

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 808 798**

51 Int. Cl.:

H04B 3/54 (2006.01)

H04L 25/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.08.2015 PCT/US2015/045696**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.04.2016 WO16053493**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.08.2015 E 15846825 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.05.2020 EP 3202049**

54 Título: **Extremo frontal de transceptor para comunicación mediante líneas eléctricas**

30 Prioridad:

29.09.2014 US 201414500685

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

01.03.2021

73 Titular/es:

**LANDIS+GYR TECHNOLOGIES, LLC (100.0%)
6436 County Road 11
Pequot Lakes, Minnesota 56472, US**

72 Inventor/es:

PELLETIER, DALE, SCOTT

74 Agente/Representante:

FÚSTER OLAGUIBEL, Gustavo Nicolás

ES 2 808 798 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

Extremo frontal de tranceptor para comunicación mediante líneas eléctricas

5 **Antecedentes**

La red de distribución eléctrica suministra energía eléctrica a los consumidores usando una red eléctrica interconectada. Las centrales/plantas eléctricas producen electricidad a partir de varias fuentes de energía diferentes incluyendo, pero sin limitarse a, combustibles, fisión nuclear, agua, energía solar y el viento. Las líneas de transmisión suministran la electricidad desde las centrales eléctricas hasta las instalaciones de los consumidores, incluyendo edificios residenciales y comerciales. Puede llevarse a cabo transmisión a larga distancia usando corriente alterna (CA) de alta tensión (por ejemplo, del orden de centenas de kilovoltios), lo que es útil para reducir la pérdida de energía. Las subestaciones incluyen transformadores para reducir la tensión (por ejemplo, por debajo de 10.000 voltios) para el suministro posterior a un área local. La tensión puede reducirse adicionalmente (por ejemplo, hasta 120-280 voltios) usando un transformador local, denominado a veces tambor/bote de transformador por su forma tradicional similar a un tambor o como montaje de contacto, para el suministro a las instalaciones de los consumidores.

Los proveedores de servicios dependen del funcionamiento apropiado de sus redes respectivas para suministrar servicios a sus consumidores. Habitualmente, puede ser deseable o necesario determinar información referente a los servicios que se proporcionan. Por ejemplo, el proveedor de servicios puede querer acceder a informes de uso diarios para facturar de manera eficaz a sus consumidores por los recursos que se consumen o se utilizan de otro modo por los consumidores. Por tanto, es importante para especificar datos la utilización de recursos y otra información que va a transmitirse y/o recibirse de manera fiable a intervalos específicos.

En las redes de comunicación mediante líneas eléctricas (PLC, *power line communication*), puntos extremos en la red (por ejemplo, contadores, interruptores de control de carga, conmutadores de servicios remotos, y otros puntos extremos) pueden proporcionar información actualizada (por ejemplo, información de consumo de energía y/o información de estado de funcionamiento en puntos extremos) transmitiendo datos sobre líneas de distribución eléctricas que también portan corriente alterna. Sin embargo, comunicar de manera eficaz tales datos puede constituir un reto, particularmente de manera puntual. Además, pueden ser limitadas las capacidades de puntos extremos y otros dispositivos de comunicación, al igual que aspectos de protocolos de transmisión propicios para la implementación con transferencia de datos de PLC.

Se proporcionan antecedentes adicionales en los siguientes documentos.

El documento US 2008/0089492 A1 divulga una disposición de circuitos para suprimir señales de interferencia en el ramal de recepción de un módem que contiene un ramal de transmisión y el ramal de recepción, de un aparato electrodoméstico equipado con un dispositivo de transmisión para transmitir y un dispositivo de recepción para recibir señales de datos, usando un filtro de paso de banda. Cuando se usa un circuito de recepción del módem con un circuito de entrada que tiene una impedancia de entrada relativamente alta en comparación con la impedancia de una fuente de señales útil que suministra señales de datos, a la que se alimentan señales de datos por medio de la fuente de señales útil que tiene una impedancia relativamente baja en relación con dicha impedancia de entrada y en presencia de las fuentes de señales de interferencia que suministran las señales de interferencia con una impedancia relativamente alta en relación con la impedancia de la fuente de señales útil que suministra las señales de datos, un filtro de paso de banda se conecta en paralelo a dicho circuito de entrada, ajustándose la frecuencia de resonancia de dicho filtro de paso de banda a un valor tal que la frecuencia de la señal de interferencia respectiva es o bien mayor o bien menor que la frecuencia de resonancia relevante.

El documento US 6.490.328 B1 divulga un sistema de comunicación de señales digitales que puede funcionar en redes de cableado exigentes. El procesador de señales incluye un circuito transmisor y un circuito receptor para transmitir y recibir señales de datos por redes de cableado con ruido, tales como redes eléctricas de CA domésticas. El circuito receptor usa un detector de señales digitales que detecta un tiempo de llegada de señal y una fase de una señal detectada, y normaliza la amplitud de la señal de recepción. El circuito receptor también usa un ecualizador de canales digital con una autoselección de etapa y un esquema de relajación de coeficientes para la convergencia en entornos de cableado exigentes.

Sumario

La presente invención proporciona un circuito de comunicación mediante líneas eléctricas según la reivindicación 1, y un método para la comunicación mediante un conjunto de líneas eléctricas de corriente alterna (CA) según la reivindicación 13. Se establecen características opcionales en las reivindicaciones dependientes.

Las descripciones/el sumario anteriores no pretenden describir cada realización o cada implementación de la presente divulgación. Las figuras y la descripción detallada a continuación también ejemplifican diversas realizaciones.

65

Descripción de las figuras

Diversas realizaciones a modo de ejemplo pueden entenderse de manera más completa considerando la siguiente descripción detallada en relación con los dibujos adjuntos, en los que:

5 la figura 1 muestra un primer circuito para la comunicación en un sistema de PCL, de acuerdo con una o más realizaciones;

la figura 2 muestra un segundo circuito para la comunicación en un sistema de PCL, de acuerdo con una o más realizaciones;

10 la figura 3A muestra un conjunto a modo de ejemplo de señales de comunicación que pueden comunicarse mediante un conjunto de líneas eléctricas de CA;

15 la figura 3B muestra el conjunto a modo de ejemplo de señales de comunicación de la figura 3A con distorsiones armónicas que pueden inducirse procesando ruido fuera de banda por medio de una función de transferencia no lineal de un receptor;

20 la figura 3C muestra el conjunto a modo de ejemplo de señales de comunicación de la figura 3A con ruido fuera de banda filtrado a una frecuencia dirigida; y

la figura 3D muestra señales de comunicación que resultan de procesar el conjunto de señales de comunicación de la figura 3C por medio de una función de transferencia no lineal de un receptor.

