transmisión digital y que genera una señal de transmisión retardada. Un primer convertidor de digital a analógico convierte la señal de transmisión retardada en una señal de transmisión analógica. Un circuito de salida analógica amplifica la señal de transmisión analógica. Un módulo de generación de envolvente genera una señal de envolvente basada en información de amplitud relacionada con la señal de transmisión digital. Un módulo de ajuste de alimentación suministra una referencia de alimentación de tensión cuando la señal de envolvente es menor que un umbral y aumenta la tensión de polarización del amplificador por encima de la referencia de alimentación de tensión cuando la señal de envolvente es mayor que el umbral.

Breve descripción de los dibujos

Con el fin de ilustrar las realizaciones descritas a continuación, se muestran en los dibujos ejemplos de construcciones de las realizaciones; sin embargo, las realizaciones no se limitan a los métodos e instrumentos específicos que se describen. En los dibujos:

La Figura 1 ilustra un ejemplo de sistema de CATV.

La Figura 2 ilustra un diagrama esquemático de un amplificador de transistor push-pull básico representativo.

La Figura 3 ilustra la corriente de salida que resulta de un ejemplo de corriente de entrada al amplificador mostrado en la FIGURA 2

La Figura 4 ilustra la corriente de transistor proporcionada por el amplificador para la Figura 2 en un estado polarizado cuando se proporciona la señal amplificada de la Figura 3.

La Figura 5 ilustra una realización del receptor de envío digital descrito.

La Figura 6 ilustra una realización para modificar la polarización de un amplificador.

La Figura 7 ilustra la forma de una señal a amplificar.

La Figura 8 ilustra una realización de un algoritmo de detección de picos.

La Figura 9 ilustra las formas de onda de entrada y salida que resultan de la realización mostrada en la Figura 8.

La Figura 10 ilustra un pico de la señal de salida cuando la corriente de polarización es alta.

La Figura 11 ilustra ejemplos de corrientes de transistor.

5 La Figura 12 ilustra una señal de entrada y una señal de salida escaladas a aproximadamente la misma magnitud y comparadas.

La Figura 13 ilustra un ejemplo de función de linealización.

La Figura 14 ilustra una realización con dos fuentes de tensión que activan un amplificador de transistor.

10 La Figura 15 ilustra una fuente de alimentación que tiene energía almacenada en un inductor que soporta el suministro de potencia durante el funcionamiento normal y durante los transitorios de tensión.

La Figura 16 ilustra un ejemplo de fuente de alimentación que suministra una corriente fija.

La Figura 17 ilustra un ejemplo de realización que reemplaza a una fuente de alimentación con un condensador.

15 Debe entenderse que, si bien las Figuras adjuntas ilustran realizaciones que incluyen las partes de la divulgación reivindicada y explican diversos principios y ventajas de esas realizaciones, los detalles mostrados no son necesarios para comprender las realizaciones ilustradas, ya que los detalles representados en las Figuras podrán resultar fácilmente evidentes para los expertos en la técnica que se benefician de la presente divulgación.

Descripción detallada

20 La invención es un dispositivo para amplificar una señal de radiofrecuencia según la reivindicación 1, un método para modular un punto de polarización de un amplificador según la reivindicación 7, y un sistema dentro de una red de CATV según la reivindicación 12.

25 La presente divulgación describe sistemas y métodos que reducen el consumo de energía en una red de CATV, que incluyen (1) sistemas que mejoran la eficiencia energética de un nodo en una red de CATV mediante un suministro de potencia en base a una señal; y (2) métodos que utilizan información de envolvente de señal para reducir el consumo de energía en un sistema de transmisión de CATV. Como se describe con mayor detalle más adelante en esta descripción, los sistemas y métodos divulgados utilizan y amplían muchos conceptos de ruta de avance digital, que incluyen, entre otros: 1) conversión de señal de RF de analógica a digital (A2D) en un extremo de un enlace de comunicación (p. ej., en el lado del transmisor del extremo de cabecera para la transmisión de ruta de avance digital); 2) sobremuestreo, es decir, muestreo a una velocidad mayor que la frecuencia de Nyquist del doble del ancho de banda muestreado para permitir la implementación de un filtrado digital nítido, que reduce el número de bits de datos binarios necesarios para el reensamblaje de la señal de RF; 3) codificación de compresión, p. ej., codificación de tipo Huffman, para reducir aún más el número de bits binarios necesarios para el reensamblaje de la señal de RF; 4) transmisión óptica de encendido/apagado a través de distancias requeridas, pero menores de 100 millas que es el límite especificado por el estándar de Especificación de interfaz de Servicio de Datos por Cable (DOCSIS®); y 5) descompresión de datos en un receptor seguida de conversión de señal digital a analógica (D2A) a efectos de reensamblar una señal de RF codificada originalmente procedente de un transmisor.

35 Además, la presente divulgación describe sistemas y métodos que introducen un retardo que se implementará después de que los datos recibidos de una señal se descompriman, pero antes de que los datos de la señal descomprimidos sean amplificados por un bloque de ganancia. Durante el retardo, los datos descomprimidos se utilizan para predecir la magnitud de la envolvente de señal que va a ser amplificada por el bloque de ganancia en un momento incrementalmente posterior. La magnitud de la envolvente de señal se usa después para generar una señal auxiliar que activa la fuente de alimentación respecto al bloque de ganancia de RF de una manera que minimiza la tensión/corriente requerida para el bloque de ganancia y, por lo tanto, minimiza la energía consumida por el bloque. Además, una señal auxiliar retardada basada en la magnitud predicha de la envolvente de señal en combinación con la propia señal, opcionalmente retardada, se puede utilizar como una señal de pre-distorsión de avance que corrige la distorsión introducida por el bloque de ganancia de RF cuando amplifica el envolvente de señal.

40 Los sistemas y métodos descritos en la presente solicitud pueden ser particularmente útiles para reducir el consumo de energía de un nodo de fibra óptica que tiene una gran cantidad de salidas de RF y que actúa como el último amplificador antes de dar servicio a las instalaciones del cliente, en arquitecturas mencionadas alternativamente como "Fibra hasta el último elemento activo" (FTTLA), Nodo más cero (N + 0) o arquitecturas de fibra profunda, dado que en tales nodos las señales de RF a la salida del nodo consumen típicamente una cantidad relativamente grande de energía. Debe entenderse, sin embargo, que otras arquitecturas o componentes de otras arquitecturas pueden beneficiarse de las técnicas descritas, tales como los sistemas A2D/D2A de rutas en sentido ascendente o de retorno, o los receptores de retorno digital. Además, las técnicas descritas podrían aplicarse a la regulación de etapas de ganancia de RF de otros receptores de avance digitales, incluso si el receptor no es la última etapa de

ganancia de RF en la arquitectura en sentido descendente. Los detalles adicionales para varias realizaciones se describen con más detalle a continuación.

La Figura 1 muestra un ejemplo de sistema 100 de televisión por cable (CATV) que opera para proporcionar entretenimiento y telecomunicaciones digitales de alta definición tales como servicios de video, voz e Internet de alta velocidad. En términos generales, el sistema 100 de CATV se refiere a la huella operativa (por ejemplo, geográfica) de una franquicia de servicios de entretenimiento y/o de información que proporciona servicios de entretenimiento y/o información a una base de suscriptores que abarca una o más ciudades, una región o una porción de las mismas. Los servicios de entretenimiento y/o de información particulares ofrecidos por la franquicia (por ejemplo, lista de canales de entretenimiento, paquetes de datos, etc.) pueden diferir de un sistema a otro. Algunas grandes empresas de cable operan varios sistemas de comunicación por cable (p. ej., en algunos casos hasta cientos de sistemas) y se conocen generalmente como Operadores de Sistemas Múltiples (MSOs).

La red de cable puede adoptar la forma de una red totalmente coaxial, totalmente de fibra o híbrida de fibra/coaxial (HFC), p. ej., fibra hasta el último amplificador (FTTA). Solo con fines ilustrativos, la Figura 1 representa una red híbrida de fibra-coaxial (HFC). Una red HFC es una red de banda ancha que combina fibra óptica y cable coaxial, ubicando estratégicamente los nodos de fibra para proporcionar servicios a una pluralidad de hogares. Debe entenderse que los sistemas y los métodos descritos en la presente solicitud pueden emplearse en diversas redes y que la red HFC ha sido mostrada simplemente como un ejemplo no limitativo.

La red mostrada en la Figura 1 es una red de banda ancha HFC que combina el uso de fibra óptica y conexiones coaxiales. La red incluye una cabecera 102 que recibe señales de video analógicas y flujos de bits digitales que representan diferentes servicios (p. ej., video, voz e Internet) procedentes de diversas fuentes de información digital. Por ejemplo, la cabecera 102 puede recibir contenidos desde uno o más servidores de vídeo bajo demanda (VOD), servidores de vídeo de difusión de IPTV, fuentes de vídeo de Internet u otras fuentes adecuadas para proporcionar contenido de IP.

Una red 108 de IP puede incluir un servidor 110 web y una fuente 112 de datos. El servidor 110 web es un servidor de transmisión que usa el protocolo de IP para suministrar video bajo demanda, audio bajo demanda y flujos de pago por visión a la red 108 de IP. La fuente 112 de datos de IP puede estar conectada a un área regional o red troncal (no mostrada) que transmite contenidos de IP. Por ejemplo, la red de área regional puede ser o incluir Internet o una red basada en IP, una red informática, una red basada en web u otra red o sistema de red alámbricos o inalámbricos adecuados.

En la cabecera 102, los diversos servicios son codificados, modulados y convertidos en portadoras de RF, se combinan en una única señal eléctrica y se insertan en un transmisor óptico de banda ancha. Una red de fibra óptica se extiende desde la cabecera 102 principal/regional del operador de cable hasta una pluralidad de nodos 104 de fibra óptica. La cabecera 102 puede contener un transmisor o un transceptor óptico para proporcionar comunicaciones ópticas a través de fibras ópticas 103. Pueden existir también cabeceras regionales y/o sitios centrales vecinos entre la cabecera y uno o más nodos. La parte de fibra óptica de la red 100 HFC de ejemplo se extiende desde el extremo 102 de cabecera hasta el extremo/centro de cabecera regional y/o hasta una pluralidad de nodos 104. El transmisor óptico convierte la señal eléctrica en una señal ópticamente modulada en sentido descendente que se envía a los nodos. A su vez, los nodos ópticos convierten las señales entrantes en energía de RF y hacen que vuelvan las señales de RF a señales ópticas a lo largo de una ruta de retorno. En la descripción, los dibujos y las reivindicaciones, los términos "ruta hacia adelante" y "sentido descendente" pueden usarse de forma intercambiable para referirse a una ruta desde una cabecera hasta un nodo, desde un nodo a un suscriptor o desde una cabecera a un abonado. A la inversa, los términos "ruta de retorno", "ruta inversa" y "sentido ascendente" pueden usarse de manera intercambiable para referirse a una ruta desde un abonado a un nodo, desde un nodo a una cabecera o desde un suscriptor a una cabecera. Además, en la descripción, en los dibujos y en las reivindicaciones, un nodo puede ser cualquier centro digital entre una cabecera y el domicilio de un cliente que transporta peticiones locales a través de la red de CATV. Las comunicaciones ópticas de ruta hacia adelante a través de la fibra óptica pueden ser convertidas en los nodos en comunicaciones de radiofrecuencia (RF) para su transmisión a los abonados a través de cable coaxial. A la inversa, las comunicaciones de RF de la ruta de retorno desde los abonados se proporcionan a través de cables coaxiales y son típicamente convertidas en un nodo en señales ópticas para su transmisión a través de la fibra óptica hasta la cabecera. Cada nodo 104 puede contener un transmisor de ruta de retorno que sea capaz de retransmitir comunicaciones en sentido ascendente desde un dispositivo 106 de abonado hasta el extremo 102 de cabecera.

