

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 945 640**

21 Número de solicitud: 202390005

51 Int. Cl.:

G01S 5/12

(2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN

B2

22 Fecha de presentación:

18.08.2021

30 Prioridad:

18.08.2020 US 63/067,015

43 Fecha de publicación de la solicitud:

05.07.2023

88 Fecha de publicación diferida del informe sobre el estado de la técnica:

13.07.2023

Fecha de modificación de las reivindicaciones:

18.04.2023

Fecha de concesión:

13.11.2023

45 Fecha de publicación de la concesión:

20.11.2023

73 Titular/es:

**CONTINENTAL ELECTRONICS CORP. (100.0%)
4212 S. Buckner Blvd
75227 DALLAS TX TEXAS, US**

72 Inventor/es:

HERSHBERGER, David L.

74 Agente/Representante:

ALESCI NARANJO, Magdalena

54 Título: **Transmisor, receptor, sistema Loran y método de funcionamiento del mismo**

57 Resumen:

Un transmisor incluye un generador de pulsos Loran, un filtro de dispersión, un ecualizador, un amplificador de potencia, un sintonizador de antena y una antena. El generador de pulsos Loran está configurado para generar una señal de pulso Loran.

El filtro de dispersión está acoplado al generador de pulsos Loran y está configurado para generar una señal dispersa en respuesta a la señal de pulso Loran. El ecualizador está acoplado al filtro de dispersión y está configurado para generar una señal dispersa ecualizada en respuesta a la señal dispersa. El amplificador de potencia está acoplado al ecualizador y configurado para generar una señal amplificada en respuesta a la señal dispersa ecualizada. El sintonizador de antena está acoplado al amplificador de potencia y está configurado para generar una señal sintonizada en respuesta a la señal amplificada. La antena está acoplada al sintonizador de antena y está configurada para radiar una señal transmitida en respuesta a la señal sintonizada.

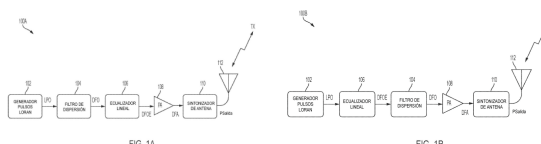


FIG. 1A

FIG. 1B

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 41 LP 24/2015.
Dentro de los seis meses siguientes a la publicación de la concesión en el Boletín Oficial de la Propiedad Industrial cualquier persona podrá oponerse a la concesión. La oposición deberá dirigirse a la OEPM en escrito motivado y previo pago de la tasa correspondiente (art. 43 LP 24/2015).

ES 2 945 640 B2

DESCRIPCIÓN

**TRANSMISOR, RECEPTOR, SISTEMA LORAN Y MÉTODO DE
FUNCIONAMIENTO DEL MISMO**

REIVINDICACIÓN DE PRIORIDAD

5

[0001] Esta solicitud reivindica el beneficio de la solicitud provisional US 63/067.015, presentada el 18 de agosto de 2020, cuyo contenido se incorpora en el presente documento por referencia en su totalidad.

ANTECEDENTES

10

[0002] Las señales Loran de algunos enfoques incluyen una serie de ráfagas cortas de pulsos de alta amplitud y se denominan muy "puntiagudas". La relación de potencia pico a potencia media de las señales Loran de algunos enfoques es muy alta. En los transmisores de válvulas de vacío, se usaron válvulas de vacío diseñadas para servicio de pulsos para generar los picos de potencia elevados. La duración de los pulsos fue de aproximadamente 200 microsegundos, que fue más corta que las constantes de tiempo térmico de los tubos de vacío diseñados para servicio de pulsos. Dichos tubos de vacío podrían producir una potencia muy alta, pero solo durante un período de tiempo corto.

15

[0003] Los transmisores de estado sólido de módem de algunos enfoques generalmente tienen una potencia máxima limitada. La ingeniería de dispositivos de estado sólido para el servicio de pulsos es más difícil y menos efectiva que hacerlo con tubos de vacío. La constante de tiempo térmica de un dispositivo de potencia semiconductor de algunos enfoques es mucho más corta que la de un tubo de vacío de tipo de pulso. Si se retiene una forma de pulso Loran, entonces el transmisor de estado sólido usado para producir la forma de pulso Loran tendrá un número relativamente grande de transistores de potencia para la potencia promedio producida.

25

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

30

[0004] Los aspectos de la presente divulgación se entienden mejor a partir de la siguiente descripción detallada cuando se lee con las figuras adjuntas. Se observa que, de acuerdo con la práctica estándar en la industria, varias características no están dibujadas a escala. De hecho, las dimensiones de las diversas características pueden aumentarse o reducirse arbitrariamente para claridad del análisis.

[0005] Las figuras 1A-1B son diagramas de bloques de transmisores, de acuerdo con algunas realizaciones.

[0006] La figura 2 es un diagrama de bloques de un receptor, de acuerdo con algunas realizaciones.

5 [0007] La figura 3 es un diagrama de bloques de un filtro de dispersión, de acuerdo con algunas realizaciones.

[0008] La figura 4 es un diagrama de bloques de un decimador, de acuerdo con algunas realizaciones.

10 [0009] La figura 5 es un diagrama de bloques de un interpolador, de acuerdo con algunas realizaciones.

[0010] La figura 6A es un diagrama de bloques de un filtro de FIR, de acuerdo con algunas realizaciones.

[0011] La figura 6B es un diagrama de bloques de un filtro de IIR, de acuerdo con algunas realizaciones.

15 [0012] La figura 6C es un diagrama de bloques de un filtro de FFT, de acuerdo con algunas realizaciones.

[0013] La figura 7A es un diagrama de forma de onda de un grupo de pulsos Loran, de acuerdo con algunas realizaciones.

20 [0014] La figura 7B es un diagrama de forma de onda de un pulso Loran, de acuerdo con algunas realizaciones.

[0015] La figura 7C es un diagrama de forma de onda de un espectro de densidad de potencia de RF de la señal del grupo de pulsos, de acuerdo con algunas realizaciones.

[0016] La figura 8A es un diagrama de forma de onda de una salida del dispositivo de transformada de Hilbert, de acuerdo con algunas realizaciones.

25 [0017] La figura 8B es un diagrama de forma de onda de la señal transformada de Hilbert después de convertirse a frecuencia cero, de acuerdo con algunas realizaciones.

30 [0018] La figura 9 es un diagrama de forma de onda de una respuesta de amplitud y una respuesta de retardo de grupo de un filtro de dispersión, de acuerdo con algunas realizaciones.

[0019] La figura 10A es un diagrama de forma de onda de una respuesta de impulso de un filtro de FIR, de acuerdo con algunas realizaciones.

[0020] La figura 10B es un diagrama de forma de onda de una señal de banda base a la salida del filtro de dispersión de la figura 3, de acuerdo con algunas realizaciones.

[0021] La figura 10C es un diagrama de forma de onda de una envolvente de señal Loran dispersa y una envolvente de señal Loran ideal, de acuerdo con algunas realizaciones.

[0022] La figura 10D es un diagrama de forma de onda de RF de un grupo de pulsos Loran dispersos, de acuerdo con algunas realizaciones.

[0023] La figura 11A es un diagrama de forma de onda de una señal de grupo de pulsos y una envolvente de la señal de grupo de pulsos, de acuerdo con algunas realizaciones.

[0024] La figura 11B es un diagrama de forma de onda de los espectros de densidad de potencia de la señal Loran ideal no dispersa y las señales Loran recuperadas, de acuerdo con algunas realizaciones.