25 Aunque diversas realizaciones descritas en el presente documento son susceptibles de modificaciones y formas alternativas, se muestran a modo de ejemplo aspectos de las mismas en los dibujos y se describirán en detalle. Debe entenderse, sin embargo, que la intención no es limitar la invención a las realizaciones particulares descritas. Por el contrario, la intención es cubrir todas las modificaciones, equivalentes, y alternativas que están dentro del alcance de la divulgación incluyendo aspectos definidos en las reivindicaciones. Además, el término "ejemplo" tal como se usa en toda esta solicitud sólo es a modo de ilustración, y no de limitación.

30 **Descripción detallada**

La presente divulgación se refiere a circuitos y métodos para comunicaciones mediante líneas eléctricas de CA. Se describe a continuación un circuito de PLC para su uso en un sistema de PCL. El circuito de PLC incluye un extremo delantero analógico que tiene un circuito de acoplamiento de datos configurado para acoplar de manera comunicativa señales de comunicación hacia y desde un conjunto de líneas eléctricas de CA en el sistema de PCL. El extremo delantero analógico también incluye un circuito de reducción de ruido acoplado al circuito de acoplamiento de datos. El circuito de reducción de ruido está configurado para mitigar el ruido dentro de una banda de frecuencias de comunicación de las señales de comunicación filtrando al menos una frecuencia que está ubicada fuera de la banda de frecuencias de comunicación y que tiene armónicos ubicados dentro de la banda de frecuencias de comunicación. Un circuito receptor está acoplado al circuito de reducción de ruido y está configurado para demodular datos de la banda de frecuencias de comunicación de las señales de comunicación filtradas.

45 También se describe un método para la comunicación mediante un conjunto de líneas eléctricas de CA que también se divulga. Al usar un circuito de acoplamiento de datos, se reciben señales de comunicación del conjunto de líneas eléctricas de CA. El ruido dentro de una banda de frecuencias de comunicación de las señales de comunicación se mitiga filtrando al menos una frecuencia que está ubicada fuera de la banda de frecuencias de comunicación y que tiene armónicos ubicados dentro de la banda de frecuencias de comunicación. Los datos se demodulan desde la banda de frecuencias de comunicación de las señales de comunicación filtradas.

50 Se cree que los aspectos de la presente divulgación pueden aplicarse a una variedad de diferentes tipos de aparatos, sistemas y métodos que implican comunicación mediante líneas eléctricas de CA en un sistema de PCL. Aunque no están limitados necesariamente de esta manera, pueden apreciarse diversos aspectos a través de una descripción de ejemplos usando este contexto.

55 En sistemas de PCL, los datos se comunican dentro de una banda de frecuencias designada. Para facilitar la referencia, las frecuencias dentro de la banda de frecuencias designada pueden denominarse frecuencias en banda, y las frecuencias fuera de la banda de frecuencias designada pueden denominarse frecuencias fuera de banda. Al procesar señales de comunicación en un receptor, el ruido presente a las frecuencias fuera de banda puede provocar que una función de transferencia no lineal mostrada por el receptor distorsione una o más frecuencias en banda. Por ejemplo, cuando las señales fuera de banda (por ejemplo, ruido) se atenúan por medio de una función de transferencia no lineal de un receptor, puede inducirse ruido armónico en una o más frecuencias armónicas dentro de la banda de frecuencias usada para la comunicación de datos. De manera adicional o alternativa, la atenuación de múltiples señales de frecuencia fuera de banda puede inducir la distorsión de intermodulación en diversas frecuencias. Puede introducirse no linealidad, por ejemplo, como resultado el recorte de señales que tienen una amplitud que supera el intervalo de tensión del receptor. Como otro ejemplo, puede introducirse no linealidad por medio de una etapa

amplificadora no ideal.

Debido a la imprevisibilidad y a la interacción de ruido compleja a diferentes frecuencias, puede ser muy difícil, si no imposible, identificar fuentes de ruido que crean distorsiones en banda. Por ejemplo, la introducción de ruido a una frecuencia en banda particular puede resultar de armónicos de un gran número de frecuencias diferentes, que son factores de las frecuencias particulares. De manera alternativa, la introducción de ruido a la frecuencia en banda particular puede resultar de una interferencia intermodular de orden mayor de cualquiera de un gran número de combinaciones posibles de frecuencias fuera de banda.

La efectividad de los circuitos analógicos para filtrar señales fuera de banda en el extremo delantero de un receptor se considera generalmente limitada. Debido a las limitaciones percibidas de filtros analógicos y el gran intervalo de frecuencias fuera de banda que van a filtrarse, se considera generalmente que no es económico filtrar frecuencias fuera de banda usando filtros en un extremo delantero analógico. Más bien, se emplean de manera convencional técnicas de filtrado digital para eliminar ruido y mejorar la calidad de la señal.

Para describir adicionalmente la efectividad percibida actualmente de diversas técnicas de procesamiento de señales para la reducción de ruido, puede hacerse referencia a Gao Hongjian; Bumiller, G., "Comparison of different digital front end structures at the OFDM receiver", Power Line Communications and Its Applications (ISPLC), 2013 17^o IEEE International Symposium, vol., n.º., págs. 263,267, (24-27 de marzo de 2013).

Al contrario que en la práctica de diseño actual, diversas realizaciones divulgadas utilizan un circuito de reducción de ruido que elimina señales de intervalos de frecuencia fuera de banda específicos que se ha descubierto de manera sorprendente que son una fuente de distorsión armónica como frecuencias en banda en sistemas de PCL. El filtrado dirigido de intervalos de frecuencia específicos proporciona un método rentable para reducir armónicos que se inducen en la banda de frecuencias de comunicación por una función de transferencia no lineal del receptor.