Cada nodo 104 sirve a un grupo de servicios que comprende una o más ubicaciones de clientes. A modo de ejemplo, un único nodo 104 puede estar conectado a miles de módems de cable u otros dispositivos 106 de abonado. En un ejemplo, un nodo de fibra puede servir entre una y dos mil o más ubicaciones de clientes. En una red HFC, el nodo 104 de fibra óptica puede ser conectado a una pluralidad de dispositivos 106 de abonado a través de una 111 cascada de cable coaxial, aunque los expertos en la técnica podrán apreciar que la cascada coaxial puede comprender una combinación de amplificadores de RF, tomas y divisores, y cable coaxial. En algunas implementaciones, cada nodo 104 puede incluir un receptor óptico de banda ancha para convertir la señal modulada ópticamente de sentido descendente recibida desde la cabecera o desde un centro de actividad en una señal eléctrica proporcionada a los dispositivos 106 de los abonados a través de la cascada 111 coaxial. Las señales

pueden pasar desde el nodo 104 a los dispositivos 106 de abonado a través de la cascada 111 de RF, la cual puede comprender múltiples amplificadores y dispositivos activos o pasivos que incluyen cableado, derivaciones, divisores y ecualizadores en línea. Debe entenderse que los amplificadores en la cascada 111 de RF pueden ser bidireccionales y pueden estar dispuestos en cascada de tal modo que un amplificador no pueda alimentar solamente a un amplificador que esté más adelante en la cascada, sino que también puede alimentar a un gran número de abonados. La derivación es la interfaz de caída del cliente al sistema coaxial. Las derivaciones están diseñadas en varios valores para permitir la consistencia de amplitud a lo largo del sistema de distribución.

Los dispositivos 106 de abonado pueden residir en una ubicación de cliente, tal como el domicilio de un abonado de cable, y están conectados al sistema de terminación de módem de cable (CMTS) 120 o un componente comparable ubicado en una cabecera. Un dispositivo 106 de cliente puede ser un módem, p. ej., un módem de cable, MTA (adaptador de terminal de medios), un decodificador, un dispositivo terminal, un televisor equipado con descodificador, un dispositivo terminal de Especificación de Interfaz de Servicio de Datos por Cable (DOCSIS), un equipo en las instalaciones del cliente (CPE), un enrutador o un cliente electrónico similar, un dispositivo final, o dispositivos terminales de suscriptores. Por ejemplo, los módems de cable y los descodificadores de IP pueden admitir la conexión de datos a Internet y otras redes informáticas a través de la red de cable, y la red de cable proporciona sistemas de comunicación bidireccionales en donde los datos pueden ser enviados en sentido descendente desde la cabecera hasta un suscriptor y en sentido ascendente desde un abonado hasta la cabecera.

Las técnicas descritas en la presente memoria pueden ser aplicadas a sistemas compatibles con DOCSIS. La industria del cable desarrolló el estándar o protocolo internacional Data Over Cable System Interface Specification (DOCSIS®) para permitir el suministro de paquetes de datos de IP a través de sistemas de cable. En general, DOCSIS define los requisitos de interfaz de soporte de operaciones y comunicaciones para un sistema de datos por cable. Por ejemplo, DOCSIS define los requisitos de interfaz para módems de cable involucrados en distribución de datos de alta velocidad a través de redes de sistemas de televisión por cable. Sin embargo, debe entenderse que las técnicas descritas en la presente memoria pueden aplicarse a cualquier sistema para la transmisión de servicios digitales, tal como video digital o Ethernet PON sobre Coax (EPoC). Los ejemplos que en la presente memoria hacen referencia a DOCSIS son ilustrativos y representativos de la aplicación de las técnicas a una amplia gama de servicios transportados a través de cable coaxial.

En la presente divulgación se hacen referencias a un Sistema de Terminación de Módem de Cable (CMTS) en la cabecera 102. En general, el CMTS es un componente ubicado en la cabecera o en el sitio del centro de actividad de la red que intercambia señales entre la cabecera y los dispositivos de cliente dentro de la infraestructura de la red de cable. En un ejemplo de disposición DOCSIS, por ejemplo, el CMTS y el módem de cable pueden ser los puntos extremos del protocolo DOCSIS, con la planta de cable coaxial de fibra híbrida (HFC) transmitiendo información entre esos puntos extremos. Se apreciará que la arquitectura 100 incluye un CMTS únicamente con fines ilustrativos, ya que de hecho es habitual que múltiples CMTSs y sus Módems de Cable sean gestionados a través de la red de gestión.

El CMTS 120 aloja puertos descendentes y ascendentes y contiene numerosos receptores, manejando cada receptor las comunicaciones entre cientos de elementos de red de usuarios finales conectados a la red de banda ancha. Por ejemplo, cada CMTS 120 puede estar conectado a varios módems de muchos abonados, p. ej., un solo CMTS puede estar conectado a cientos de módems que varían ampliamente en cuanto a características de comunicación. En muchos casos, varios nodos, tal como los nodos 104 de fibra óptica, pueden dar servicio a un área particular de un pueblo o una ciudad. DOCSIS permite que los paquetes de IP pasen entre dispositivos a ambos lados del enlace entre el CMTS y el módem de cable.

Debe entenderse que el CMTS es un ejemplo no limitativo de un componente en la red de cable que puede ser usado para intercambiar señales entre la cabecera y dispositivos 106 de abonado dentro de la infraestructura de la red de cable. Por ejemplo, otros ejemplos no limitativos incluyen una arquitectura Modular CMTS (M-CMTSTM) o una Plataforma de Acceso por Cable Convergente (CCAP).

Un modulador EdgeQAM (EQAM) 122 o EQAM puede estar en el dispositivo de cabecera o del centro de actividad para recibir paquetes de contenido digital, tal como video o datos, volver a empaquetar el contenido digital en un flujo de transporte MPEG, y modular digitalmente el flujo de transporte digital en una portadora de RF descendente utilizando Modulación de Amplitud en Cuadratura (QAM). Los EdgeQAMs se pueden utilizar tanto en transmisión digital como en transmisión descendente DOCSIS. En implementaciones CMTS o M-CMTS, los QAMs de datos y video pueden ser implementados sobre plataformas controladas y administradas por separado. En las implementaciones de CCAP, las funcionalidades CMTS y Edge-QAM pueden ser combinadas en una solución de hardware, combinando así la entrega de datos y de video.

La multiplexación por división de frecuencia ortogonal (OFDM) puede utilizar subbandas más pequeñas (en comparación con las portadoras QAM). Por ejemplo, mientras que una portadora DOCSIS QAM convencional tiene un ancho de 6 MHz, el sistema CATV puede emplear tecnología de multiplexación por división de frecuencia ortogonal (OFDM) con portadoras de OFDM que tengan un ancho de aproximadamente 25 kHz a 50 kHz. Por lo tanto, donde anteriormente se usaban 100 portadoras QAM, se pueden usar miles de subportadoras OFDM. La tecnología OFDM puede ser adecuada para condiciones de señal ruidosa y puede permitir el uso de más espectro

disponible sin reducir la calidad del servidor. En ejemplos de implementación, una red de cable puede usar la modulación QAM para velocidades en sentido descendente y para aumentar las velocidades en sentido ascendente usando OFDM.

La Figura 2 muestra un esquema representativo de un amplificador 200 de transistor push-pull básico que amplifica una señal 210 de entrada impulsada por una tensión diferencial de la alimentación V2 para producir una señal 220 de salida a través del resistor R14. El amplificador 100 consume la corriente suministrada a dos transistores Q1 y Q2 para proporcionar la tensión de la señal amplificada deseada a través del resistor R12. Los resistores R11 y R12 establecen una impedancia de entrada al amplificador de alrededor de 200 ohmios. La fuente de alimentación V4 proporciona una tensión común a las entradas que se utiliza para establecer un punto de polarización de corriente del amplificador. Cada transistor tiene un resistor R2 y R4 de realimentación, respectivamente a los colectores de los transistores, que están conectados a la carga R10 diferencial de baja impedancia a través de la que se proporciona la señal 220 de tensión de salida. El transformador 230 conectado a la fuente de tensión V1 se usa también para polarizar el amplificador al proporcionar una alta impedancia a las señales diferenciales y una baja impedancia a la corriente de modo común.

La Figura 3 muestra la corriente 250 de entrada a través del resistor R11 y la corriente 260 de salida a través del resistor R14 del circuito 200 amplificador, para una señal de RF modulada multicanal típica para nodos de CATV. La ganancia de corriente es grande ($> 20\times$). La amplitud de salida suele estar normalmente cerca de un valor rms medio, pero ocasionalmente se producen picos altos de la señal amplificada. Los valores de pico son típicamente del orden de 6 veces el valor rms con una probabilidad relativamente baja (en el tiempo) del orden de 10^{-6} . Sin embargo, dado que la saturación del amplificador conduce a errores de bits en los enlaces de comunicación de RF, los amplificadores deben amplificar estos picos con una alta fidelidad incluso aunque la tasa de ocurrencia sea relativamente baja.

Con el fin de proporcionar la ganancia de corriente requerida para amplificar una señal con los grandes picos de señal mostrados en la Figura 3, el amplificador debe ser polarizado normalmente a una corriente alta. Así se puede ver más fácilmente en la Figura 4, la cual muestra la corriente de amplificador utilizada por el transistor Q2 en el amplificador 200 de la Figura 2 donde el amplificador está polarizado a aproximadamente 80 mA. Al amplificar la señal 250 mostrada en la Figura 3, durante el pico de la tensión de salida, la corriente en el transistor Q2 cae hasta por debajo de 10 mA. A 0 mA, el amplificador no habría podido amplificar más la señal y se habría producido una distorsión por saturación. Dicho de otra manera, si el circuito 200 amplificador no estuviera polarizado a 80 mA sino que estuviera polarizado en un punto más bajo, o alternativamente, si la entrada al amplificador tuviera un pico de señal más alto a ser amplificado, se habría producido un recorte junto con la degradación de la señal concomitante (error de bit) que acompaña a la distorsión a partir de la saturación del amplificador.

Los amplificadores de RF en una red HFC operan normalmente en un modo de operación de "Clase A", lo que significa que proporcionan una señal amplificada de alta fidelidad donde la tasa de error de bits no debe ser superior a aproximadamente 10^{-8} . Como se acaba de señalar, dado que los picos de señal ocurren a una tasa de 10^{-6} , es decir, 100 veces la frecuencia de la tasa de error de bit requerida, los amplificadores de RF en una red HFC deben proporcionar un punto de polarización suficientemente alto que solo aproximadamente uno de cien o menos de los picos de señal amplificada sean recortados. Dado que los picos de señal ocurren con poca frecuencia, sin embargo, y debido a que los picos de señal son aproximadamente seis veces más altos que el valor rms de la señal, la polarización del amplificador para tener en cuenta los picos de señal hace que el circuito del amplificador sea altamente ineficiente. En un caso típico, por ejemplo, para proporcionar 100 mW de salida de RF total de la señal amplificada, se requieren aproximadamente 10 W de potencia, es decir, solo se usa aproximadamente el 1% de la alimentación de potencia al amplificador para proporcionar la salida de energía de RF mientras que el resto de la potencia se consume para polarizar el amplificador a una corriente que casi siempre es mucho más alta de la necesaria para amplificar la señal, excepto para los picos de señal poco frecuentes.

Hay más de cuatro millones de amplificadores dispersados a través de las redes HFC solo en los Estados Unidos. Esto se traduce en un consumo total de energía de millones de dólares por año, que como se acaba de señalar es principalmente energía que solo se necesita para amplificar picos de señal muy esporádicos.