[0025] La figura 12 es un diagrama de bloques de un filtro de paso alto, de acuerdo con algunas realizaciones.

[0026] La figura 13 es un diagrama de forma de onda de una respuesta de retardo de grupo de un filtro de dispersión, de acuerdo con algunas realizaciones.

[0027] La figura 14 es un diagrama de forma de onda de un grupo de pulsos Loran con dispersión aleatoria de paso total, de acuerdo con algunas realizaciones.

[0028] La figura 15 es un diagrama de un filtro invertido en el tiempo, de acuerdo con algunas realizaciones.

[0029] La figura 16 es una vista esquemática de un controlador utilizable en uno o más de los transmisores de las figuras 1A-1B, o el receptor de la figura 2, de acuerdo con algunas realizaciones.

[0030] La figura 17 es un diagrama de Flujo de un método de operar un sistema, de acuerdo con algunas realizaciones.

25 DESCRIPCIÓN DETALLADA

[0031] La siguiente divulgación proporciona diferentes realizaciones, o ejemplos, para implementar características del objeto proporcionado. A continuación, se describen ejemplos específicos de componentes, materiales, valores, etapas, disposiciones o similares para simplificar la presente divulgación. Estos son, por supuesto, meros ejemplos y no limitativos. Se contemplan otros componentes, materiales, valores, etapas, disposiciones o similares. Por ejemplo, la formación de una primera característica sobre o sobre una segunda característica en la descripción que sigue puede incluir realizaciones en las que la primera y la segunda característica se forman en contacto directo, y también puede incluir realizaciones en las que se pueden formar

- características adicionales entre la primera y segunda características, de modo que la primera y segunda características pueden no estar en contacto directo. Además, la presente divulgación puede repetir números y/o letras de referencia en los diversos ejemplos. Esta repetición tiene el propósito de simplicidad y claridad y no dicta en sí misma una relación entre las diversas realizaciones y/o configuraciones analizadas.
- [0032] Además, los términos espacialmente relativos, tales como "abajo", "debajo", "inferior", "encima", "superior", y similares, se pueden usar aquí para facilitar la descripción de describir la relación de un elemento o característica con otro elemento(s) o característica(s) como se ilustra en las figuras. Los términos espacialmente relativos pretenden abarcar diferentes orientaciones del dispositivo en uso u operación además de la orientación mostrada en las figuras. El aparato puede estar orientado de otro modo (girado 90 grados o en otras orientaciones) y los descriptores espacialmente relativos usados en el presente documento también pueden interpretarse en consecuencia.
- [0033] Una o más realizaciones de la presente divulgación reducen la relación de potencia pico a potencia promedio (PAPR) de una señal Loran. En algunos enfoques, la reducción de la relación pico a promedio de las señales pulsadas se realizó mediante el uso de un radar de frecuencia modulada. Por ejemplo, el radar de frecuencia modulada se desarrolló para reducir la relación entre el pico y el promedio de las señales pulsadas. En lugar de generar pulsos de radar muy cortos y de alta potencia, el radar de frecuencia modulada de algunos enfoques dispersaba linealmente el pulso con una red que tenía una pendiente de retardo de grupo constante (es decir, una función de retardo que varía con la frecuencia) a lo largo del ancho de banda del pulso de radar, convirtiendo así un pulso sinusoidal o $\sin(n\pi)/n\pi$ en un barrido de frecuencia modulada. Cuando pasa a través de un filtro complementario o emparejado en el receptor, el barrido de FM se convierte en un pulso de alta amplitud y corta duración. Cuanto mayor sea la variación del retardo de tiempo, más largo será el barrido de FM, aumentando la potencia efectiva del pulso recibido.
- [0034] En las décadas de 1950 y 1960, el procesamiento de señales digitales de módem no estaba disponible y los filtros combinados utilizados para el radar de frecuencia modulada eran complejos y costosos. Los primeros filtros de este tipo de algunos enfoques se construyeron como filtros de paso total de elementos agrupados analógicos de alto orden. Debido a que el filtrado era tan costoso, un sistema de radar incluiría un filtro de transmisión y un filtro de recepción. En la década de 1970, estos

sistemas de radar de frecuencia modulada utilizaban filtros de ondas acústicas superficiales (SAW) para la dispersión de la señal.

[0035] Aunque la tecnología de transmisores ha cambiado desde tubos de vacío pulsados de alta potencia a estado sólido de potencia máxima limitada, la tecnología de procesamiento de señales también ha cambiado, lo que ha dado lugar a técnicas para realizar filtrados complicados de una manera muy económica en comparación con el coste de grandes antenas transmisoras y transmisores capaces de cientos de kilovatios. En algunas realizaciones, los requisitos de potencia máxima de una señal Loran se pueden reducir considerablemente, lo que la convierte en una mejor opción para los transmisores de estado sólido. En algunas realizaciones, los requisitos de potencia máxima de una señal Loran se pueden mantener como otros enfoques, pero la potencia promedio se puede aumentar considerablemente, lo que hace que la señal sea más robusta y supere el ruido atmosférico en comparación con otros enfoques.

[0036] A diferencia del radar de frecuencia modulada de algunos enfoques, una o más realizaciones de la presente divulgación no crean una nueva forma para el pulso Loran ni reducen las amplitudes de los "lóbulos laterales". Además, la capacidad de esta divulgación para diferenciar entre las señales recibidas de onda ionosférica y de onda terrestre no se ve afectada por el uso de filtros de dispersión. En algunas realizaciones, dado que el filtrado es todo lineal, incluyendo la trayectoria de propagación, el orden secuencial de los filtros no importa. En algunas realizaciones, dispersar los pulsos Loran, luego pasarlos por la trayectoria de propagación (otro filtro lineal) y luego pasarlos por el filtro de desdispersión (es decir, el filtro inverso) en el receptor es equivalente a la disposición reordenada del filtro de dispersión, el filtro de desdispersión y luego la trayectoria de propagación. En algunas realizaciones, dado que el filtro de dispersión conectado en cascada con el filtro de desdispersión conserva la forma del pulso Loran, y es equivalente a Loran, incluyendo su capacidad para distinguir la onda terrestre de la onda ionosférica. En algunas realizaciones, una vez que la señal recibida se ha desdispersado, se puede usar el receptor Loran con procesamiento de señal. Una o más realizaciones de la presente divulgación incluyen un filtro de dispersión y su filtro inverso, o un gran conjunto de pares de filtros que minimizan los requisitos de potencia pico de un transmisor para una señal particular. En algunas realizaciones, el filtro de dispersión está configurado para realizar un filtrado dispersivo. En algunas realizaciones, el filtro de dispersión se realiza mediante procesamiento de señal digital. En algunas realizaciones, el procesamiento de la señal digital es mucho más económico en comparación con los métodos analógicos