Diversas realizaciones a modo de ejemplo se refieren a un circuito para su uso en un sistema de PCL. El circuito incluye un extremo delantero analógico que tiene un circuito de acoplamiento de datos configurado para acoplar de manera comunicativa señales de comunicación hacia y desde un conjunto de líneas eléctricas de CA en el sistema de PCL. El extremo delantero analógico también incluye un circuito de reducción de ruido que está acoplado al circuito de acoplamiento de datos. El circuito de reducción de ruido está configurado para mitigar el ruido dentro de una banda de frecuencias de comunicación de las señales de comunicación filtrando, de las señales de comunicación, al menos una frecuencia que está ubicada fuera de la banda de frecuencias de comunicación y que tiene armónicos ubicados dentro de la banda de frecuencias de comunicación. Un circuito receptor está acoplado al circuito de reducción de ruido y está configurado para demodular datos de la banda de frecuencias de comunicación de las señales de comunicación filtradas.

El circuito de reducción de ruido está configurado para filtrar una frecuencia respectiva fuera de la banda de frecuencias de comunicación. Por ejemplo, el circuito de reducción de ruido puede filtrar una frecuencia fuera de banda a la que determinados dispositivos muestran ruido. Se ha descubierto inesperadamente que determinados dispositivos con elementos de calentamiento, por ejemplo, placas de cocción de inducción, muestran ruido significativo a 30 kHz y 60 kHz, que puede provocar que una función de transferencia no lineal de un receptor introduzca distorsión a frecuencias en banda. Como ejemplo adicional, la iluminación fluorescente puede mostrar ruido significativo a 80 kHz, que puede provocar de manera similar que una función de transferencia no lineal de un receptor introduzca distorsión a frecuencias en banda. El circuito de reducción de ruido incluye uno o más filtros de derivación sintonizados simples, configurado cada uno para filtrar señales de una frecuencia respectiva.

Los circuitos y métodos pueden adaptarse para su uso con diversos protocolos de comunicación de PLC, que pueden utilizar diversos intervalos de frecuencias en banda para comunicar datos. Por ejemplo, en Japón, los sistemas de PCL comunican datos en una banda de frecuencias que se extiende desde 154,6875 kHz hasta 403,125 kHz. Como ejemplo adicional, en los Estados Unidos, los sistemas de PCL comunican datos en una banda de frecuencias que se extiende desde 159,4 kHz hasta 478,1 kHz. Aún como otro ejemplo, en Europa, los sistemas de PCL comunican datos en una banda de frecuencias que se extiende desde 35,9 kHz hasta 90,6 kHz.

Volviendo ahora a las figuras, la figura 1 muestra un primer circuito de PLC para la comunicación en un sistema de PCL, de acuerdo con una o más realizaciones. El circuito 100 de PLC incluye un extremo 104 delantero analógico que tiene un circuito 110 de acoplamiento de datos configurado para acoplar de manera comunicativa señales de comunicación hacia y desde un conjunto de líneas 102 eléctricas de CA en el circuito 100 de PLC. El extremo 104 delantero analógico también incluye un circuito 120 de reducción de ruido que está acoplado al circuito de acoplamiento de datos. El circuito 120 de reducción de ruido está configurado para mitigar el ruido dentro de una banda de frecuencias de comunicación de las señales de comunicación filtrando, de las señales de comunicación, al menos una frecuencia que está ubicada fuera de la banda de frecuencias de comunicación.

Un circuito 150 receptor está acoplado de manera comunicativa al circuito 120 de reducción de ruido y está configurado para demodular datos de la banda de frecuencias de comunicación de las señales de comunicación filtradas. En algunas implementaciones, el circuito 150 receptor está acoplado de manera comunicativa al circuito 120 de reducción

de ruido por medio de un filtro 130 de paso de banda. El filtro 130 de paso de banda puede estar configurado para filtrar adicionalmente frecuencias fuera de banda de señales de comunicación que se proporcionan al circuito 150 receptor.

5 En algunas realizaciones, el circuito 100 de PLC incluye un circuito 180 transmisor configurado para transmitir datos mediante las líneas 102 eléctricas de CA por medio del circuito 110 de acoplamiento de datos y el circuito 120 de reducción de ruido. Algunos circuitos transmisores de producción muestran ruido a frecuencias fuera de banda que pueden introducir ruido en banda en un dispositivo al que se transmiten datos.

10 En algunas implementaciones, el extremo 104 delantero analógico incluye un filtro de paso bajo y/o un condensador 160 de acoplamiento, que acoplan de manera comunicativa el circuito 180 transmisor al circuito 110 de acoplamiento de datos o al circuito 120 de reducción de ruido. El filtro de paso bajo puede filtrar, por ejemplo, frecuencias por encima de la banda de frecuencias de comunicación a partir de señales emitidas desde el circuito 180 transmisor. En algunas implementaciones, el filtro 130 de paso de banda, el condensador 160 de acoplamiento y/o el filtro 170 de paso bajo, pueden incorporarse en el circuito 120 de reducción de ruido.

La figura 2 muestra un segundo circuito para la comunicación en un sistema de PCL, de acuerdo con una o más realizaciones. El circuito 200 de PLC incluye un extremo 204 delantero analógico que tiene un circuito 250 receptor, un circuito 280 transmisor y un extremo 204 delantero analógico configurado para comunicar datos de un conjunto de líneas 202 eléctricas de CA al circuito 250 receptor y desde el circuito 280 transmisor al conjunto de líneas 202 eléctricas de CA. El extremo 204 delantero analógico incluye un circuito 210 de acoplamiento de datos, un circuito 220 de reducción de ruido, un filtro 230 de paso de banda, un condensador 260 de acoplamiento y un filtro 270 de paso bajo, configurados y dispuestos tal como se describió con referencia a los elementos 110, 120, 130, 160 y 170 respectivos en la figura 1.