La Figura 5 muestra un ejemplo de receptor 300 capacitado para ser utilizado en un nodo 104 para modular una fuente de alimentación de amplificador a fin de lograr de manera eficiente una potencia de salida de RF amplificada con una disipación de potencia mucho menor que los amplificadores existentes. El receptor 300 puede incluir preferiblemente un módulo 310 de descompresión que recibe datos de radiofrecuencia y los descomprime, pero también podría incluir otros medios para generar una forma de onda digital. Antes de amplificar los datos descomprimidos, el receptor 300 introduce un retardo 320 con anterioridad al procesamiento de la señal mediante un módulo 330 opcional de distorsión previa y a la introducción de la señal en un convertidor 340 D2A que conduce la señal de entrada a un amplificador 350 que tiene un bloque 360 de ganancia y una fuente de alimentación 370.

Durante el retardo 320, el receptor 300 incluye preferiblemente un módulo 380 de análisis que analiza los datos de radiofrecuencia descomprimidos, es decir, los mismos datos que comprenden la señal de entrada al amplificador 350, y usa los datos para crear una señal de modulación para la fuente de alimentación 370 a través del convertidor 390 D2A. La señal de modulación puede comprender una cualquiera de varias formas alternativas. Por ejemplo, en

una realización simple, la fuente de alimentación 370 puede ser modulada de una manera binaria entre un punto de polarización normal (bajo) utilizado durante los períodos en los que la señal no experimenta picos de señal y un punto de polarización de pico (alto) cuando la señal está experimentando picos de señal. Debido al retardo 320, el punto de polarización del amplificador 350 puede ser modulado de una manera síncrona con la señal que éste amplifica, de modo que el punto de polarización aumenta cuando la señal experimenta un pico y disminuye a medida que la señal cae desde el pico. En otras realizaciones, se pueden emplear esquemas de modulación más complicados, tal como conmutar la polarización entre más de dos puntos de polarización para tener en cuenta las variaciones en las amplitudes entre los picos de señal, o incluso modular la tensión o la corriente de polarización del amplificador de una manera que sea lineal con respecto a la amplitud de la señal en cualquier instante de tiempo. Debe entenderse que el retardo 320 puede ser introducido en cualquier momento antes de amplificar los datos de modo que los datos amplificados coincidan con la señal de modulación, y que la ilustración del retardo que se produce después de la descompresión sea solo ilustrativa, particularmente dado que algunos sistemas pueden no incluir datos comprimidos, o en su caso necesitar descomprimir los datos para su amplificación.

El receptor 300 también puede incluir opcionalmente muchos de los componentes que componen un transmisor de retorno digital, con la adición de un convertidor A2D. El receptor de avance digital puede realizar con ello la función de un transmisor de retorno digital con anchos de banda de 85, 2x85, 200 o 2x200 MHz utilizando un conectable óptico bidireccional en el puerto de 4.25 Gbs o de 11.3 Gbs. Por lo tanto, el receptor de avance digital puede ser convertido esencialmente en la mayoría de los componentes de un nodo con tráfico de avance y retroceso con un pequeño costo adicional.

Como pueden apreciar los expertos en la técnica, el receptor 300 puede usar procesamiento de señal para predecir envolventes de potencia y compensar automáticamente los artefactos del amplificador debidos a la modulación de la alimentación mediante la generación de una señal de compensación en el convertidor D2A de salida. El punto de polarización del amplificador (corriente y/o tensión) puede ser modulado de modo que reduzca la disipación del amplificador. En algunas realizaciones, el receptor 300 puede disipar del orden de 4 veces menos energía de suministro para un nivel de potencia de salida dado. La menor energía utilizada por el receptor 300 permite el uso de transistores más pequeños, un disipador de calor más pequeño, un empaquetamiento de menor costo y una reducción del tamaño del nodo y del consumo de energía.

Cabe señalar que, aunque las realizaciones divulgadas en la presente memoria describen una solución de amplificador de nodo para la reducción de potencia, los conceptos se aplican a otros amplificadores en la red de cable. Por ejemplo, las realizaciones pueden incorporar modulación de amplificadores analógicos dispuestos en cascada en el campo, que pueden no ser activados directamente por convertidores D/A. En un amplificador en la cascada de amplificadores, son deseables amplificadores de menor costo. Como se ha descrito, las realizaciones para el amplificador en cascada pueden proporcionar un amplificador de menor costo por medio de la reducción de la disipación de potencia con una capacidad de potencia de salida más alta como una opción. Donde se ha actualizado la red de cable, son deseables amplificadores de menor costo que reduzcan la disipación de potencia, pero que permitan una salida más alta.

Las realizaciones descritas para crear un amplificador más eficiente son beneficiosas para las redes existentes y las redes avanzadas o de próxima generación. Por ejemplo, incluso si no se adopta una arquitectura avanzada, por ejemplo, la arquitectura Node+0, los amplificadores que son más eficientes en cuanto a consumo de energía siguen siendo deseables. Dado que los amplificadores compensan las pérdidas en el tramo que los precede, una configuración universal del nodo funciona sobre un conjunto de amplificadores. Puesto que la mayoría de los amplificadores tienen un ajuste de ganancia e inclinación similares y funcionan con una carga de potencia similar, en general, el mismo ajuste se aplicará a una cadena de amplificadores. Las arquitecturas tendrán cadenas de amplificadores cada vez más cortas para asentarse en arquitecturas avanzadas, p. ej., N+1 o N+2.

La arquitectura de reenvío digital divulgada permite nodos de muy bajo costo y de eficiencia energética. Por ejemplo, las realizaciones de las técnicas de reenvío digital reveladas permiten diseños de nodos de bajo costo y eficiencia energética que permiten el reemplazo del nodo y también arquitecturas de fibra profunda que actualmente están inhibidas por el costo del nodo y por los recuentos máximos de longitud de onda en la fibra. Además, en las realizaciones en las que todo el procesamiento se realiza en el dominio digital, existe flexibilidad en la partición de banda de dicho diseño. Casi cualquier etapa de ganancia de RF puede beneficiarse de las técnicas descritas en las que se genera una señal de entrada digitalizada, se retarda y se utiliza como entrada de decisión para una fuente de alimentación y una entrada de predistorsión. Las etapas de ganancia de HFC estándar existentes no obtienen ningún beneficio de la señal digitalizada, por lo que los sistemas de avance digital (y retorno digital) divulgados pueden beneficiarse de las técnicas descritas en el lado de recepción del sistema y de la etapa de ganancia de RF de salida correspondiente (con un costo bajo, bloques funcionales /adición de costos mínimos).

Cabe señalar que son posibles varias implementaciones para las técnicas descritas en las que se modula la tensión de alimentación y/o la polarización del transistor. Los transistores de push-pull pueden ser activados independientemente por convertidores D2A para permitir un funcionamiento en verdadera clase B o un funcionamiento de clase B combinado con modulación de alimentación. Tales manipulaciones pueden causar distorsiones en la señal de salida analógica; sin embargo, las distorsiones son predecibles. El distorsionador previo 330 digital en el receptor 300 puede ser usado opcionalmente para mitigar las distorsiones.

La Figura 6 representa un ejemplo amplificador 400 de push-pull que tiene una fuente de alimentación 410 capaz de ser modulada usando el receptor 300 de tal manera que la corriente de polarización es alta sólo cuando se necesita amplificar un pico alto, y baja en caso contrario con la adición de una fuente de tensión V3. La fuente de tensión V3 se activa por medio de una señal que se genera de tal manera que la polarización es alta cuando se necesita amplificar los picos de salida. La Figura 7 muestra una forma de onda 420 que representa la tensión proporcionada por la fuente de voltaje V3 y una forma de onda 430 que representa la forma de la señal a amplificar. Se aprecia que la señal de polarización se incrementa cuando es necesario amplificar un pico de salida. En la realización representada en las Figuras 6 y 7, la señal de polarización se generó digitalmente haciendo pasar muestras de la señal a amplificar a través de un circuito de detección de picos y un filtro posterior, mientras que la señal principal (mostrada en rojo en la Figura 7) se retrasó en un número de muestras de tal modo que la respuesta de la señal de polarización pudiera coincidir con el pico de señal.

La Figura 8 ilustra una realización en la que un módulo 450 de análisis puede detectar picos tanto positivos como negativos, y puede calcular el valor absoluto de la señal de RF a amplificar antes de realizar una operación de detección de pico o de detección de potencia. La cantidad de retardo 460 se establece de modo que la señal de polarización, después de ser filtrada por el filtro 470, pueda alcanzar un valor pico al mismo tiempo que un pico en la señal de entrada de RF a amplificar. La señal de RF se puede ser presentada a la salida para que un convertidor D2A cree una señal analógica. La señal de polarización de control también puede ser presentada a la salida para que un convertidor D2A cree una señal de polarización analógica.

La forma de onda 480 de entrada y la forma de onda 490 de salida resultantes de la realización de la Figura 8 se han mostrado, cada una de ellas, en la Figura 9, las cuales pueden ser apreciadas fácilmente como una reproducción de las formas de onda de entrada y salida de la Figura 3. La Figura 9 muestra que la amplificación del receptor de la señal de entrada no se modifica. Sin embargo, como puede verse en la Figura 10, la corriente procedente de la fuente de alimentación V1 ya no es una corriente constante. La modulación del punto de polarización de los transistores da como resultado una modulación de la corriente de alimentación proveniente del transformador 415 de la Figura 6. La Figura 10 ilustra que cuando se produce el pico de la señal de salida, la polarización es realmente alta, alcanzando un pico máximo de 200 mA en este ejemplo. En promedio, la corriente de polarización es mucho más baja que en el ejemplo anterior; 82 mA en este caso. El consumo de energía del amplificador se ha reducido en un factor de aproximadamente dos (como se ve en comparación con la forma de onda 430 de la Figura 7). Las corrientes de transistor se han mostrado en la Figura 11; al igual que en la comparación de la Figura 11 y la Figura 7, la comparación de la Figura 11 y la Figura también muestra una reducción aproximada de la potencia en un factor de dos, donde el valor más bajo es nuevamente un poco menos de 10 mA, pero esto se logra mediante una corriente de polarización de aproximadamente solo 40 mA por transistor en lugar de los 80 mA originales.

Dado que la fuente de alimentación a través del transformador 415 de la Figura 6 es insensible a las fluctuaciones de corriente en modo común (estas se hacen pasar con poca resistencia) y debido a que la señal de salida diferencial en R14 tampoco es sensible a las fluctuaciones en modo común, el amplificador de push-pull mostrado en la Figura 6 es particularmente adecuado para la modulación de la corriente de polarización sin afectar a la señal a amplificar debido a que la señal de control de polarización se cancela automáticamente en el resistor R14 de salida. Figura 12 ilustra una señal 500 de entrada y una señal 510 de salida que han sido escaladas a aproximadamente la misma magnitud y comparadas; la señal de entrada se amplifica y se reproduce con alta fidelidad.

En los sistemas de CATV, sin embargo, se pueden aplicar requisitos extremos a la fidelidad de amplificación de la señal. Se sabe que existe cierta dependencia del comportamiento de distorsión de los amplificadores en el punto de polarización. Por consiguiente, la Figura 13 muestra un módulo 550 de análisis que incluye un linealizador 560 que aplica una función de linealización en la ruta de señal retardada para excitar el amplificador, donde los parámetros del linealizador pueden, según la invención, ser controlados por medio del punto de polarización del amplificador. La implementación del linealizador puede ser similar a la de los linealizadores utilizados en transmisores ópticos láser (p. ej., implementaciones de linealizador que incluyen implementaciones de señales digitales en FPGAs e implementaciones de componentes discretos en componentes de RF) tal como en las Patentes U.S. núm. 8.064.777, 8.547.174 y 8.145.066, así como en la solicitud de Patente Publ. U.S. núm. 20030001670. La realización mostrada en la Figura 13 es adecuada para sistemas en los que la señal se procesa digitalmente de tal manera que todas las operaciones se realizan en el dominio digital. Sin embargo, debe entenderse que también es posible una implementación en el dominio analógico con componentes de RF, incluyendo funciones de detección de picos, retardo, generación de señal de polarización y/o linealización.