anteriores y puede implementarse prácticamente en los receptores Loran producidos en masa. En algunas realizaciones, la minimización de la potencia máxima da como resultado la minimización de la tensión de la antena. En algunas realizaciones, a bajas frecuencias con antenas eléctricamente cortas, la potencia para una antena determinada suele estar limitada por la tensión de la antena. En algunas realizaciones, si se reduce la tensión de la antena, entonces se usan torres más cortas con una reducción correspondiente en la cantidad de tierra requerida para un sitio transmisor. En algunas realizaciones, se usa una señal de dispersión para el cifrado o la disponibilidad selectiva de la señal Loran. En algunas realizaciones, aumentando la potencia media, se obtiene una mejora suficiente de la relación señal/ruido (SNR), que da como resultado más tiempo de transmisión para un canal de datos Loran (LDC). En algunas realizaciones, el filtro de dispersión tiene una respuesta de amplitud plana. En algunas realizaciones, una respuesta de amplitud plana significa que la forma espectral de la señal transmitida es la misma que sería sin el filtro de dispersión. En algunas realizaciones, dado que la forma espectral de la señal transmitida no cambia, las señales Loran dispersas son compatibles con las asignaciones existentes para Loran, y la forma espectral de "pajar" de la señal Loran se conserva y tiene la ventaja adicional de no configurarse para usar una corriente (o tensión) más alta desde el transmisor. Se pueden usar antenas eléctricamente cortas para Loran, lo que da como resultado impedancias reactivas en las frecuencias de banda lateral que la red de adaptación de antena presenta al transmisor. Si el espectro de la señal Loran se cambiara a una forma más rectangular, donde se irradia más potencia desde el centro del canal, el requisito de corriente (o tensión) de salida del transmisor aumentaría para la misma potencia radiada. A medida que se radia más energía a frecuencias en las que la impedancia de carga del transmisor es reactiva, se requiere más corriente (o tensión) desde el transmisor, aunque la energía radiada no aumente. Que el transmisor produzca más corriente o tensión dependerá del tipo de red de adaptación de antena utilizada. En algunas realizaciones, al menos dos ventajas de conservar la misma forma espectral de la señal transmitida son (1) la compatibilidad con las asignaciones existentes y (2) la capacidad de radiar más potencia.

[0037] La figura 1A es un diagrama de bloques de un transmisor 100A, de acuerdo con algunas realizaciones.

[0038] El transmisor 100A está configurado para generar y transmitir una señal TX radiada o transmitida. En algunas realizaciones, la señal TX radiada o transmitida es

una señal Loran. En algunas realizaciones, el transmisor 100A es un transmisor Loran disperso.

[0039] El transmisor 100A incluye un generador de pulsos Loran 102 configurado para generar un conjunto de pulsos Loran o señales LPO. En la figura 7 se muestra un conjunto de pulsos Loran 702.

[0040] El transmisor 100A incluye además un filtro de dispersión 104 acoplado al generador de pulsos Loran 102, y configurado para generar una señal dispersa DFO en respuesta a una señal Loran del conjunto de señales Loran LPO. La señal dispersa DFO se dispersa en el tiempo en comparación con la señal Loran.

[0041] En algunas realizaciones, en el transmisor 100A, la dispersión del pulso se logra pasando la señal Loran a través del filtro de dispersión 104 (por ejemplo, una red de paso total), que tiene el efecto de dispersar un pulso corto en una señal de mayor duración y reducir la potencia máxima.

[0042] El transmisor 100A incluye además un ecualizador 106 acoplado al filtro de dispersión 104, y configurado para generar una señal dispersa ecualizada DFOE en respuesta a la señal dispersa DFO. En algunas realizaciones, el ecualizador 106 es un ecualizador lineal. El ecualizador 106 está configurado para corregir la respuesta del sistema (por ejemplo, distorsiones lineales) de una antena 112. La señal dispersa ecualizada DFOE es una versión ecualizada de la señal dispersa DFO. En algunas realizaciones, la señal dispersa ecualizada DFOE se ecualiza de modo que la corriente de antena de la antena 112 cumpla los requisitos de diseño Loran. En algunas realizaciones, la señal dispersa ecualizada DFOE se ecualiza de modo que la señal radiada TX cumple los requisitos de diseño Loran.

[0043] El ecualizador 106 está entre el filtro de dispersión 104 y un amplificador de potencia 108. En algunas realizaciones, el ecualizador 106 está entre el filtro de dispersión 104 y el generador de pulsos Loran 102, como se muestra en la figura 1B.

[0044] El transmisor 100A incluye además un amplificador de potencia 108 acoplado al ecualizador 106 y configurado para generar una señal amplificada DFA en respuesta a la señal dispersa ecualizada DFOE. La señal amplificada DFA es una versión amplificada de la señal dispersa ecualizada DFOE. El amplificador de potencia 108 está entre el ecualizador 106 y un sintonizador de antena 110.

[0045] El transmisor 100A incluye además un sintonizador de antena 110 acoplado al amplificador de potencia 108 y configurado para generar una señal sintonizada PSalida en respuesta a la señal sintonizada Psalida de señal amplificada DFA es una versión sintonizada de la señal amplificada DFA.

- [0046] El transmisor 100A incluye además una antena 112 acoplada al sintonizador de antena, y configurada para radiar una señal transmitida TX en respuesta a la señal sintonizada PSalida. En algunas realizaciones, la señal TX transmitida o radiada (por ejemplo, la salida desde la antena 112) corresponde a una forma de onda ideal dispersa.
- [0047] En algunas realizaciones, la señal del transmisor (por ejemplo, la señal DFA) o la tensión de salida del transmisor (por ejemplo, la salida del amplificador de potencia 108) es diferente de la señal TX transmitida o radiada. En algunas realizaciones, la señal del transmisor (por ejemplo, la señal DFA) incluye ecualización de modo que la señal TX transmitida o radiada tenga en cuenta la respuesta del sistema de antena. En algunas realizaciones, la tensión de salida del transmisor (por ejemplo, la señal DFA) del amplificador de potencia 108 es diferente de la señal TX radiada por la antena 112.
- [0048] La figura 1b es un diagrama de bloques de un transmisor 100B, de acuerdo con algunas realizaciones.
- [0049] En algunas realizaciones, el transmisor 100B es un transmisor Loran disperso.
- [0050] El transmisor 100B es una variación del transmisor 100A de la figura 1A y, por lo tanto, se omite una descripción detallada similar. En comparación con el transmisor 100A de la figura 1A, el ecualizador 106 del transmisor 100B está entre el filtro de dispersión 104 y el generador de pulsos Loran 102 y, por lo tanto, se omite una descripción detallada similar.
- [0051] El ecualizador 106 está entre el filtro de dispersión 104 y el generador de pulsos Loran 102. El ecualizador 106 está acoplado a una salida del generador de pulsos Loran 102 y a una entrada del filtro de dispersión 104.
- [0052] El filtro de dispersión 104 está acoplado a una salida del ecualizador 106 y a una entrada del amplificador de potencia 108.
- [0053] El amplificador de potencia 108 está acoplado al filtro de dispersión 104. El amplificador de potencia 108 está entre el filtro de dispersión 104 y el sintonizador de antena 110.
- [0054] El ecualizador 106 está configurado para generar la señal de pulso ecualizada DFOE en respuesta a la señal de pulso LPO Loran. El filtro de dispersión 104 está configurado para generar la señal Loran dispersa DFO en respuesta a la señal de pulso ecualizada DFOE. El amplificador de potencia 108 está configurado para generar la señal amplificada DFA en respuesta a la señal DFO Loran dispersa.

[0055] La figura 2 es un diagrama de bloques de un receptor 200, de acuerdo con algunas realizaciones.

[0056] En algunas realizaciones, el receptor 200 es un receptor Loran disperso.

[0057] El receptor 200 está configurado para recibir y demodular una señal RX recibida. En el receptor 200, la señal RX recibida pasa a través de una red complementaria, que elimina la dispersión del pulso del transmisor 200, restaurando así la forma del pulso Loran. En estas realizaciones, todo el proceso de añadir y eliminar la dispersión de las señales Loran es lineal. En algunas realizaciones, la propagación también es lineal.

[0058] El receptor 200 incluye una antena 202 configurada para recibir la señal RX recibida y para generar una señal Pentrada. La señal recibida RX corresponde a la señal transmitida TX de la figura 1.