25 El circuito 210 de acoplamiento de datos, un circuito 220 de reducción de ruido, un filtro 230 de paso de banda, un condensador 260 de acoplamiento y un filtro 270 de paso bajo pueden implementarse usando diversos circuitos y filtros. En la implementación a modo de ejemplo mostrada en la figura 2, el circuito 210 de acoplamiento de datos incluye un transformador que tiene un devanado 214 primario conectado a las líneas 202 eléctricas de CA en un lado de alta tensión y un devanado 216 secundario conectado al circuito 220 de reducción de ruido en un lado de baja tensión. En algunas implementaciones, el circuito 210 de acoplamiento de datos incluye un condensador 212 conectado en serie con el devanado 214 primario para formar un filtro de paso alto.

30 El circuito 220 de reducción de ruido incluye uno de más filtros, cada uno configurado para filtrar una frecuencia fuera de banda respectiva. En la implementación a modo de ejemplo mostrada en la figura 2, el circuito 220 de reducción de ruido incluye dos filtros de derivación sintonizados simples pasivos configurados para filtrar frecuencias fuera de banda respectivas. El primero de los filtros de derivación sintonizados simples está formado por un condensador 222 conectado en serie con un inductor 224. El segundo de los filtros de derivación sintonizados simples está formado por un condensador 226 conectado en serie con un inductor 228. Diversas implementaciones pueden incluir más o menos filtros.

35 El filtro 230 de paso de banda puede incluirse para filtrar adicionalmente frecuencias fuera de banda de señales de comunicación que se comunican al circuito 250 receptor. El filtro 230 de paso de banda puede construirse usando diversas disposiciones de filtros activos o pasivos. En la implementación a modo de ejemplo mostrada en la figura 2, el filtro 230 de paso de banda incluye una resistencia 232, un inductor 234 y un condensador 236 conectado en serie a lo largo de una línea de señal entre el circuito 220 de reducción de ruido y el circuito 250 receptor. El filtro 230 de paso de banda a modo de ejemplo también incluye un condensador 238 y un inductor 240 conectado en paralelo entre las entradas de señal del circuito 250 receptor.

40 El filtro 270 de paso bajo puede incluirse para filtrar adicionalmente la distorsión de alta frecuencia en una señal de comunicación emitida por el circuito 280 transmisor. Por ejemplo, el filtro 270 de paso bajo puede estar configurado para filtrar la frecuencia fuera de banda por encima de la banda de frecuencias de comunicación. El filtro 270 de paso bajo puede construirse usando diversas disposiciones de filtros activos o pasivos. En la implementación a modo de ejemplo mostrada en la figura 2, el filtro 270 de paso bajo incluye un inductor que tiene un primer extremo conectado a una primera salida del circuito 280 transmisor y un segundo extremo conectado al condensador 260 de acoplamiento. El filtro 270 de paso bajo incluye además un condensador 276 conectado entre el segundo extremo del inductor 278 y una tensión de tierra de referencia. El filtro 270 de paso bajo incluye además un condensador 272 y una resistencia 274 conectados en serie entre el segundo extremo del inductor 278 y la tensión de tierra de referencia.

45 El filtro 270 de paso bajo puede incluirse para filtrar adicionalmente la distorsión de alta frecuencia en una señal de comunicación emitida por el circuito 280 transmisor. Por ejemplo, el filtro 270 de paso bajo puede estar configurado para filtrar la frecuencia fuera de banda por encima de la banda de frecuencias de comunicación. El filtro 270 de paso bajo puede construirse usando diversas disposiciones de filtros activos o pasivos. En la implementación a modo de ejemplo mostrada en la figura 2, el filtro 270 de paso bajo incluye un inductor que tiene un primer extremo conectado a una primera salida del circuito 280 transmisor y un segundo extremo conectado al condensador 260 de acoplamiento. El filtro 270 de paso bajo incluye además un condensador 276 conectado entre el segundo extremo del inductor 278 y una tensión de tierra de referencia. El filtro 270 de paso bajo incluye además un condensador 272 y una resistencia 274 conectados en serie entre el segundo extremo del inductor 278 y la tensión de tierra de referencia.

50 La respuesta de frecuencia de los diversos circuitos en el extremo 204 delantero analógico se determina por los valores de los condensadores, los inductores y/o las resistencias en los circuitos respectivos. Como implementación a modo de ejemplo específica, para un receptor y un transmisor configurados para comunicar datos en una banda de frecuencias de comunicación de 150-450 kHz, el filtro 230 de paso de banda puede estar configurado para hacer pasar sólo frecuencias en la banda de 150-450 kHz. Tal configuración puede implementarse, por ejemplo, con una resistencia 232 de 100 Ω , un inductor 234 de 4,7 μ H, un condensador 236 de 10 μ F, un condensador 238 de 4700 pF, y un inductor 240 de 47 μ H. Para la banda de frecuencias de comunicación de 150-450 kHz a modo de ejemplo, el

5 filtro de paso alto del circuito 210 de acoplamiento de datos puede estar configurado para tener una frecuencia de esquina de 150 kHz. Tal configuración puede implementarse, por ejemplo, con un condensador 212 de 0,1 μF . Para la banda de frecuencias de comunicación de 150-450 kHz a modo de ejemplo, el filtro 270 de paso bajo puede estar configurado para tener una frecuencia de esquina de 450 kHz. Tal configuración puede implementarse, por ejemplo, con un inductor 278 de 4,7 μH , un condensador 276 de 1 μF , un condensador 272 de 1 μF y una resistencia 274 de 100 Ω .

10 Tal como se indicó previamente, el circuito 220 de reducción de ruido en este ejemplo incluye dos filtros de derivación sintonizados simples, configurado cada uno para filtrar frecuencias respectivas fuera de la banda de frecuencias de comunicación. Las frecuencias filtradas por los filtros de derivación sintonizados simples se determinan por los valores del condensador y el inductor que forman cada uno de los filtros de derivación sintonizados simples. Continuando con el ejemplo de la banda de frecuencias de comunicación de 150-450 kHz, en algunas implementaciones, los filtros pueden estar configurados respectivamente para filtrar señales fuera de banda en el intervalo de frecuencias de 20 kHz a 60 kHz. Tal configuración puede implementarse usando un primer filtro de derivación sintonizado simple que tiene un condensador 222 de 2,2 μF y un inductor de 22 μH , y un segundo filtro de derivación sintonizado simple que tiene un condensador 222 de 1 μF y un inductor de 10 μH .