También debe entenderse que en algunas realizaciones, la señal de control de polarización y la señal de RF a amplificar no necesitan ser generadas por separado en convertidores D2A. Por ejemplo, la Figura 14 representa un amplificador 600 push-pull que tiene dos fuentes 610 y 620 de tensión que excitan el amplificador de transistor diferencial, proporcionando cada fuente de voltaje tanto control de polarización como información de señal de RF a los transistores. La señal global amplificada por los transistores puede ser la misma que en el ejemplo representado en las Figuras 9-11. Además, aunque la corriente de polarización del amplificador puede ser controlada y modulada para reducir la disipación de potencia, la tensión de polarización del amplificador también puede ser controlada y modulada para reducir la disipación de potencia, o una combinación de las mismas.

En algunas realizaciones en las que se modula la fuente de alimentación, la combinación de la modulación de la corriente de polarización y de la fuente de tensión puede producir ahorros de energía adicionales, por ejemplo, en un factor de cuatro en lugar de un factor de dos como se mostró con la modulación de polarización solamente. Sin embargo, la construcción de una fuente de tensión modulada es más compleja que la modulación de la corriente de polarización de los transistores. Las Figuras 15-17 muestran realizaciones para una fuente de alimentación con energía almacenada en un inductor que soporta el suministro de energía durante el funcionamiento normal y durante los transitorios de la tensión. La Figura 15, por ejemplo, muestra una fuente de alimentación 700 con la fuente de alimentación 710 principal ajustada a 11 V, por ejemplo. La fuente de alimentación 700 puede proporcionar corriente a través del inductor 715 con una resistencia R_1 parásita interna (p. ej., un resistor de 10 mOhm a 10hm, 900 mOhm en este ejemplo). Una fuente 720 de tensión variable que comprende una conexión en serie de una primera fuente 725 de tensión fija y una segunda fuente 730 de tensión variable se muestra conectada en paralelo con la carga 735. La tensión variable de la fuente 730 de tensión se hace que sea proporcional a una señal de control de polarización.

Como se muestra en la Figura 16, en un transitorio de control de la tensión de polarización, la tensión a través de la carga R_2 alcanza un pico entre aproximadamente 10 V a aproximadamente 22 V, como se ve en la curva 740. La corriente procedente de la fuente de alimentación 710, vista como curva 745, es fija a aproximadamente -1A. La corriente procedente de la fuente de alimentación 720, vista en la curva 750, alcanza un pico a aproximadamente -1,2 A durante el transitorio, pero por lo demás es pequeña (-0,1 A o menos). Excepto para el transitorio, casi toda la potencia es entregada por la fuente 710 de potencia. La fuente 720 de potencia tiene suficiente margen para proporcionar el doble de la tensión de alimentación, pero solo suministra energía durante el transitorio y mientras está entregando energía, la fuente 710 de potencia continúa entregando energía debido a la inductancia del inductor 715 que mantiene constante la corriente durante el transitorio. Como resultado, la potencia media entregada por la fuente 710 de potencia (1A) es mucho mayor que la corriente media procedente de la fuente 720 (0,12 A). Dado que la fuente 725 de potencia necesita poder alcanzar los 22 V, generalmente se implementa con una fuente de 22 V y una etapa de transistor a continuación para crear la forma de onda transitoria. Por tanto, se puede estimar que la disipación de potencia en la fuente 710 de tensión puede estimarse en 11 W (11 V x 1 A) y la disipación de potencia en la fuente 720 de tensión puede ser estimada en 2,64 W (22 V x 0,12 A). El total, 13,64 W es mucho más bajo que los 25,64 W (22 V x 1.12 A) que sería el caso si se usara una fuente de alimentación fija de 22V para la totalidad de la corriente.

Como se muestra en la Figura 17, algunas realizaciones pueden reemplazar la fuente 725 de tensión por un condensador 760. En este ejemplo, el condensador 760 puede autocargarse a alrededor de 10 V de modo que ya no se necesite una alimentación externa de 22 V. El condensador 760 es lo suficientemente grande como para mantener la diferencia de 10 V durante la sobretensión, y la fuente 720 de tensión puede activarse a partir de una alimentación de 12 V; no se necesita ninguna otra fuente de tensión más alta.

En algunas realizaciones, la presencia del inductor 715 es esencial para mantener baja la corriente a través del generador 730 de tensión transitoria ya que el inductor 715 soporta la corriente promedio durante el funcionamiento normal donde la tensión de salida está cerca de la fuente de alimentación principal, la fuente de alimentación principal proporciona toda la potencia, y el inductor 715 mantiene esa corriente durante los transitorios donde la tensión podría ser mucho más alta (por ejemplo, duplicarse) de modo que el generador de tensión transitoria solo necesita generar la corriente adicional necesaria excluyendo la corriente promedio que ya fue proporcionada por L1. El funcionamiento del amplificador se mejora.

En uno o más ejemplos, las funciones descritas en la presente memoria pueden ser implementadas en hardware, software, firmware o cualquier combinación de los mismos. Si se implementan en software, las funciones pueden ser almacenadas en, o transmitidas como, una o más instrucciones o código en un medio legible por ordenador y ejecutadas por una unidad de procesamiento basada en hardware. Los medios legibles por ordenador pueden incluir medios de almacenamiento legibles por ordenador, que correspondan a un medio tangible tal como medios de almacenamiento de datos, o medios de comunicación, incluido cualquier medio que facilite la transferencia de un programa informático de un lugar a otro, p. ej., conforme a un protocolo de comunicación. De esta manera, los medios legibles por ordenador pueden corresponder generalmente a (1) medios de almacenamiento tangibles legibles por ordenador que no sean transitorios o (2) un medio de comunicación tal como una señal o una onda portadora. Los medios de almacenamiento de datos pueden ser cualquier medio disponible al que se pueda acceder mediante uno o más ordenadores o uno o más procesadores para recuperar instrucciones, código y/o estructuras de datos para la implementación de las técnicas descritas en esta divulgación. Un producto de programa informático puede incluir un medio legible por ordenador.

A modo de ejemplo, y sin ninguna limitación, dichos medios de almacenamiento legibles por ordenador pueden comprender RAM, ROM, EEPROM, CD-ROM u otro almacenamiento en disco óptico, almacenamiento en disco magnético u otros dispositivos de almacenamiento magnético, memoria flash o cualquier otro medio que se puede utilizar para almacenar un código de programa deseado en forma de instrucciones o de estructuras de datos, y al que se puede acceder mediante un ordenador. Además, cualquier conexión se denomina correctamente un medio legible por ordenador. Por ejemplo, si las instrucciones se transmiten desde un sitio 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

encuentran incluidas en la definición de medio. Debe entenderse, sin embargo, que los medios de almacenamiento legibles por ordenador y los medios de almacenamiento de datos no incluyen conexiones, ondas portadoras, señales u otros medios transitorios, sino que están en cambio dirigidos a medios de almacenamiento tangibles, no transitorios. "Disco" y "disco", según se usan en la presente memoria, incluyen disco compacto (CD), disco láser, disco óptico, disco versátil digital (DVD), disco flotante y disco Blu-ray, donde los discos reproducen generalmente datos magnéticamente, mientras que los otros discos reproducen datos ópticamente con láseres. Las combinaciones de los anteriores también deben ser incluidas dentro del alcance de los medios legibles por ordenador.

Las instrucciones pueden ser ejecutadas por uno o más procesadores, tal como uno o más procesadores de señales digitales (DSPs), microprocesadores de propósito general, circuitos integrados específicos de la aplicación (ASIC), matrices lógicas programables en campo (FPGA), u otros circuitos lógicos integrados o discretos equivalentes. Por consiguiente, el término "procesador" según se usa en la presente memoria, puede hacer referencia a cualquiera de las estructuras anteriores o a cualquier otra estructura adecuada para la implementación de las técnicas descritas en la presente memoria. Además, en algunos aspectos, la funcionalidad descrita en la presente memoria puede ser proporcionada dentro de módulos de hardware y/o software dedicados configurados para codificación y decodificación, o estar incorporada en un códec combinado. Además, las técnicas podrían implementarse completamente en uno o más circuitos o elementos lógicos.

Las técnicas de esta divulgación pueden ser implementadas en una amplia variedad de dispositivos o aparatos. En esta divulgación se describen varios componentes, módulos o unidades para enfatizar los aspectos funcionales de componentes configurados para llevar a cabo las técnicas descritas, pero no requieren necesariamente la realización por unidades de hardware diferentes. En cambio, según se ha descrito anteriormente, varias unidades pueden ser combinadas en una unidad de hardware de códec o ser proporcionadas mediante un conjunto de unidades de hardware interoperativas, que incluyen uno o más procesadores según se ha descrito anteriormente, junto con software y/o firmware adecuados.

REIVINDICACIONES

- 1.- Un Dispositivo para amplificar una señal de radiofrecuencia, comprendiendo el dispositivo:
un módulo (310) de descompresión dispuesto para recibir datos de radiofrecuencia y descomprimir los datos de radiofrecuencia recibidos para generar datos de radiofrecuencia descomprimidos;
- 5 un módulo (320) de retardo dispuesto para introducir un retardo;
un módulo (380) de análisis dispuesto para analizar los datos de radiofrecuencia descomprimidos y crear una señal de modulación;
un amplificador (350) dispuesto para amplificar los datos de radiofrecuencia descomprimidos, teniendo el amplificador (350) una fuente de alimentación (370);
- 10 en donde la fuente de alimentación (370) está modulada por la señal de modulación de manera que se modula un punto de polarización del amplificador (350) de manera síncrona con los datos de radiofrecuencia descomprimidos de modo que el punto de polarización se eleva cuando la señal experimenta un pico y se reduce a medida que desciende la señal de pico;
- 15 en donde el módulo (380) de análisis incluye un linealizador (560), estando el linealizador (560) dispuesto para aplicar una función de linealización en la ruta de señal retardada para activar el amplificador (350), y en donde los parámetros del linealizador están controlados por el punto de polarización del amplificador (350).
- 2.- El dispositivo de la reivindicación 1, que comprende además un convertidor (340) D2A que recibe la señal de modulación desde el módulo (380) de análisis y proporciona una señal de salida para modular la fuente de alimentación (370).
- 20 3.- El dispositivo de la reivindicación 1 o 2, en donde el amplificador (350) tiene un bloque (360) de ganancia.
- 4.- El dispositivo de cualquier reivindicación anterior, en donde el punto de polarización se conmuta entre más de dos puntos de polarización para tener en cuenta las variaciones en las amplitudes entre picos de señal.
- 5.- El dispositivo de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde el punto de polarización del amplificador se modula de una forma que es lineal con respecto a los datos de radiofrecuencia recibidos.
- 25 6.- El dispositivo de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el módulo (320) de retardo está dispuesto entre el módulo (310) de descompresión y el amplificador (350).
- 7.- Un método para modular un punto de polarización de un amplificador (350), comprendiendo el método:
recibir datos de radiofrecuencia;
descomprimir los datos de radiofrecuencia recibidos para generar datos de radiofrecuencia descomprimidos;
- 30 introducir un retraso (320);
analizar (380) los datos de radiofrecuencia descomprimidos y crear una señal de modulación;
amplificar los datos de radiofrecuencia descomprimidos mediante un amplificador (350), en donde una fuente de alimentación (370) del amplificador se modula mediante la señal de modulación de tal modo que un punto de polarización del amplificador (350) se modula de una manera síncrona con los datos de radiofrecuencia descomprimidos de modo que el punto de polarización aumenta cuando la señal experimenta un pico y disminuye cuando la señal cae desde el pico;
- 35 en donde el análisis (380) incluye linealización (560), comprendiendo la linealización (560) la aplicación de una función de linealización en la ruta de señal retardada para activar la etapa de amplificación (350), y en donde los parámetros de la linealización (560) son controlados por el punto de polarización de la amplificación.
- 40 8.- El método de la reivindicación 7, que comprende además una conversión de digital a analógica de la señal de modulación para proporcionar una señal de salida para modular la fuente de alimentación (370) del amplificador.
- 9.- El método de la reivindicación 7 u 8, en donde el punto de polarización se conmuta entre más de dos puntos de polarización para tener en cuenta las variaciones en las amplitudes entre picos de señal.
- 10.- El método de la reivindicación 7 u 8, en donde el punto de polarización del amplificador se modula de una manera que es lineal con respecto a los datos de radiofrecuencia recibidos.
- 45 11.- El método de cualquiera de las reivindicaciones 7 a 10, en donde el retardo (320) se introduce entre la etapa (310) de descompresión y la etapa (350) de amplificación.