[0059] El receptor 200 incluye además un filtro de no dispersión 204 acoplado a la antena 202. El filtro de no dispersión 204 está acoplado entre la antena receptora 202 y un receptor Loran 206. El filtro de no dispersión 204 está configurado para generar una señal de pulso no dispersa LPENTRADA en respuesta a la señal Pentrada. En algunas realizaciones, la señal de pulso no dispersa LPENTRADA corresponde a un conjunto de señales Loran que no están dispersas.

[0060] En algunas realizaciones, el filtro de no dispersión 204 está configurado para eliminar la dispersión de un conjunto de señales Loran dispersas (por ejemplo, Pentrada) y genera o restaura un conjunto de señales Loran (por ejemplo, LPENTRADA). En algunas realizaciones, el conjunto de señales Loran (por ejemplo, LPENTRADA) son similares a las señales Loran de otros enfoques. En algunas realizaciones, el filtro de no dispersión 204 se puede usar para el desarrollo y la prueba del sistema, y está configurado para controlar receptores Loran de otros enfoques con pulsos LPENTRADA Loran no dispersos.

[0061] En algunas realizaciones, la salida del filtro de no dispersión 204 está configurada para generar pulsos Loran de alta amplitud restaurados. En algunas realizaciones, las técnicas de receptor de otros enfoques pueden reutilizarse y modernizarse mediante el uso del filtro de no dispersión 204.

[0062] En algunas realizaciones, el filtro de dispersión 104 en el transmisor 100A-100B está configurado para introducir dispersión en la señal Loran, y el filtro de dispersión 204 en el receptor 200 está configurado para eliminar la dispersión (añadida previamente por el filtro de dispersión 104) de la señal Loran, y por lo tanto, el filtro de

dispersión 104 y el filtro de no dispersión 204 están configurados para funcionar de manera complementaria.

[0063] Un ejemplo de la señal de pulso no dispersa LPENTRADA se muestra a continuación como formas de onda 1100A-1100B en las figuras 11A-11B.

5 [0064] El receptor 200 incluye además un receptor Loran 206 acoplado al filtro de no dispersión 204. El receptor Loran 206 está configurado para generar una señal de salida LS en respuesta a la señal de pulso no dispersa LPENTRADA. El receptor Loran 206 está configurado para demodular la señal de pulso no dispersa LPENTRADA (por ejemplo, la señal Loran). En algunas realizaciones, la señal de salida LS corresponde
10 a señales de salida de receptores Loran de otros enfoques.

[0065] En algunas realizaciones, el receptor Loran 206 es similar a otros enfoques. En algunas realizaciones, la parte aguas abajo del receptor Loran disperso 206 es idéntica a los receptores Loran de otros enfoques, y está configurada para buscar cruces por
cero al comienzo de un 4º ciclo RF a 30 microsegundos, o similar.

15 [0066] En algunas realizaciones, el filtro de no dispersión 204 y el receptor Loran 206 son componentes separados entre sí. En algunas realizaciones, el filtro de no dispersión 204 y el receptor Loran 206 están integrados en un solo dispositivo.

[0067] En algunas realizaciones, dispersar un grupo de pulsos Loran (por ejemplo, mediante el filtro de dispersión 104), transmitirlo, recibirlo y eliminar la dispersión (por
20 ejemplo, mediante el filtro de no dispersión 204) es equivalente a transmitir y recibir grupos de pulsos Loran de otros enfoques, excepto que la potencia máxima es mucho menor. En algunas realizaciones, las técnicas de servicio Loran de otros enfoques se pueden utilizar con una o más realizaciones de la presente divulgación, lo que hace que la señal RX recibida sea significativamente más fuerte con transmisores de estado
25 sólido que con otros enfoques. En algunas realizaciones, el espectro de densidad de potencia de la señal Loran dispersa es similar a las señales Loran de otros enfoques, por lo que no produce cambios en la forma espectral ni cambios en la estructura de asignación a 100 kHz en comparación con otros enfoques.

[0068] En algunas realizaciones, una señal Loran más fuerte requiere menos promedio
30 de pulso para obtener un nivel deseado de precisión. Por ejemplo, en algunas realizaciones, si se usan menos pulsos, esto da como resultado más tiempo de transmisión disponible para la transmisión de datos del canal de datos Loran (LDC) a una velocidad de datos más alta, lo que permite una mayor utilización del canal para otros recursos.

[0069] La transmisión del canal de datos Loran se puede utilizar con otros enfoques con un rendimiento de datos relativamente bajo (tal como 5 bits por GRI). Estos otros enfoques tienen sistemas que funcionan mediante la modulación de uno o más de los pulsos Loran de diferentes maneras, pero generalmente mediante la modulación de fase en varias formas diferentes. Estos otros enfoques utilizan diferentes esquemas para coexistir con los aspectos de navegación y temporización de la señal Loran, y se basan en el promedio para cancelar la modulación de LDC. Sin embargo, estos otros enfoques no tienen una precisión Loran mejorada, lo que requiere una mayor capacidad de LDC y no está disponible con los métodos de modulación de LDC existentes.

[0070] Una o más realizaciones de esta divulgación han mejorado la precisión Loran. Una o más realizaciones de esta divulgación permiten que se transmitan efectivamente pulsos de mayor potencia con la misma tensión de antena, lo que permite asignar un mayor "tiempo de aire" a una nueva señal de LDC, que es independiente de los pulsos de temporización y navegación Loran. En algunas realizaciones, usando una señal de LDC separada con un formato de modulación diferente (tal como BPSK) que los pulsos de temporización y navegación Loran, hace que una o más realizaciones de la presente divulgación tengan mayor capacidad de datos.

[0071] La figura 3 es un diagrama de bloques de un filtro de dispersión 300, de acuerdo con algunas realizaciones.

[0072] El filtro de dispersión 300 es una realización del filtro de dispersión 104 de la figura 1 o el filtro de dispersión 204 de la figura 2 y, por lo tanto, se omite una descripción detallada similar.

[0073] En algunas realizaciones, el filtro de dispersión 300 se puede utilizar como filtro de dispersión 104 en el transmisor 100A-100B de las figuras 1A-1B. En algunas realizaciones, el filtro de dispersión 300 de la figura 3 se puede utilizar como filtro de no dispersión 204 en el receptor 200 de la figura 2.

[0074] El filtro de dispersión 300 está configurado para recibir una señal ENTRADA1 y para generar una señal SALIDA1.

[0075] El filtro de dispersión 300 incluye un dispositivo de transformada de Hilbert 302 configurado para recibir la señal de pulso Loran (por ejemplo, ENTRADA1). La señal de pulso Loran ENTRADA1 de la figura 3 corresponde al conjunto de señales Loran LPO de la figura 1A, la señal ecualizada DFOE de la figura 1A, o el conjunto de señales Loran LPO o señal Pentrada de la figura 2.

[0076] El dispositivo de transformada de Hilbert 302 está configurado para generar una señal HT. La señal HT incluye una señal I (no mostrada) y una señal Q (no mostrada). En algunas realizaciones, la señal Q está desplazada de la señal I por una fase de 90 grados. Otros valores de fase están dentro del alcance de la presente divulgación.

[0077] En algunas realizaciones, la señal de entrada ENTRADA1 al filtro de dispersión es una señal real. La señal real se convierte en una señal compleja o analítica mediante el dispositivo de transformada de Hilbert 302, generando así una forma de onda de transformada de Hilbert (por ejemplo, señal HT). En algunas realizaciones, después de la transformada de Hilbert, el procesamiento posterior, mediante el filtro de dispersión 300, se realiza en la señal transformada de Hilbert como un par de señales I/Q.