20 Las figuras 3A, 3B, 3C, y 3D ilustran el efecto del ruido fuera de banda en las frecuencias de comunicación en banda con y sin filtrado fuera de banda dirigido realizado por el circuito de reducción de ruido. La figura 3A muestra un conjunto a modo de ejemplo de señales de comunicación que pueden comunicarse mediante un conjunto de líneas eléctricas de CA. En este ejemplo, el conjunto de señales de comunicación incluye una señal 310 de ruido y dos señales 320 y 330 de datos a frecuencias en banda.

25 La línea 340 ilustra la amplitud máxima de un receptor, más allá de la cual puede producirse recorte de señales. Inicialmente, parece que el sistema no generará armónicos debido al recorte, pero tiene que examinarse el sistema de señalización de datos. Puede pasarse por alto que las señales de multiplexación por división de frecuencia ortogonal (OFDM) están involucradas en el problema de armónicos real. En un sistema de señalización de estilo OFDM, la razón de potencia pico con respecto a promedio puede llegar a ser bastante grande. A modo de ejemplo ilustrativo, un sistema de OFDM puede mostrar una razón de potencia pico con respecto a promedio de 7 a 1. Los picos grandes se producen cuando picos de múltiples señales de diferentes frecuencias se alinean en el dominio de tiempo. Por rentabilidad, la eficiencia de uso del intervalo dinámico completa, y por otros motivos, los diseñadores de sistemas mantendrán la ganancia de recepción relativamente alta. Como tal, pueden recortarse picos grandes (incluso sin la presencia de ruido). Aunque la señal de datos puede generar armónicos, cuando se producen picos, los armónicos producidos (principalmente armónicos impares) quedarán fuera de la banda de interés. Sin embargo, cuando se produce ruido por algunos dispositivos diversos (tal como los descritos anteriormente), los armónicos impares del ruido pueden quedar dentro de la banda de interés. Por ejemplo, el tercer armónico de 60 kHz es 180 kHz y el tercer armónico de 80 kHz es 240 kHz; ambos están en la banda de interés. Reducir el nivel de ruido mitiga este problema.

40 La figura 3B muestra el conjunto de señales de comunicación de la figura 3A, después del procesamiento por una función de transferencia no lineal de un receptor. Tal como se describió con referencia a la figura 3A, los picos de señales 310, 320 y/o 330 pueden alinearse para producir un pico grande (por ejemplo, que tiene una amplitud que supera la amplitud máxima del receptor). Cuando se procesa por el receptor, el pico grande puede recortarse, lo que da como resultado una función de transferencia no lineal. Como resultado del recorte, pueden introducirse señales 350 y 360 de ruido tal como frecuencias armónicas de la señal 310 de ruido original. En este ejemplo, una de las señales de ruido queda dentro del intervalo de frecuencias en banda usado para la comunicación, degradándose de ese modo el rendimiento.

50 La figura 3C muestra el conjunto de señales de comunicación de la figura 3A después de realizar el filtrado fuera de banda dirigido, según una o más realizaciones. Tal como se muestra en la figura 3C, el filtrado atenúa la amplitud de la señal 310 de ruido.

55 La figura 3D muestra señales de comunicación que resultan de procesar el conjunto de señales de comunicación de la figura 3C tras el procesamiento por el receptor. Tal como se muestra en la figura 3D, dado que la amplitud de la señal 310 de ruido fuera de banda se reduce, no se produce recorte y no se introducen distorsiones armónicas. Debe observarse que el receptor puede mostrar una función de transferencia no lineal incluso cuando no se produce recorte. Por ejemplo, tal como se observó anteriormente, un amplificador en el receptor puede mostrar no linealidad debido a componentes no ideales. Sin embargo, la cantidad de distorsión introducida por la función de transferencia no lineal es proporcional a la amplitud de la señal 310 de ruido fuera de banda que se atenúa. Por consiguiente, el filtrado fuera de banda dirigido y la reducción resultante en la amplitud de la señal 310 de ruido, reduce sustancialmente la cantidad de ruido que se introduce en el intervalo de frecuencias en banda. De esta manera, se mejora el rendimiento de un sistema de PCL.

65 Pueden implementarse diversos bloques, módulos u otros circuitos para llevar a cabo una o más de las operaciones y actividades descritas en el presente documento y/o mostradas en las figuras. En estos contextos, un "bloque"

(también, a veces, "circuito lógico" o "módulo") es un circuito que lleva a cabo una o más de estas u otras operaciones/actividades relacionadas (por ejemplo, un circuito de reducción de ruido). Por ejemplo, en determinadas de las realizaciones descritas anteriormente, uno o más módulos son circuitos lógicos discretos o circuitos lógicos programables configurados y dispuestos para implementar estas operaciones/actividades, tal como en los módulos de circuito mostrados en las figuras 1 y 2. En determinadas realizaciones, un circuito programable de este tipo es uno o más circuitos informáticos programados para ejecutar un conjunto (o conjuntos) de instrucciones (y/o datos de configuración). Las instrucciones (y/o datos de configuración) pueden estar en forma de firmware o software almacenados en y accesibles desde una memoria (circuito). Como ejemplo, el primer y segundo módulos incluyen una combinación de un circuito basado en hardware de la unidad de procesamiento central (CPU) y un conjunto de instrucciones en forma de firmware, donde el primer módulo incluye un primer circuito de hardware de CPU con un conjunto de instrucciones y el segundo módulo incluye un segundo circuito de hardware de CPU con otro conjunto de instrucciones.