12.- Un sistema dentro de una red de CATV para reducir el consumo de energía de un amplificador (350), comprendiendo dicho sistema:

un módulo (310) de descompresión dispuesto para recibir datos de radiofrecuencia y descomprimir los datos de radiofrecuencia recibidos para generar datos de radiofrecuencia descomprimidos;

5 un módulo (320) de retardo dispuesto para introducir un retardo;

un módulo (380) de análisis dispuesto para analizar los datos de radiofrecuencia descomprimidos y crear una señal de modulación;

un amplificador (350) dispuesto para amplificar los datos de radiofrecuencia descomprimidos, teniendo el amplificador (350) una fuente de alimentación (370);

10 en donde la fuente de alimentación (370) se modula mediante la señal de modulación de tal manera que un punto de polarización del amplificador (350) se modula de una manera síncrona con los datos de radiofrecuencia descomprimidos de modo que el punto de polarización se eleva cuando la señal experimenta un pico y se reduce a medida que la señal cae desde el pico;

15 en donde el módulo (380) de análisis incluye un linealizador (560), estando el linealizador (560) dispuesto para aplicar una función de linealización en la ruta de señal retardada para activar el amplificador (350), y en donde los parámetros del linealizador están controlados por el punto de polarización del amplificador (350).

13.- El dispositivo de la reivindicación 12, que comprende además un convertidor (340) D2A que recibe la señal de modulación desde el módulo (380) de análisis y proporciona una señal de salida para modular la fuente de alimentación (370).

20 14.- El sistema de la reivindicación 12 o 13, en donde el punto de polarización se conmuta entre más de dos puntos de polarización para tener en cuenta las variaciones en las amplitudes entre picos de señal.

15.- El sistema de la reivindicación 12 o 13, en donde el punto de polarización del amplificador se modula de una manera que es lineal con respecto a los datos de radiofrecuencia recibidos.

25

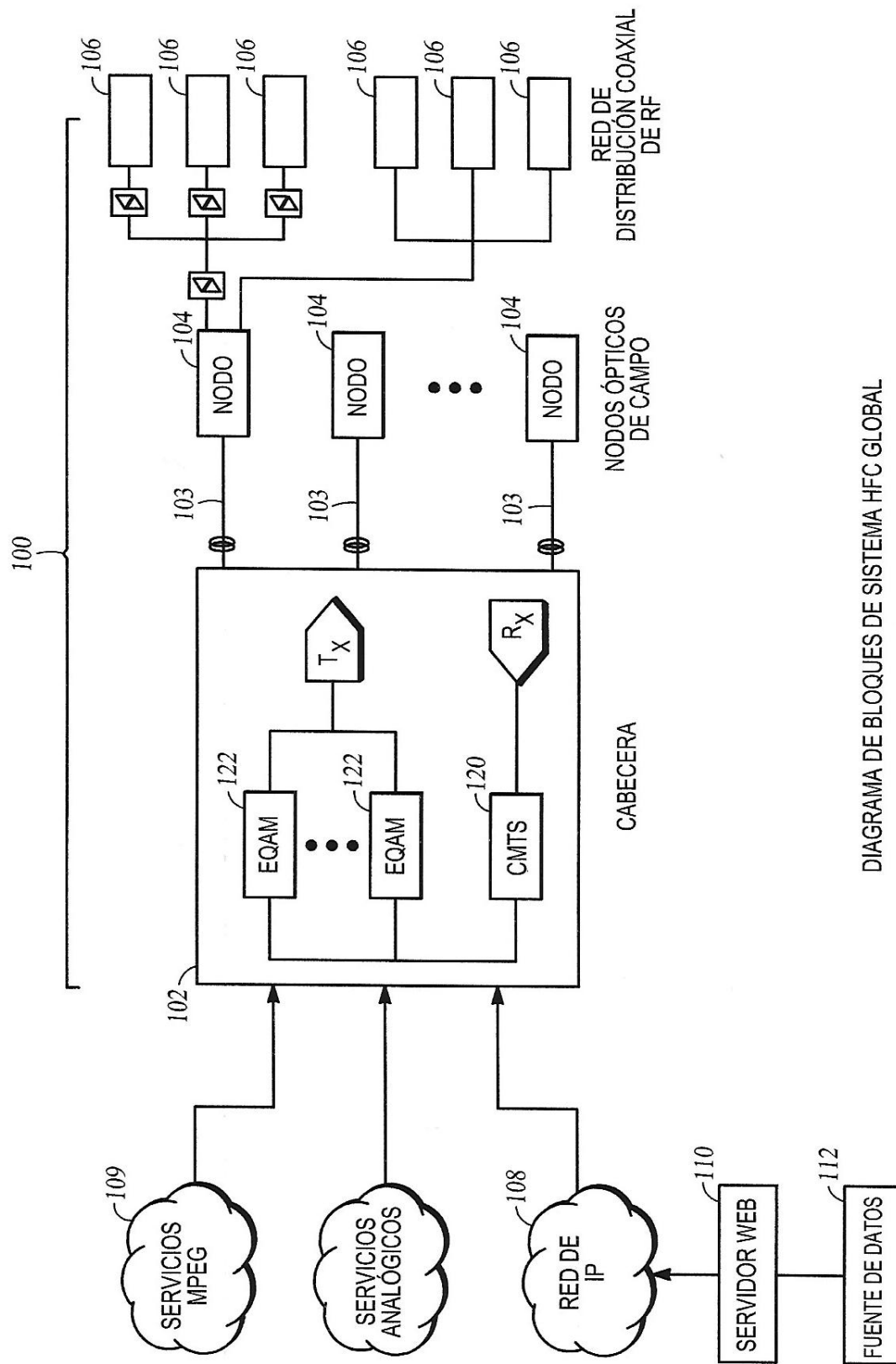


DIAGRAMA DE BLOQUES DE SISTEMA HFC GLOBAL

FIG. 1

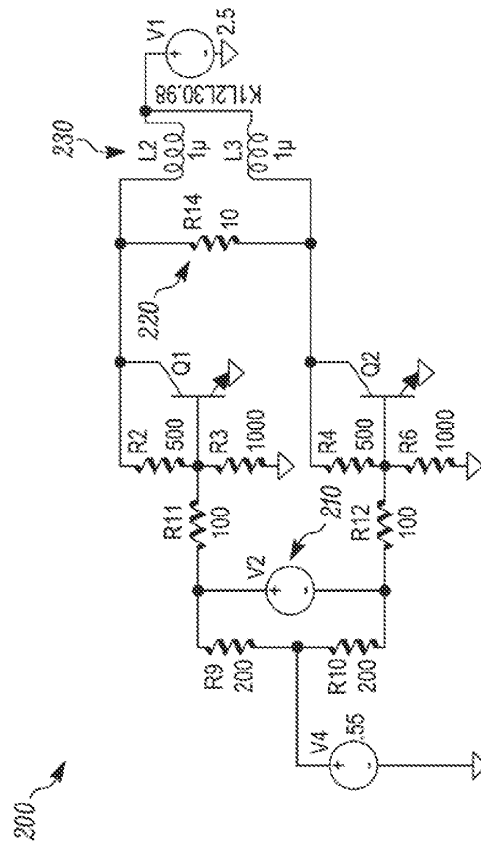


FIG. 2

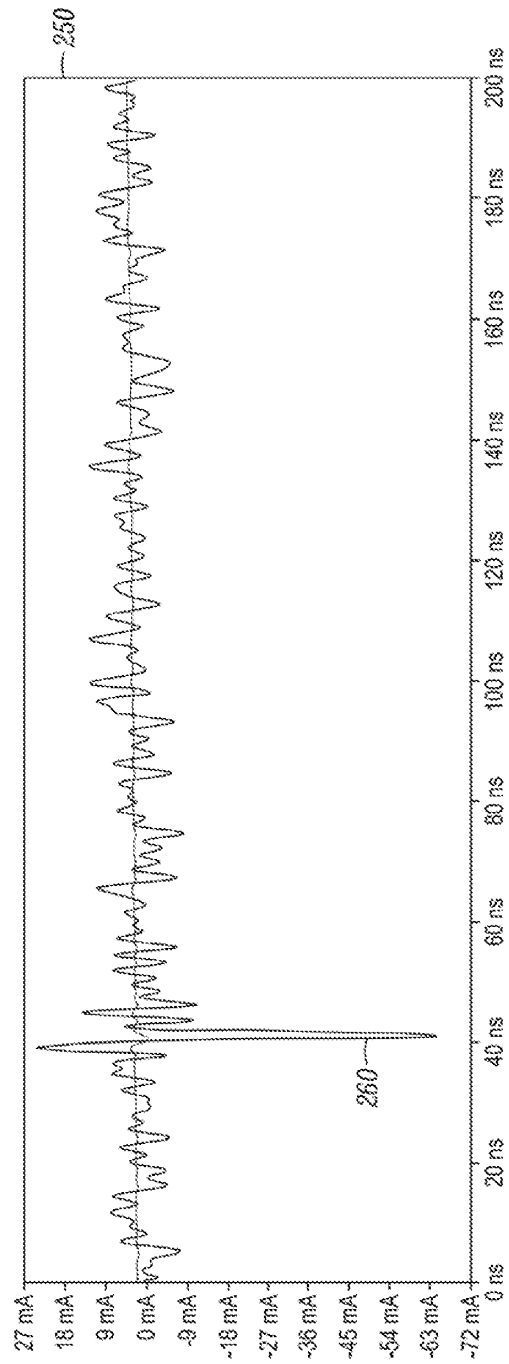
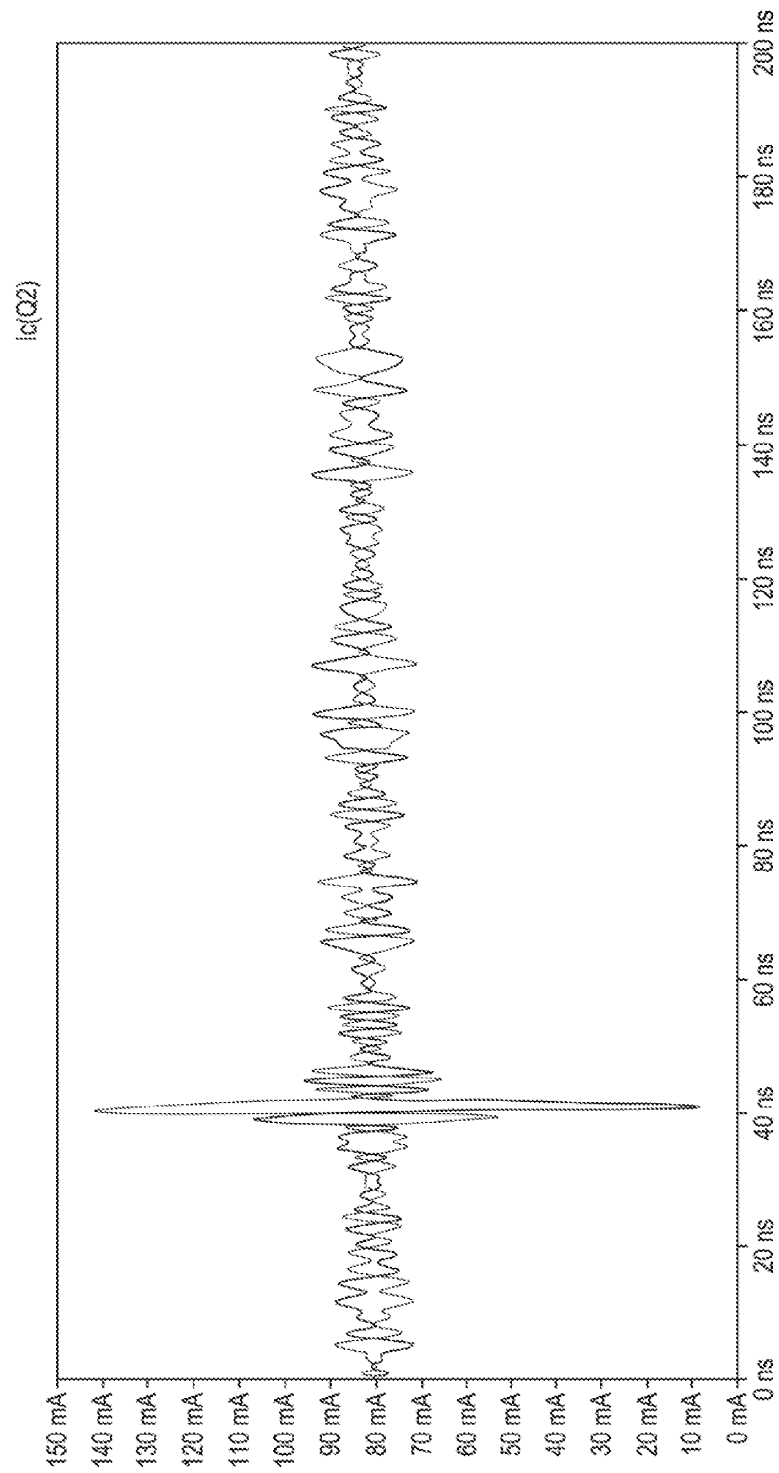