[0078] Un ejemplo de la señal de entrada ENTRADA1 se muestra a continuación como formas de onda 700A-700C en las figuras 7A-7C. A continuación, se muestra un ejemplo de señal HT como forma de onda 800A en la figura 8A.

[0079] El filtro de dispersión 300 incluye además un multiplicador 304 acoplado al dispositivo de transformación de Hilbert 302 y un generador portador 306.

[0080] El multiplicador 304 está configurado para generar una señal de frecuencia desplazada HTBB en respuesta a al menos una señal portadora CS1 y una señal HT. En algunas realizaciones, el multiplicador 304 está configurado para generar una señal de frecuencia desplazada HTBB en respuesta a al menos la señal portadora CS1, la señal I y la señal Q. En algunas realizaciones, la señal de frecuencia desplazada HTBB corresponde a la señal HT desplazada a banda base o que tiene una frecuencia central de 0 Hz. En algunas realizaciones, la frecuencia de la señal portadora CS1 es de 100 kHz. En algunas realizaciones, la señal portadora CS1 es un senoide complejo (por ejemplo, onda sinusoidal y onda coseno) con una frecuencia portadora de 100 kHz. Otras frecuencias portadoras para la señal portadora CS1 están dentro del alcance de la presente divulgación.

[0081] En algunas realizaciones, después de la transformada de Hilbert, la señal compleja (por ejemplo, la señal HT) se reduce a una frecuencia de 0 hercios. En algunas realizaciones, la señal compleja (por ejemplo, la señal HT) se reduce a una señal (por ejemplo, la señal de frecuencia desplazada HTBB) que tiene una frecuencia sustancialmente igual a 0 hercios. Por ejemplo, en algunas realizaciones, la señal compleja (por ejemplo, la señal HT) se reduce multiplicando la señal de entrada analítica por una senoide compleja (onda sinusoidal y onda coseno) a 100 kHz. En

algunas realizaciones, incluye sustancialmente artículos que varían de la referencia más o menos el 5 %.

[0082] Un ejemplo de la señal de frecuencia desplazada HTBB se muestra a continuación como forma de onda 800B en la figura 8B.

5 [0083] El generador portador 306 está acoplado al multiplicador 304 y a un circuito 316.

[0084] El generador portador 306 está configurado para generar la señal portadora CS1. En algunas realizaciones, la señal portadora CS1 es un senoide (por ejemplo, onda sinusoidal y onda coseno) a 100 kHz. En algunas realizaciones, el componente real y el componente complejo de la señal portadora CS1 es una señal de onda continua que tiene una frecuencia fundamental similar.

[0085] El filtro de dispersión 300 incluye además un decimador 308 acoplado al multiplicador 304. [0086] El decimador 308 está configurado para generar una señal DS submuestreada en respuesta a la señal de frecuencia desplazada HTBB. El decimador 308 está configurado para reducir o disminuir la tasa de muestreo de la señal de frecuencia desplazada HTBB. La señal submuestreada DS tiene menos muestras que la señal de frecuencia desplazada HTBB durante la misma duración de tiempo.

20 [0087] En algunas realizaciones, después de la conversión descendente por el multiplicador 304, la frecuencia de muestreo de la señal Loran está diezmada por el decimador 308. En algunas realizaciones, diezmada significa que la velocidad de muestreo de la señal Loran se reduce. En algunas realizaciones, un decimador reduce la frecuencia de muestreo de una señal.

25 [0088] El filtro de dispersión 300 incluye además un filtro 310 acoplado al decimador 308. El filtro 310 está configurado para generar una señal de muestreo descendente filtrada FS en respuesta a la señal de muestreo descendente DS. A continuación, se muestra un ejemplo de la señal FS filtrada y submuestreada como forma de onda 1000B en la figura 10B.

30 [0089] En algunas realizaciones, el filtro de dispersión 300 está incluido en el transmisor 100A-100B como filtro de dispersión 104, y el filtro 310 está configurado para introducir dispersión en la señal Loran. En algunas realizaciones, el filtro de dispersión 300 se incluye en el receptor 200 como filtro de no dispersión 204, y el filtro 310 está configurado para eliminar la dispersión (añadida previamente por el filtro de

dispersión 104) de la señal Loran y, por lo tanto, el filtro de dispersión 104 y el filtro de no dispersión 204 están configurados para operar de manera complementaria.

[0090] En algunas realizaciones, el filtro 310 incluye un filtro de paso total. En algunas realizaciones, una función de amplitud del filtro 310 es sustancialmente plana y tiene ganancia unitaria para no perturbar la forma espectral de la señal Loran. En algunas realizaciones, el retardo de grupo y la función de fase del filtro 310 están configurados para reducir los niveles máximos de la envolvente de la señal Loran.

[0091] En algunas realizaciones, el filtro 310 es un filtro complejo. En algunas realizaciones, el filtro 310 incluye al menos un filtro de respuesta de impulso finito (FIR), un filtro de respuesta de impulso infinito (IIR) o un filtro de transformada rápida de Fourier (FFT). Otros tipos de filtros están dentro del alcance de la presente divulgación.

[0092] El filtro de dispersión 300 incluye además un interpolador 312 acoplado al filtro 310. El interpolador 312 está configurado para generar una señal de muestreo ascendente IS en respuesta a la señal de muestreo descendente filtrada FS.

[0093] En algunas realizaciones, una vez que se completa el filtrado, la señal filtrada (por ejemplo, la señal FS filtrada y muestreada) se interpola de nuevo a la frecuencia de muestreo original mediante el interpolador 312.

[0094] El filtro de dispersión 300 incluye además un multiplicador 314 acoplado al interpolador 312 y al circuito 316. El multiplicador 314 está configurado para generar una señal SALIDA1 en respuesta a al menos la señal IS muestreada y una señal portadora CS1*. En algunas realizaciones, la señal portadora CS1* es un conjugado de la señal portadora CS1. En algunas realizaciones, la señal SALIDA1 de la figura 3 es una señal dispersa, y corresponde a la señal dispersa DFO de las figuras 1A-1B. En algunas realizaciones, la señal SALIDA1 de la figura 3 es una señal no dispersa y corresponde a los pulsos LPENTRADA Loran no dispersados de la figura 2.

[0095] En algunas realizaciones, después de la interpolación, la señal de banda base (por ejemplo, FS) se multiplica por el conjugado (por ejemplo, CS1*) del senoide complejo, cambiando así la frecuencia central de vuelta a la frecuencia original de 100 kHz. En algunas realizaciones, la señal (por ejemplo, SALIDA) sigue siendo compleja después de que la señal de banda base se multiplique por el conjugado del senoide complejo. En algunas realizaciones, el componente imaginario o en cuadratura de la señal se descarta, y la parte real de la señal se utiliza aguas abajo, por ejemplo, por otros dispositivos. En algunas realizaciones, la señal se vuelve a convertir a RF de 100 kHz como se muestra mediante la forma de onda 1000D en la figura 10D a

continuación. En algunas realizaciones, otros valores de frecuencia central están dentro del alcance de la presente divulgación.

[0096] El circuito 316 está acoplado al generador portador 306 y al multiplicador 314. El circuito 316 está configurado para generar la señal portadora CS1*. En algunas realizaciones, el circuito 316 está configurado para generar un conjugado de la señal portadora CS1 cambiando el signo de la parte imaginaria de la señal portadora CS1. En algunas realizaciones, el circuito 316 es un circuito, tal como el sistema 1600, configurado para realizar la conjugación de la señal portadora CS1. En algunas realizaciones, el circuito 316 es un DSP, tal como el procesador 1602 de la figura 16, configurado para realizar la conjugación de la señal portadora CS1.