Basándose en la descripción e ilustraciones anteriores, los expertos en la técnica reconocerán fácilmente que pueden realizarse diversas modificaciones y cambios a las diversas realizaciones sin seguir estrictamente las realizaciones y aplicaciones a modo de ejemplo ilustradas y descritas en el presente documento. Por ejemplo, aunque los aspectos y las características pueden describirse en algunos casos en las figuras individuales, se apreciará que características de una figura pueden combinarse con características de otra figura aunque la combinación no se muestre explícitamente ni se describa explícitamente como una combinación. Tales modificaciones no se apartan del alcance de la invención, que se define por las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Circuito de comunicación mediante líneas eléctricas para su uso en un sistema de comunicación mediante líneas eléctricas, comprendiendo el circuito (100; 200) de comunicación mediante líneas eléctricas:

5 un circuito (104; 204) de extremo delantero analógico que incluye

10 un circuito (110; 210) de acoplamiento de datos configurado y dispuesto para acoplar de manera comunicativa señales de comunicación entre el circuito (110; 210) de acoplamiento de datos y un conjunto de líneas (102; 202) eléctricas de corriente alterna, CA en el sistema de comunicación mediante líneas eléctricas, mediante lo cual el circuito (110; 210) de acoplamiento de datos se usa para comunicar las señales de comunicación portadas por el sistema de comunicación mediante líneas eléctricas, y

15 un circuito (120; 220) de reducción de ruido acoplado al circuito (110; 210) de acoplamiento de datos y configurado y dispuesto para mitigar el ruido dentro de una banda de frecuencias de comunicación de las señales de comunicación, comprendiendo el circuito (120; 220) de reducción de ruido un primer filtro (222; 224; 226; 228) de derivación sintonizado simple configurado para atenuar la amplitud de una primera señal (310) de ruido a una primera frecuencia respectiva que está ubicada fuera de y por debajo de la banda de frecuencias de comunicación, primera señal de ruido que tiene un armónico ubicado dentro de la banda de frecuencias de comunicación, en el que la primera frecuencia comprende 30 kHz, 60 kHz o 80 kHz; y

20 un circuito (150; 250) receptor acoplado al circuito (120; 220) de reducción de ruido y configurado y dispuesto para demodular las señales de comunicación filtradas en la banda de frecuencias de comunicación.
2. Circuito (100; 200) de comunicación mediante líneas eléctricas según la reivindicación 1, en el que la primera frecuencia es de 30 kHz, y el circuito (120; 220) de reducción de ruido comprende además un segundo filtro (226; 228) de derivación sintonizado simple configurado para atenuar la amplitud de una segunda señal (310) de ruido a una segunda frecuencia respectiva, segunda señal de ruido que tiene un armónico ubicado dentro de la banda de frecuencias de comunicación, siendo la segunda frecuencia de 60 kHz.
3. Circuito de comunicación mediante líneas eléctricas según cualquier reivindicación anterior, que comprende además un filtro (130; 230) de paso de banda dispuesto para acoplar el circuito (120; 220) de reducción de ruido al circuito (150; 250) receptor y para filtrar frecuencias de señales de comunicación que se proporcionan al circuito (150; 250) receptor y están fuera de la banda de frecuencias de comunicación.
4. Circuito de comunicación mediante líneas eléctricas según la reivindicación 3, en el que el filtro (130; 230) de paso de banda está configurado para filtrar frecuencias fuera de una banda de paso de frecuencias de 100-450 kHz de las señales de comunicación.
5. Circuito (200) de comunicación mediante líneas eléctricas según cualquier reivindicación anterior, en el que el circuito (210) de acoplamiento de datos incluye

45 un transformador que tiene devanados (214, 216) primario y secundario; y

un condensador (212) acoplado en serie con el devanado (214) primario del transformador, formando el devanado (214) primario y el condensador (212) un filtro de paso alto.
6. Circuito (10; 200) de comunicación mediante líneas eléctricas según cualquier reivindicación anterior, que comprende además un circuito (180; 280) transmisor configurado para transmitir datos por medio de señales de modulación en la banda de frecuencias de comunicación para producir una señal de comunicación de salida.
7. Circuito (100; 200) de comunicación mediante líneas eléctricas según la reivindicación 6, que comprende además un filtro (170; 270) de paso bajo acoplado al circuito (180; 280) transmisor y configurado y dispuesto para filtrar la señal de comunicación de salida producida por el circuito (180; 280) transmisor.
8. Circuito (100; 200) de comunicación mediante líneas eléctricas según la reivindicación 7, en el que el filtro (170; 270) de paso bajo tiene una frecuencia de esquina de 450 kHz.
9. Circuito (100; 200) de comunicación mediante líneas eléctricas según la reivindicación 7, que comprende además un condensador (160; 260) de acoplamiento de AC conectado al circuito (120; 220) de reducción de ruido y configurado para comunicar la señal de comunicación de salida producida por el circuito (180; 280) transmisor al circuito (120; 220) de reducción de ruido.
10. Circuito (100; 200) de comunicación mediante líneas eléctricas según la reivindicación 1, en el que la banda

de frecuencias de comunicación incluye una banda de frecuencias que se extiende desde 155 kHz hasta 403 kHz.

- 5 11. Circuito (100; 200) de comunicación mediante líneas eléctricas según la reivindicación 1, en el que la banda de frecuencias de comunicación incluye una banda de frecuencias que se extiende desde 160 kHz hasta 478 kHz.
- 10 12. Circuito (100; 200) de comunicación mediante líneas eléctricas según la reivindicación 1, en el que la banda de frecuencias de comunicación incluye una banda de frecuencias que se extiende desde 36 kHz hasta 90 kHz.
- 15 13. Método para la comunicación mediante un conjunto de líneas (102; 202) eléctricas de corriente alterna, CA, comprendiendo el método:
usar un circuito (110; 210) de acoplamiento de datos, que recupera señales de comunicación del conjunto de líneas (102; 202) eléctricas de CA;
mitigar ruido dentro de una banda de frecuencias de comunicación de las señales de comunicación usando un primer filtro (222; 224; 226; 228) de derivación sintonizado simple para atenuar la amplitud de una primera señal (310) de ruido a una primera frecuencia respectiva que está ubicada fuera de y por debajo de la banda de frecuencias de comunicación, primera señal (310) de ruido que tiene un armónico ubicado dentro de la banda de frecuencias de comunicación, la primera frecuencia comprende 30 kHz, 60 kHz o 80 kHz; y
25 demodular las señales de comunicación filtradas en la banda de frecuencias de comunicación para recuperar un conjunto de datos.
- 30 14. Método según la reivindicación 13, en el que la primera frecuencia es de 30 kHz, y la mitigación comprende además usar un segundo filtro (222; 224) de derivación sintonizado simple para atenuar la amplitud de una segunda señal (310) de ruido a una segunda frecuencia respectiva, segunda señal de ruido que tiene un armónico ubicado dentro de la banda de frecuencias de comunicación, en el que la segunda frecuencia es de 60 kHz.
- 35 15. Método según la reivindicación 14, que comprende además:
transmitir datos por medio de señales de modulación en la banda de frecuencias de comunicación para producir una señal de comunicación de salida;
usar un filtro (170; 270) de paso bajo, que filtra frecuencias por encima de la banda de frecuencias de comunicación de la señal de comunicación de salida; y
40 usar el circuito (110; 120) de acoplamiento de datos que proporciona la señal de comunicación de salida filtrada al conjunto de líneas (102; 202) eléctricas de CA.