FIG. 3

*FIG. 4*

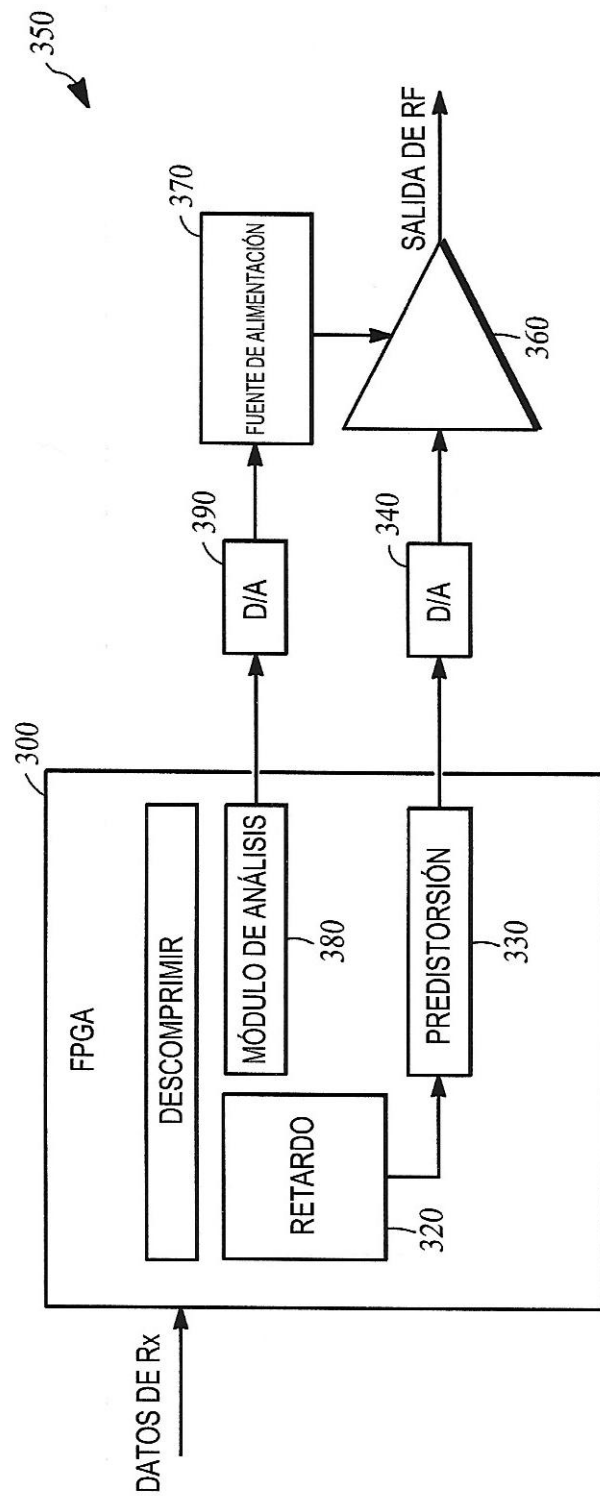


FIG. 5

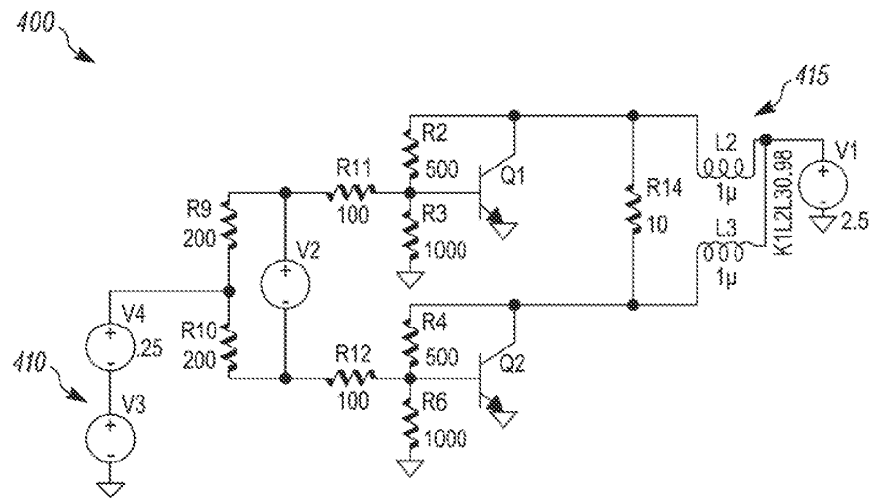


FIG. 6

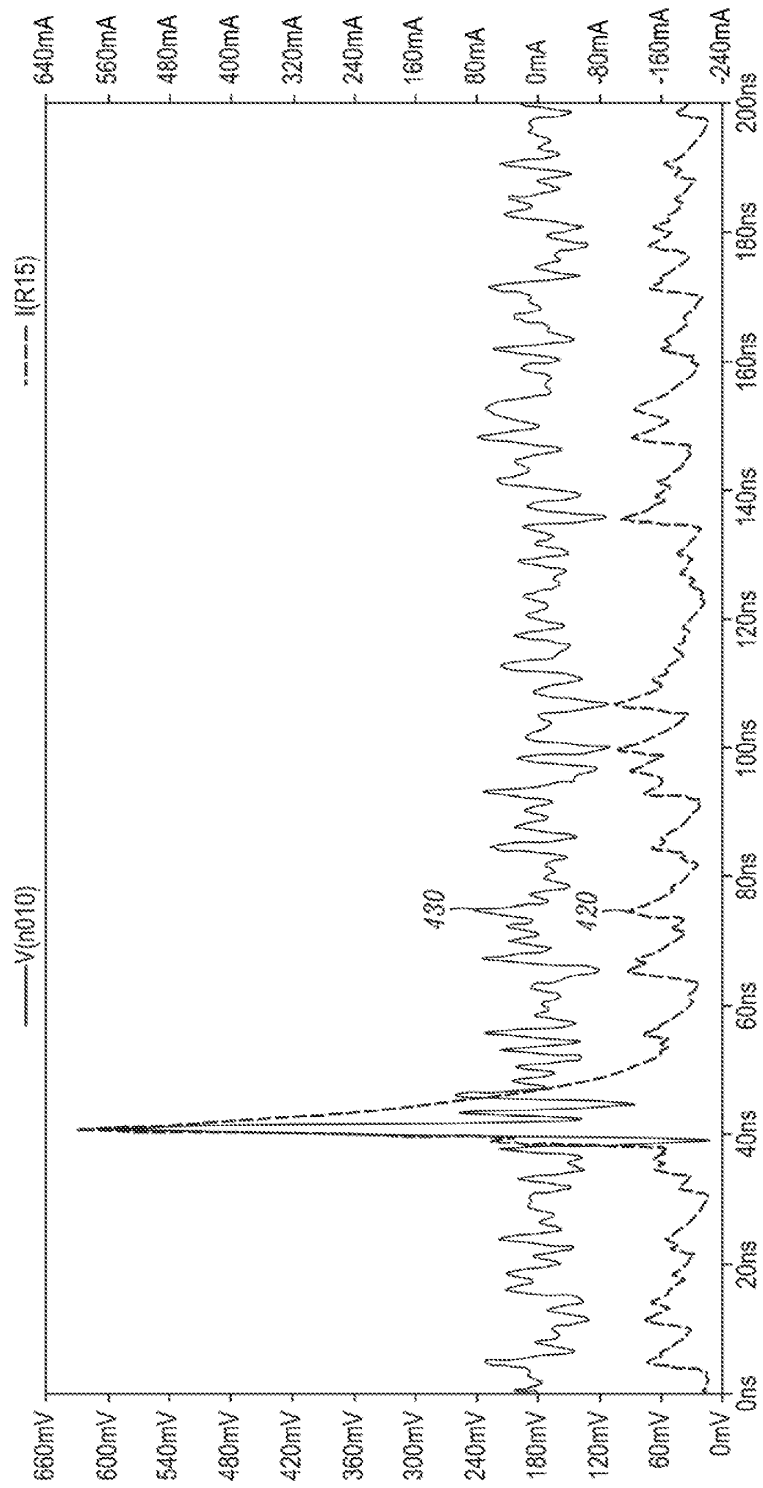


FIG. 7