[0097] En algunas realizaciones, el filtro de dispersión 300 de la figura 3 tiene coeficientes de filtro fijos para cada conjunto de pulsos Loran. En algunas realizaciones, el filtro de dispersión 300 de la figura 3 tiene coeficientes de filtro que varían con el tiempo para cada conjunto de pulsos Loran. En algunas realizaciones, los coeficientes de filtro varían en el tiempo a lo largo de un grupo de pulsos. En algunas realizaciones, los coeficientes de filtro variables en el tiempo pueden usarse como un método para cifrar datos o disponibilidad selectiva. En algunas realizaciones, los coeficientes de filtro variables en el tiempo son F1ujos modulados que incluyen modulación de fase y, por lo tanto, alteran el espectro de la señal Loran.

[0098] Otras configuraciones, el número de componentes o el orden de los componentes para el filtro de dispersión 300 están dentro del alcance de la presente divulgación. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el filtro de dispersión 300 no incluye el dispositivo de transformada de Hilbert 302, el multiplicador 304, el generador portador 306, el decimador 308, el interpolador 312, el multiplicador 314 y el circuito 316. En otras palabras, en estas realizaciones, el filtro de dispersión 300 está configurado para filtrar la señal ENTRADA1, donde la señal ENTRADA1 es una señal real (por ejemplo, no compleja) sin ser convertida a banda base y muestreada, y luego ser muestreada adicionalmente y convertida después de su filtrado mediante el filtro 310.

[0099] La figura 4 es un diagrama de bloques de un decimador 400, de acuerdo con algunas realizaciones.

[0100] El decimador 400 es una realización del decimador 308 de la figura 3 y, por lo tanto, se omite una descripción detallada similar. En algunas realizaciones, el decimador 400 se puede usar como el decimador 308 en el filtro de dispersión 300 de la figura 3.

[0101] El decimador 400 está configurado para recibir una señal ENTRADA2 y para generar una señal SALIDA2. La señal ENTRADA2 de la figura 4 corresponde a la señal desplazada en frecuencia HTBB de la figura 2. La señal SALIDA2 de la figura 4 corresponde a la señal submuestreada DS de la figura 2.

5 [0102] El decimador 400 incluye un filtro de paso bajo 402. El filtro de paso bajo 402 está acoplado al multiplicador 304 de la figura 3. El filtro de paso bajo 402 está configurado para generar una señal filtrada FIS1 en respuesta a la señal de frecuencia desplazada HTBB. La señal de frecuencia desplazada HTBB tiene una frecuencia de muestreo F_{s1} . La señal filtrada FIS1 tiene la frecuencia de muestreo F_{s1} .

10 [0103] El decimador 400 incluye además un circuito 404 acoplado a una salida del filtro de paso bajo 402. Una salida del circuito 404 está acoplada a una entrada del filtro 310 de la figura 3. El circuito 404 está configurado para eliminar $N-1$ muestras de N muestras de la señal FIS1 filtrada, generando así la señal DS de muestreo descendente. En algunas realizaciones, la señal submuestreada DS tiene una
15 frecuencia de muestreo F_{s2} igual a la frecuencia de muestreo F_{s1} dividida por las N muestras (por ejemplo, F_{s1}/N), donde N es un número entero.

[0104] En algunas realizaciones, la tasa de muestreo F_{s2} es mayor que el ancho de banda de la señal FIS1 filtrada. En algunas realizaciones, el ancho de banda del receptor Loran 200 es de al menos 30 kHz, y la señal diezmada SALIDA2 tiene un
20 ancho de banda de al menos 100 kHz (50 a 150 kHz) para proporcionar un amplio margen. En una o más de las simulaciones descritas a continuación, una frecuencia de muestreo de 125 kHz se utiliza para las señales Loran con desplazamiento de frecuencia cero. En algunas realizaciones, otras tasas de muestreo están dentro del alcance de la presente divulgación.

25 [0105] En algunas realizaciones, el filtro de paso bajo 402 está configurado para evitar el solapamiento en la tasa de muestreo de salida (por ejemplo, F_{s2}). En algunas realizaciones, el circuito 404 es un circuito, tal como el sistema 1600, configurado para realizar una función de descarte. En algunas realizaciones, el circuito 404 es un DSP, tal como el procesador 1602 de la figura 16, configurado para realizar una función de
30 descarte.

[0106] En algunas realizaciones, la función de descarte descarta muestras no utilizadas. En algunas realizaciones, por ejemplo, si una relación de diezmado es 8, entonces una de cada 8 muestras aparecerá en la salida del decimador 400, y las otras 7 muestras son descartadas por la función de descarte (por ejemplo, el circuito

404). En algunas realizaciones, un decimador eficiente no calculará las muestras de salida no utilizadas.

[0107] En algunas realizaciones, a medida que se reduce la tasa de muestreo del decimador 400, el número de términos de filtro en el filtro 310 también se reduce proporcionalmente. Por lo tanto, el decimador 400 está configurado para hacer un uso eficiente de los recursos de procesamiento de señales digitales del filtro de dispersión 300. En algunas realizaciones, la tasa de multiplicación también mejora por el cuadrado de la proporción de diezmo.

[0108] Otras configuraciones, número de componentes u orden de componentes para el decimador 400 están dentro del alcance de la presente divulgación.

[0109] La figura 5 es un diagrama de bloques de un interpolador 500, de acuerdo con algunas realizaciones.

[0110] El interpolador 500 es una realización del interpolador 312 de la figura 3 y, por lo tanto, se omite una descripción detallada similar. En algunas realizaciones, el interpolador 500 se puede utilizar como interpolador 312 en el filtro de dispersión 300 de la figura 3.

[0111] El interpolador 500 está configurado para recibir una señal ENTRADA3 y para generar una señal SALIDA3. La señal ENTRADA3 de la figura 5 corresponde a la señal FS filtrada y submuestreada de la figura 2. La señal SALIDA3 de la figura 5 corresponde a la señal muestreada IS de la figura 2.

[0112] El interpolador 500 incluye un circuito 502. En algunas realizaciones, una entrada del circuito 502 está acoplada a una salida del filtro 310 de la figura 3. El circuito 502 está configurado para agregar N-1 ceros a la señal filtrada submuestreada FS, generando así una señal FIS2. En algunas realizaciones, la señal FIS2 tiene la frecuencia de muestreo F_{s1} .

[0113] En algunas realizaciones, el circuito 502 está configurado para interpolar la señal FS de muestreo descendente filtrada con una tasa de muestreo de F_{s2} de vuelta a la tasa de muestreo original F_{s1} . En algunas realizaciones, el circuito 502 está configurado para rellenar con ceros o insertar muestras con valor cero en la señal filtrada submuestreada FS, aumentando así la tasa de muestreo a la tasa de muestreo F_{s2} de la señal FIS2. En algunas realizaciones, la inserción de muestras de valor cero para aumentar la frecuencia de muestreo es, en efecto, un proceso de modulación.

[0114] En algunas realizaciones, el circuito 502 es un circuito, como el sistema 1600, configurado para realizar una función de relleno con ceros en el dominio de tiempo. En algunas realizaciones, el circuito 502 es un DSP, tal como el procesador 1602 de

la figura 16, configurado para realizar una función de relleno con ceros en el dominio de tiempo.