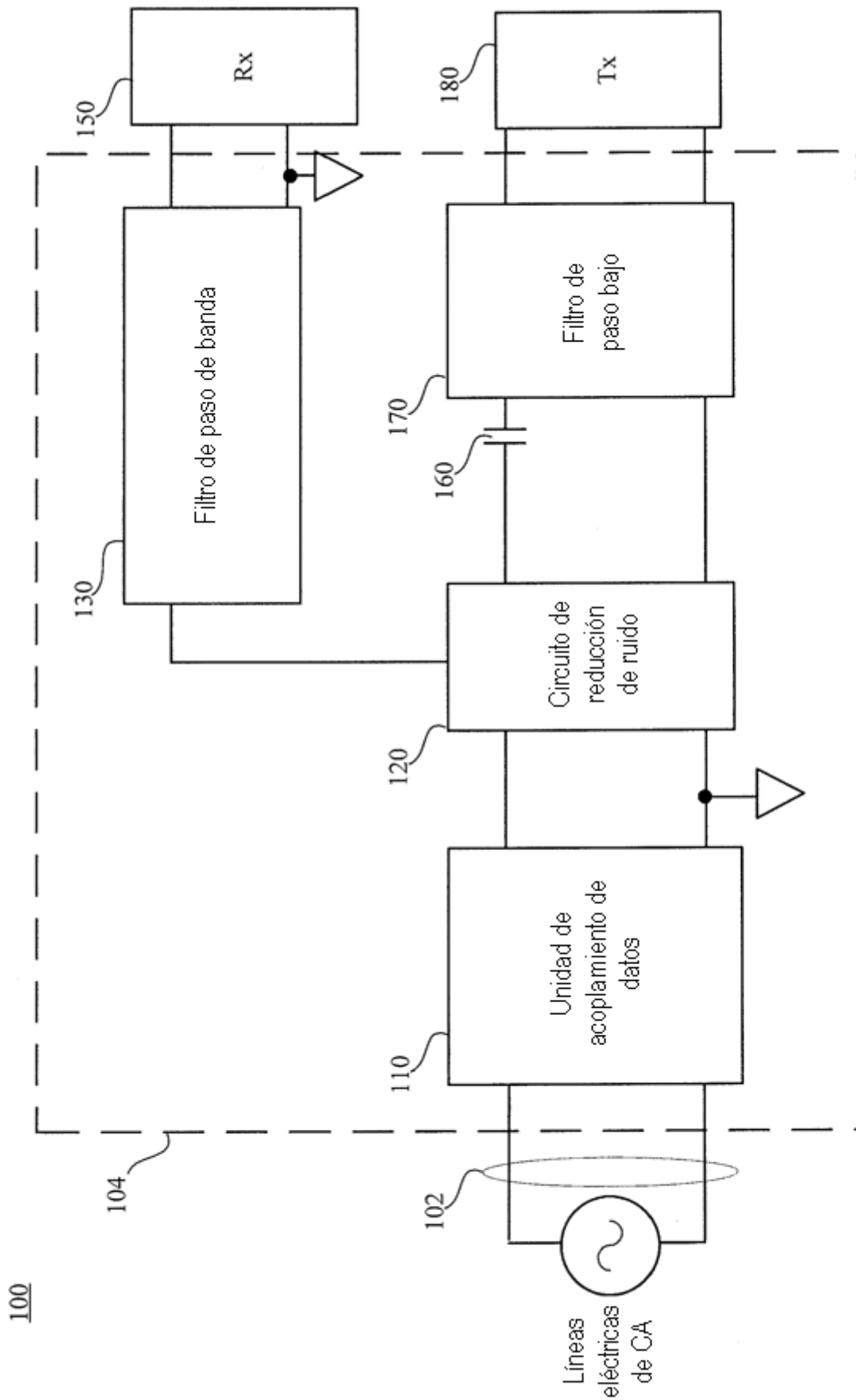


FIG. 1

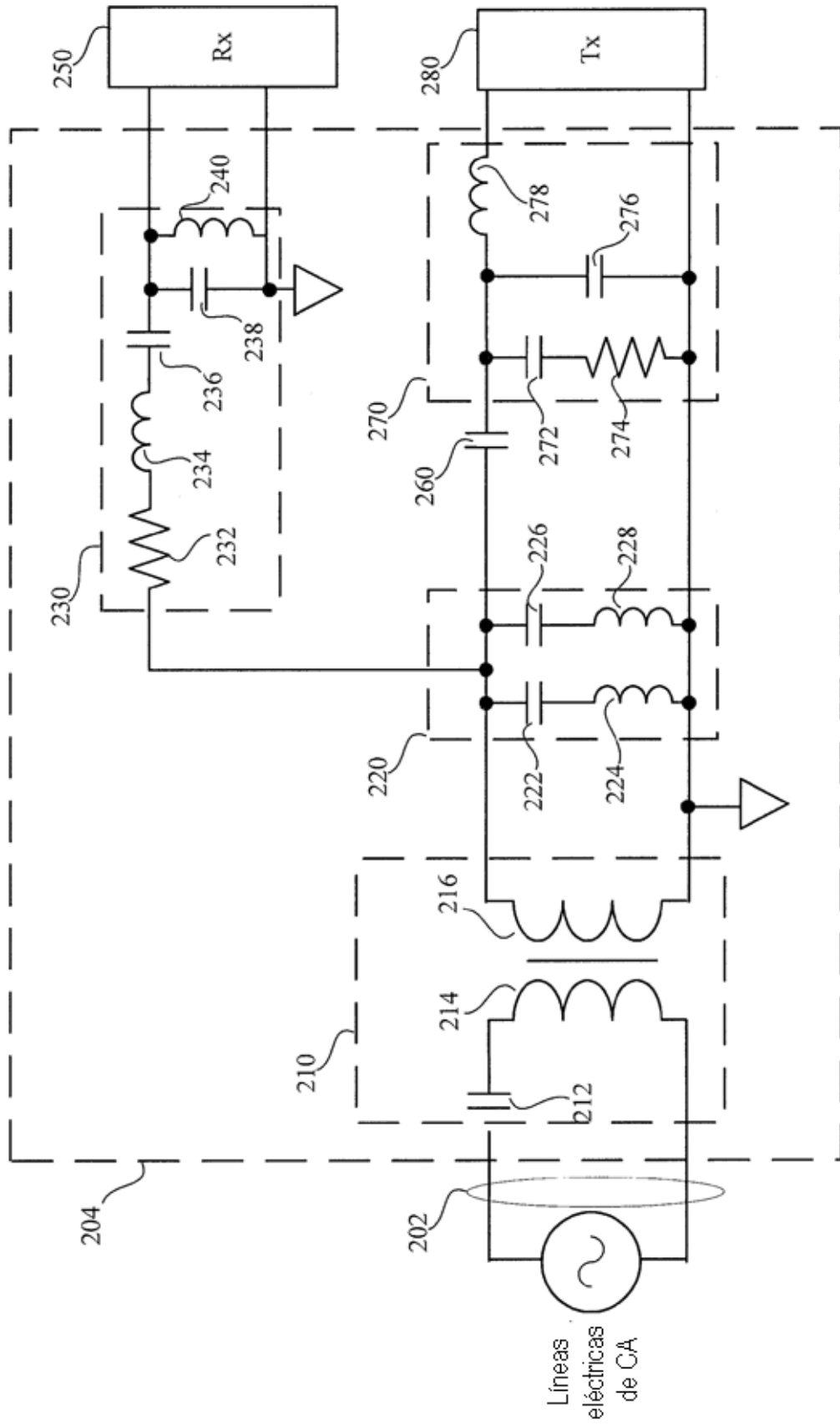


FIG. 2

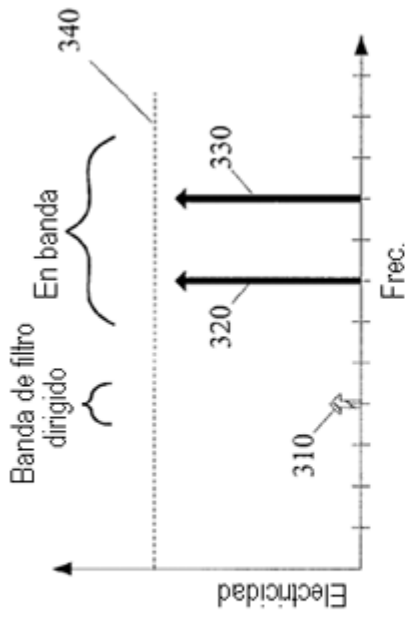


FIG. 3C

Función de transferencia de Rx no lineal