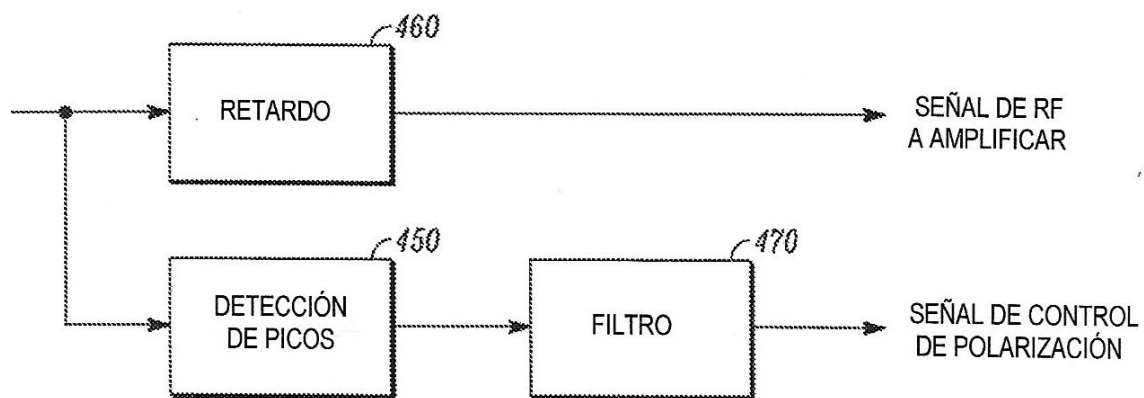


FIG. 8

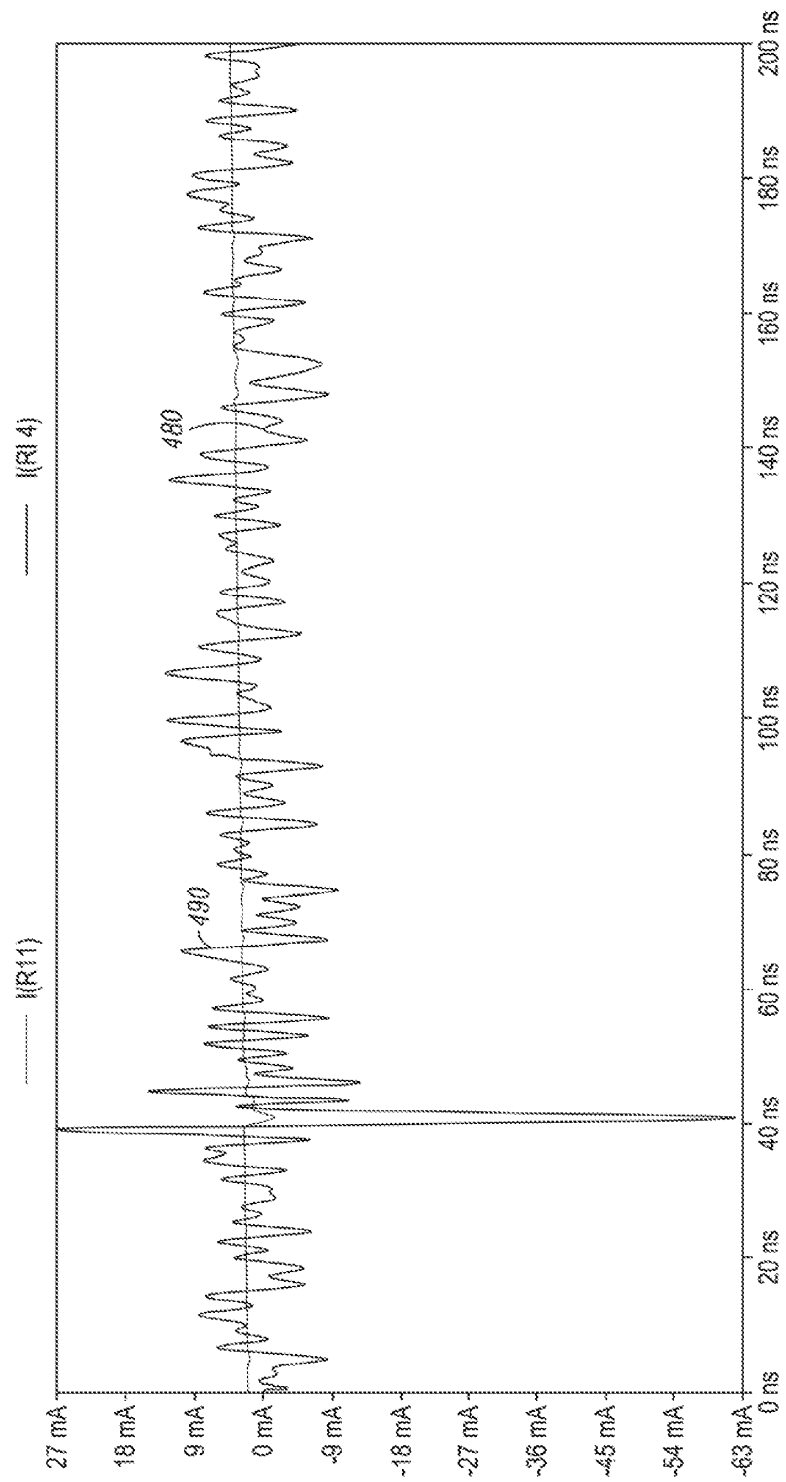
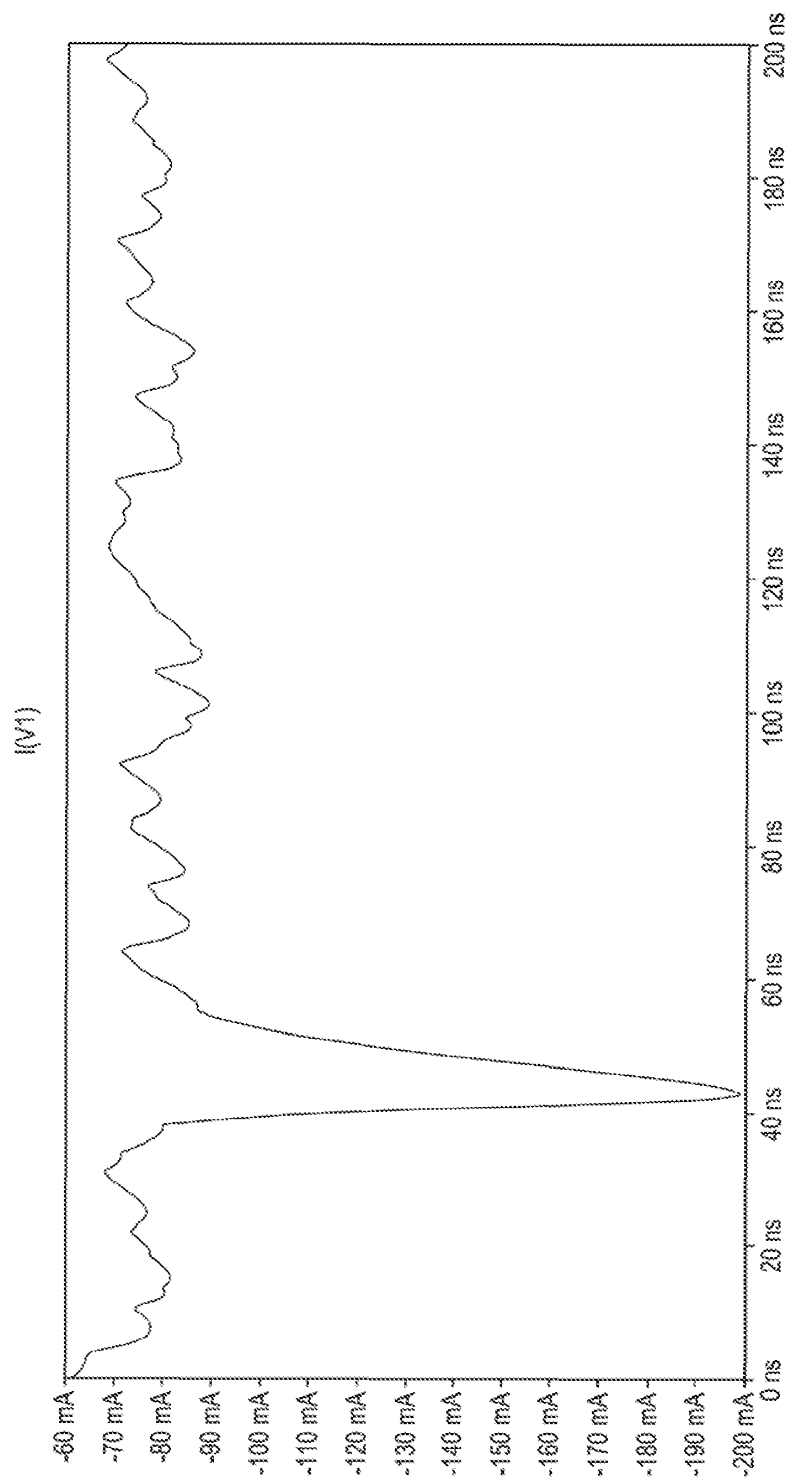
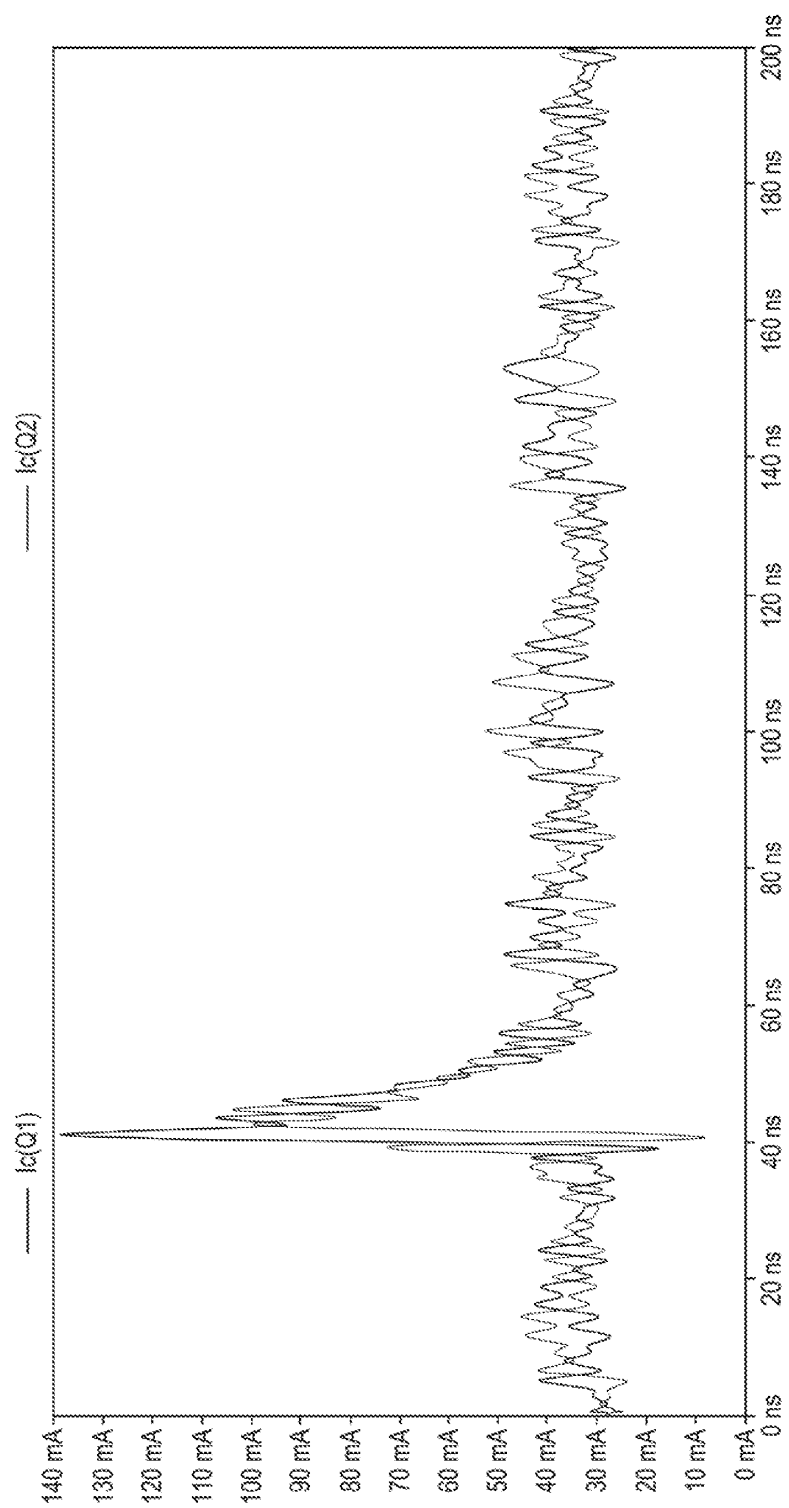