[0115] El interpolador 500 incluye además un filtro de paso bajo 504. Una entrada del filtro de paso bajo 504 está acoplada a una salida del circuito 502. Una salida del filtro de paso bajo 504 está acoplada al multiplicador 314 de la figura 3. El filtro de paso bajo 504 está configurado para generar la señal IS de muestreo ascendente en respuesta a la señal FIS2.

[0116] En algunas realizaciones, el proceso de inserción cero realizado por el circuito 502 es seguido por una operación de filtrado de paso bajo realizada por el filtro de paso bajo 504, que elimina los espectros replicados no deseados centrados en los armónicos de F_{si}/N .

[0117] Otras configuraciones, número de componentes u orden de componentes para el interpolador 500 están dentro del alcance de la presente divulgación.

[0118] La figura 6A es un diagrama de bloques de un filtro de FIR 600A, de acuerdo con algunas realizaciones.

[0119] El filtro de FIR 600A es una realización del filtro 310 de la figura 3 y, por lo tanto, se omite una descripción detallada similar. En algunas realizaciones, el filtro de FIR 600A se puede usar como el filtro 310 en el filtro de dispersión 300 de la figura 3.

[0120] El filtro de FIR 600A está configurado para recibir valores $x[n]$ de la señal DS submuestreada (que se muestra en la figura 3), y para generar valores $y[n]$ de la señal FS filtrada y submuestreada (que se muestra en la figura 3). El filtro de FIR 600A es de orden N, donde N es un número entero.

[0121] El filtro de FIR 600A incluye N elementos de retardo 602(1), 602(2), ..., 602(N) (en lo sucesivo, "conjunto de elementos de retardo 602") acoplados en serie entre sí.

[0122] El filtro de FIR 600A además incluye N+1 elementos multiplicadores 604(0), 604(1), 604(2), ..., 604(N) (en lo sucesivo denominado "conjunto de elementos multiplicadores 604"). Cada elemento multiplicador tiene un coeficiente multiplicador correspondiente b_0 , b_1 , ..., b_N . En algunas realizaciones, cada coeficiente multiplicador b_0 , b_1 , ..., b_N es lo mismo que otro coeficiente multiplicador. En algunas realizaciones, al menos un coeficiente multiplicador b_0 , b_1 , ..., b_N es diferente de otro coeficiente multiplicador. En algunas realizaciones, al menos uno o más coeficientes multiplicadores b_0 , b_1 , ..., b_N cambian o son dinámicos con respecto al tiempo.

[0123] El filtro de FIR 600A además incluye N elementos sumadores 606(1), 606(2), ..., 606(N) (en lo sucesivo denominado "conjunto de elementos sumadores 606") acoplados en serie entre sí.

[0124] El conjunto de elementos de retardo 602, el conjunto de elementos multiplicadores 604 y el conjunto de elementos sumadores 606 se acoplan y generan la señal de salida $y[n]$.

[0125] En algunas realizaciones, al menos los valores de $x[n]$, los valores de b_n o los valores de $y[n]$ son números complejos. En algunas realizaciones, el filtro de FIR 600A es complejo.

[0126] Otros tipos de filtros para el filtro de FIR 600A están dentro del alcance de la presente divulgación. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el filtro de FIR 600A incluye al menos un filtro de IIR o un filtro de FFT.

[0127] La figura 6B es un diagrama de bloques de un filtro de IIR 600B, de acuerdo con algunas realizaciones.

[0128] El filtro de IIR 600B es una realización del filtro 310 de la figura 3 y, por lo tanto, se omite una descripción detallada similar. En algunas realizaciones, el filtro de IIR 600B se puede usar como el filtro 310 en el filtro de dispersión 300 de la figura 3.

[0129] El filtro de IIR 600B está configurado para recibir valores $x[k]$ de la señal DS submuestreada (que se muestra en la figura 3), y para generar valores $y[k]$ de la señal FS filtrada y submuestreada (que se muestra en la figura 3).

[0130] El filtro de IIR 600B incluye P elementos de transformación 620(1), 620(2), ..., 620(P) (en lo sucesivo denominado "conjunto de elementos de transformación 620") acoplados en serie entre sí.

[0131] El filtro de IIR 600B además incluye P+1 elementos multiplicadores 622(0), 622(1), 622(2), ..., 622(P) (en lo sucesivo denominado "conjunto de elementos multiplicadores 622"). Cada elemento multiplicador tiene un coeficiente multiplicador correspondiente $b(0)$, $b(1)$, ..., $b(P)$. En algunas realizaciones, cada coeficiente multiplicador $b(0)$, $b(1)$, ..., $b(P)$ es lo mismo que otro coeficiente multiplicador. En algunas realizaciones, al menos un coeficiente multiplicador $b(0)$, $b(1)$, ..., $b(P)$ es diferente de otro coeficiente multiplicador. En algunas realizaciones, al menos uno o más coeficientes multiplicadores $b(0)$, $b(1)$, ..., $b(P)$ cambian o son dinámicos con respecto al tiempo.

[0132] El filtro de IIR 600B incluye además P elementos sumadores 624(1), 624(2), ..., 624(P) (en lo sucesivo denominado "conjunto de elementos sumadores 624") acoplados en serie entre sí.

[0133] El filtro de IIR 600B incluye además Q elementos sumadores 634(1), 634(2), ..., 634(Q) (en lo sucesivo denominado "conjunto de elementos sumadores 634")

acoplados en serie entre sí. En algunas realizaciones, el entero P es igual al entero Q. En algunas realizaciones, el entero P es diferente del entero Q.

[0134] El filtro de IIR 600B incluye además Q+1 elementos multiplicadores 632(0), 632(1), 632(2), ..., 632(Q) (en lo sucesivo, "conjunto de elementos multiplicadores 632"). Cada elemento multiplicador tiene un coeficiente multiplicador correspondiente b(0), b(1), ..., b(Q). En algunas realizaciones, cada coeficiente multiplicador b(0), b(1), ..., b(Q) es el mismo que otro coeficiente multiplicador. En algunas realizaciones, al menos un coeficiente multiplicador b(0), b(1), ..., b(Q) es diferente de otro coeficiente multiplicador. En algunas realizaciones, al menos uno o más coeficientes multiplicadores b(0), b(1), ..., b(Q) cambian o son dinámicos con respecto al tiempo.

[0135] El filtro de IIR 600B incluye además elementos de transformación Q 630(1), 630(2), ..., 630(Q) (en lo sucesivo denominado "conjunto de elementos de transformación 630") acoplados en serie entre sí.

[0136] El conjunto de elementos de transformación 620 y 630, el conjunto de elementos multiplicadores 622 y 632 y el conjunto de elementos sumadores 624 y 634 se acoplan entre sí y generan la señal de salida y[k].

[0137] En algunas realizaciones, al menos los valores de x[k], los coeficientes a, los coeficientes b o los valores de y[k] son números complejos. En algunas realizaciones, el filtro de IIR 600B es complejo.

[0138] En algunas realizaciones, el filtro de IIR 600B incluye coeficientes, datos de entrada y datos de salida que son todos valores complejos en lugar de valores reales. En algunas realizaciones, al menos los coeficientes, datos de entrada o datos de salida del filtro de IIR 600B son valores complejos.

[0139] Otros tipos de filtros para el filtro de IIR 600B están dentro del alcance de la presente divulgación. Por ejemplo, el filtro de IIR 600B se muestra como un diseño invariante de impulso, pero en algunas realizaciones, el filtro de IIR 600B incluye diseños de filtro distintos a la invariante de impulsos que incluyen al menos un diseño de transformada bilineal o un diseño invariante de etapa. En algunas realizaciones, el filtro de IIR 600B incluye al menos un filtro de FIR o un filtro de FFT.