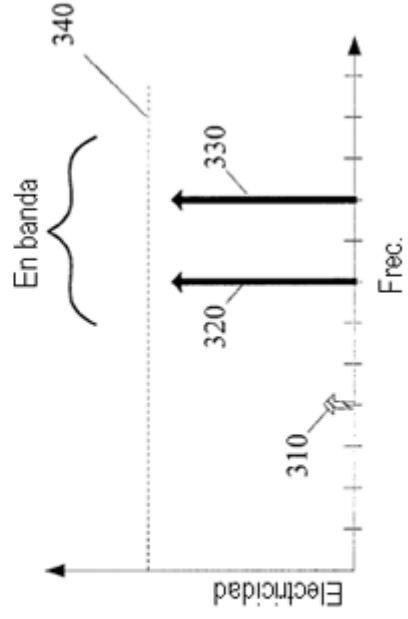


FIG. 3D

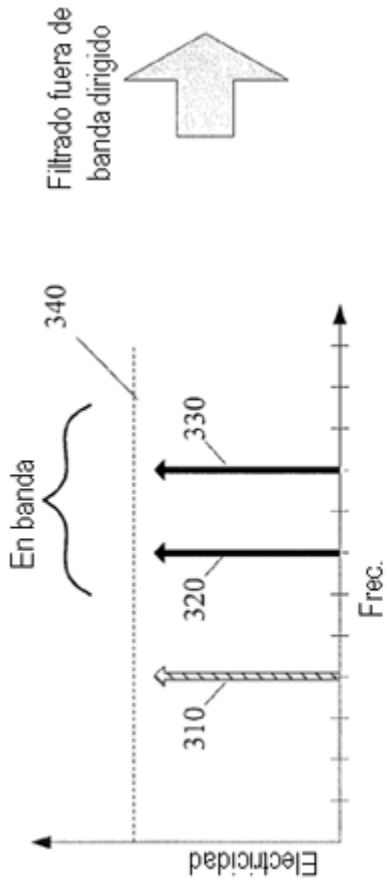


FIG. 3A

Función de transferencia de Rx no lineal

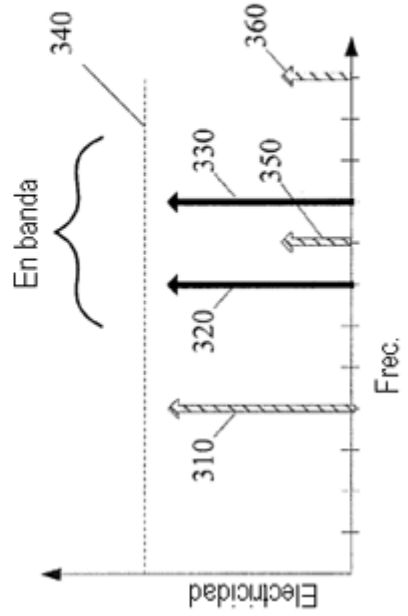


FIG. 3B