FIG. 9

*FIG. 10*

*FIG. 11*

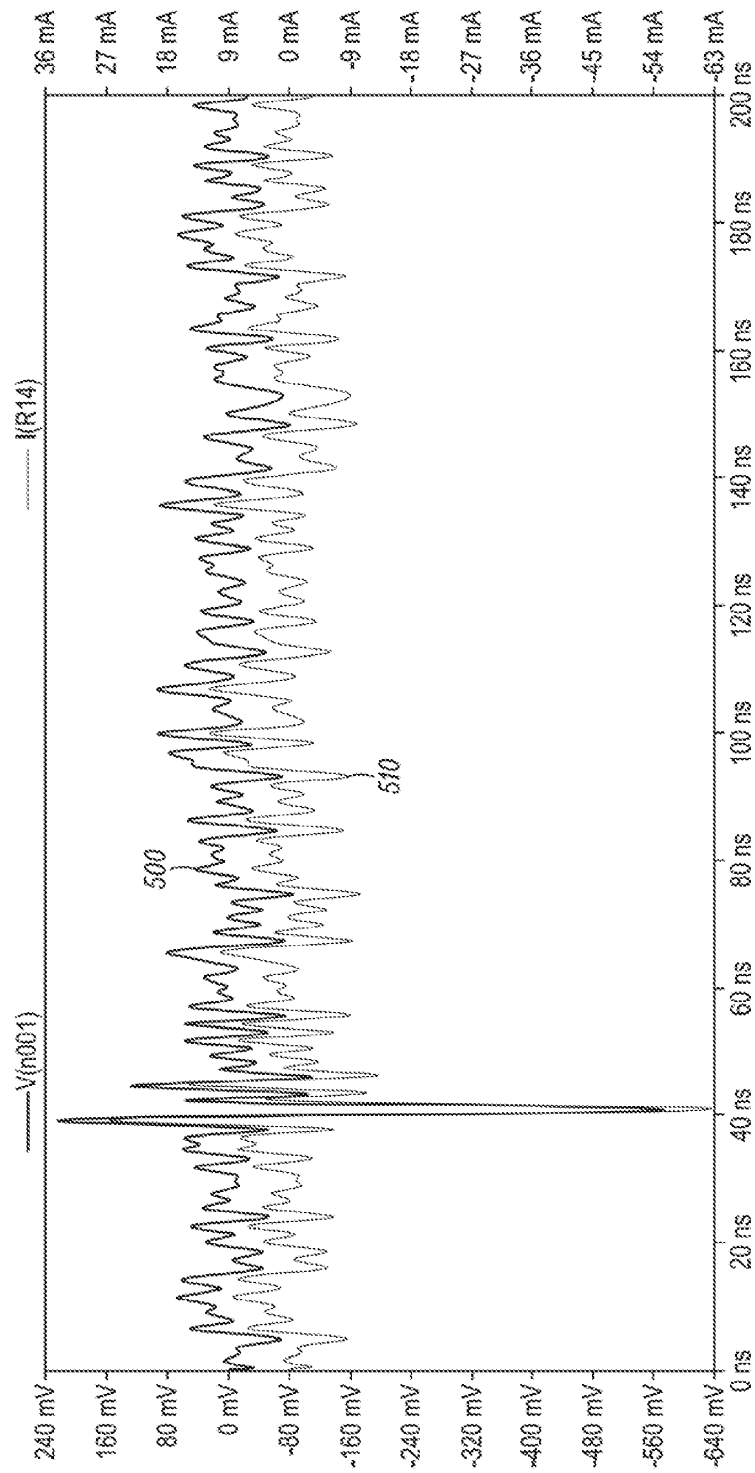


FIG. 12

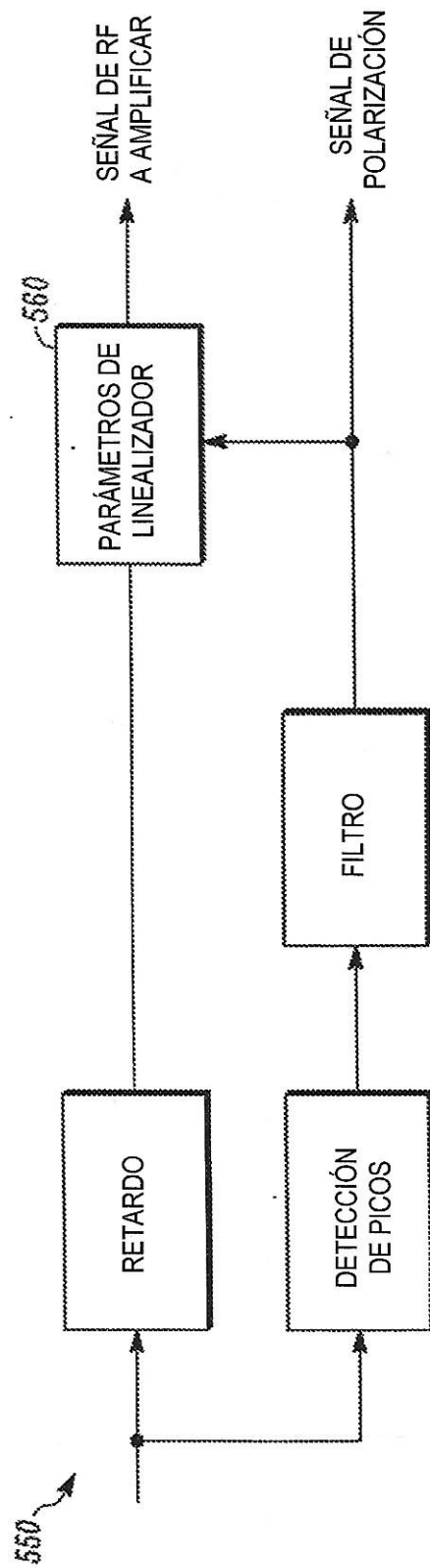


FIG. 13

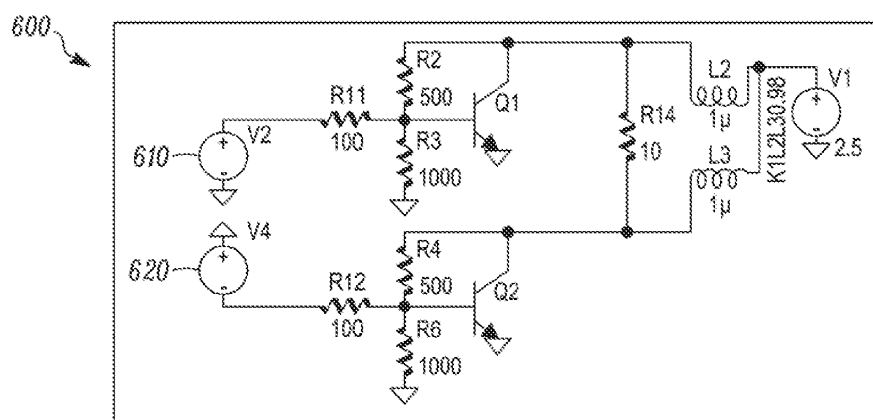


FIG. 14

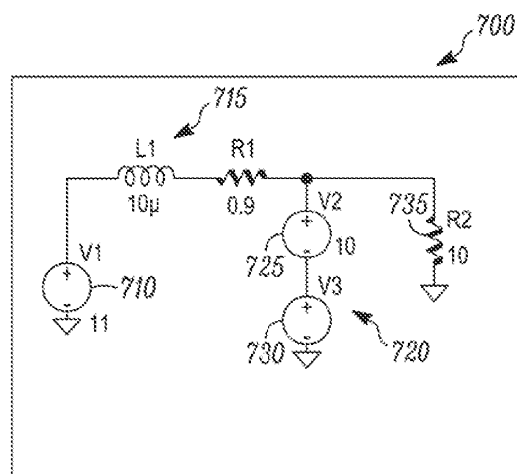


FIG. 15

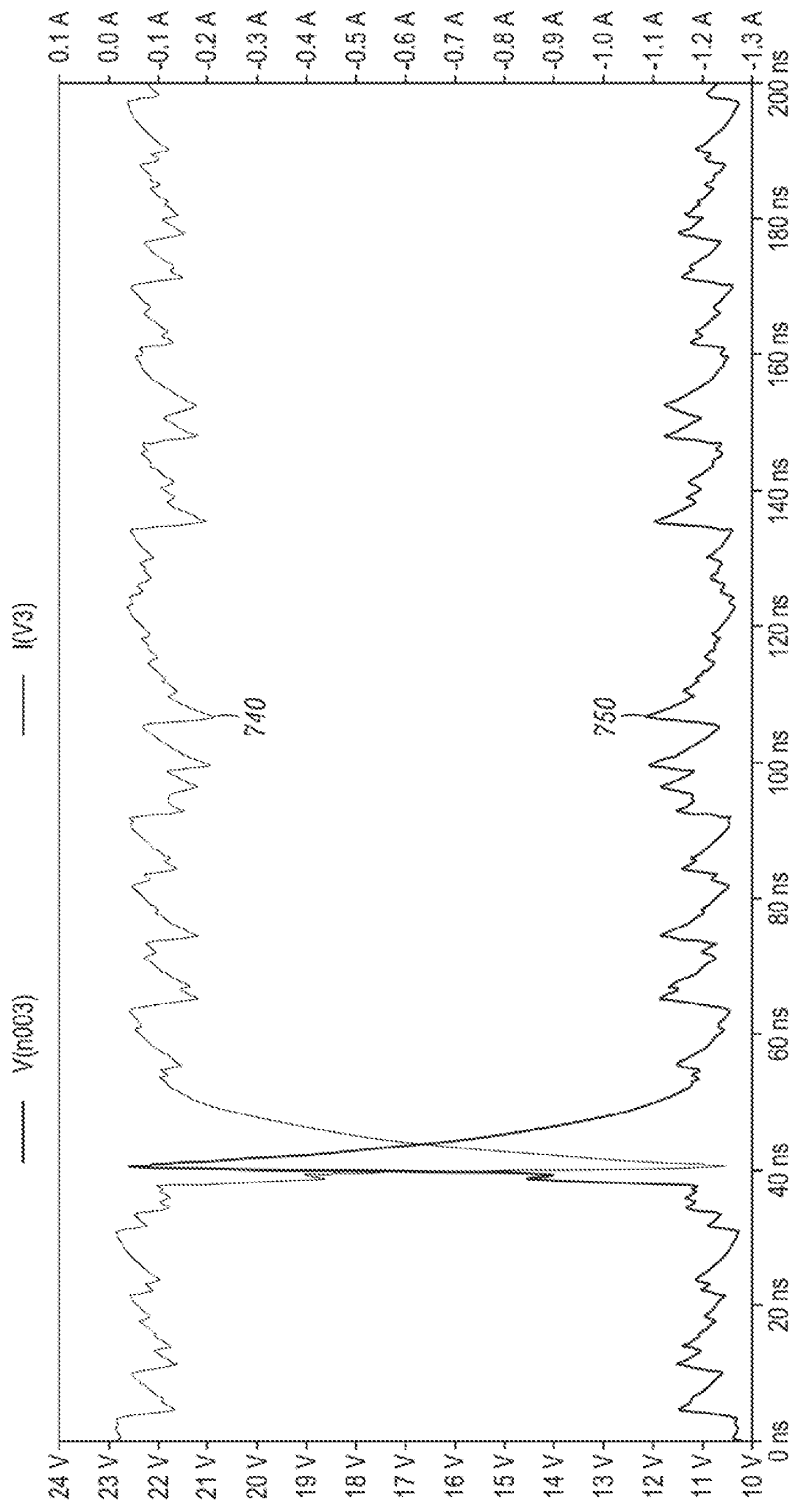


FIG. 16

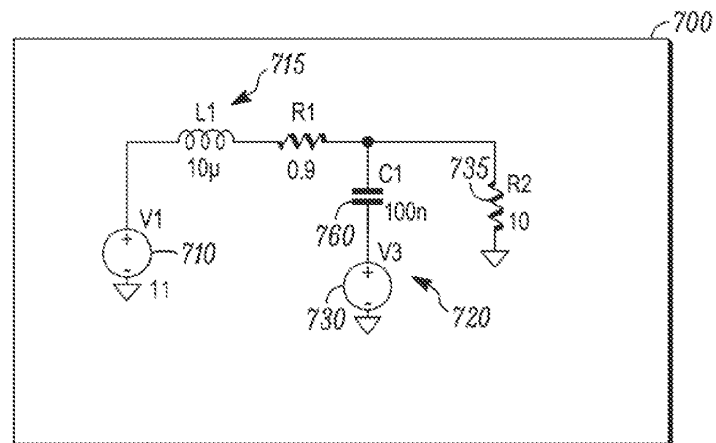


FIG. 17