[0140] La figura 6C es un diagrama de bloques de un filtro de FFT 600C, de acuerdo con algunas realizaciones.

[0141] El filtro de FFT 600C es una realización del filtro 310 de la figura 3 y, por lo tanto, se omite una descripción detallada similar. En algunas realizaciones, el filtro de FFT 600C se puede usar como el filtro 310 en el filtro de dispersión 300 de la figura 3.

[0142] El filtro de FFT 600C está configurado para recibir la señal ENTRADA4 y para generar la señal SALIDA4.

[0143] El filtro de FFT 600C incluye un circuito 680 configurado para realizar una FFT en una señal ENTRADA4, generando así una señal de FFT F1. En algunas realizaciones, la señal ENTRADA4 corresponde a la señal DS submuestreada. En algunas realizaciones, el circuito 680 es un circuito, tal como el sistema 1600, configurado para realizar la FFT en la señal ENTRADA4. En algunas realizaciones, el circuito 680 es un DSP, tal como el procesador 1602 de la figura 16, configurado para realizar la FFT en la señal ENTRADA4.

[0144] El filtro de FFT 600C incluye además un circuito 682 acoplado a una salida del circuito 680. El circuito 682 está configurado para añadir coeficientes de filtro ponderados a muestras de la señal de FFT F1, generando así una señal de FFT ponderada F2. En algunas realizaciones, el circuito 680 es un circuito, tal como un sistema 1600, configurado para agregar coeficientes de filtro ponderados a muestras de la señal de FFT F1. En algunas realizaciones, el circuito 680 es un DSP, tal como el procesador 1602 de la figura 16, configurado para agregar coeficientes de filtro ponderados a muestras de la señal de FFT F1.

[0145] El filtro de FFT 600C incluye además un circuito 684 acoplado a una salida del circuito 682. El circuito 684 está configurado para realizar una FFT inversa en la señal de FFT ponderada F2, generando así una señal SALIDA4. En algunas realizaciones, la señal SALIDA4 corresponde a la señal FS filtrada y submuestreada. En algunas realizaciones, el circuito 684 es un circuito, tal como el sistema 1600, configurado para realizar la FFT inversa en la señal de FFT ponderada F2. En algunas realizaciones, el circuito 684 es un DSP, tal como el procesador 1602 de la figura 16, configurado para realizar la FFT inversa en la señal de FFT ponderada F2.

[0146] En algunas realizaciones, el funcionamiento del filtro de FFT 600C de la figura 6C incluye el circuito 680 que determina la transformada rápida de Fourier (o la transformada discreta de Fourier) de la señal de banda base de entrada compleja (por ejemplo, la señal ENTRADA4). En algunas realizaciones, el algoritmo FFT o DFT realizado por el circuito 680 es complejo. Posteriormente, para obtener la respuesta deseada en el dominio de frecuencia, el circuito 682 multiplica cada coeficiente de Fourier por el coeficiente deseado en el dominio de frecuencia. Posteriormente, el circuito 684 realiza una FFT inversa para transformar la señal F2 de vuelta al dominio de tiempo. En algunas realizaciones, tanto los coeficientes de Fourier como los coeficientes de respuesta en el dominio de frecuencia son valores complejos. En

algunas realizaciones, se realiza la DFT en lugar de la FFT. En algunas realizaciones, se realiza la DFT inversa en lugar de la FFT inversa.

[0147] En algunas realizaciones, el filtrado FFT es atractivo por varias razones. En algunas realizaciones, en primer lugar, la señal Loran ya tiene "ventana" en el dominio de tiempo e incluye algunos pulsos modulados discretos, con tiempo muerto antes y después. En algunas realizaciones, la señal se considera "repetitiva" para los propósitos de Fourier, estando los puntos límite repetidos establecidos en cero. En algunas realizaciones, en segundo lugar, el filtrado FFT permite una gran cantidad de variación de retardo de grupo. En algunas realizaciones, el cambio de fase entre contenedores FFT se configura hasta 180 grados. En algunas realizaciones, el retardo de tiempo dcp/dm y, por lo tanto, el retardo de grupo puede tener grandes variaciones entre conjuntos adyacentes de contenedores FFT.

[0148] En algunas realizaciones, en las figuras 6A, 6B y 6C descritas anteriormente, los coeficientes de filtro del filtro de FIR 600A, el filtro de IIR 600B o el filtro de FFT 600C son constantes durante la duración del grupo de pulsos. En algunas realizaciones, al menos el filtro 310 de la figura 3, el filtro de FIR 600A, el filtro de IIR 600B o el filtro de FFT 600C varía en el tiempo, y cada uno de los coeficientes de las figuras 6A, 6B y 6C descritos anteriormente cambia con cada nueva muestra de entrada. En algunas realizaciones, el cambio en los valores de los coeficientes para cada nueva muestra de entrada es relativamente pequeño para no causar cantidades extremas de modulación de fase y/o amplitud de una muestra a otra. En algunas realizaciones, el uso de filtros variables en el tiempo minimiza la interrupción de la forma espectral Loran y, por lo tanto, se implementan cambios modestos en los valores de los coeficientes de una muestra a otra.

[0149] Otros tipos de filtros para el filtro de FFT 600C están dentro del alcance de la presente divulgación. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el filtro de FFT 600C incluye al menos un filtro de FIR o un filtro de IIR.

[0150] La figura 7A es un diagrama 700A de forma de onda de un grupo de pulsos Loran, de acuerdo con algunas realizaciones.

[0151] En algunas realizaciones, el diagrama de forma de onda 700A de la figura 7A es un grupo de pulsos Loran generado por el generador de pulsos Loran 102 y corresponde al conjunto de señales Loran LPO de la figura 1 o la señal ENTRADA1 de la figura 3, por lo que se omite una descripción detallada similar.

[0152] El diagrama de forma de onda 700A incluye una serie de pulsos Loran 702a, 702b, ... , 702i (denominados colectivamente como "señal de grupo de pulsos 702")

separados entre sí a lo largo del eje x. El eje x del diagrama de forma de onda 700A corresponde a una escala de tiempo en segundos, y el eje y del diagrama de forma de onda 700A corresponde a una amplitud normalizada del grupo de pulsos Loran.

[0153] En algunas realizaciones, el diagrama de forma de onda 700A de la figura 7A
 5 corresponde a una señal Loran ideal radiada por transmisores Loran de algunos enfoques. En algunas realizaciones, la señal del grupo de pulsos 702 es transmitida por una estación maestra. En algunas realizaciones, la señal del grupo de pulsos 702 es generada por un transmisor Loran. En algunas realizaciones, la señal del grupo de pulsos 702 es generada mediante otros enfoques. En algunas realizaciones, la señal
 10 del grupo de pulsos 702 incluye ocho pulsos de RF igualmente espaciados (por ejemplo, 702a, 702b, ... , 702 h), seguidos de un noveno pulso aislado (por ejemplo, 702i), mientras que las señales esclavas contienen solo ocho pulsos. En algunas realizaciones, la relación de potencia pico a promedio para la señal del grupo de pulsos es alta, y se hace aún más alta porque hay una cantidad significativa de tiempo muerto
 15 entre cada pulso de los grupos de pulsos 702.

[0154] La figura 7B es un diagrama 700B de forma de onda de un pulso Loran 709, de acuerdo con algunas realizaciones.

[0155] En algunas realizaciones, el diagrama de forma de onda 700B de la figura 7B
 incluye el pulso Loran 709 que es generado por el generador de pulsos Loran 102 y
 20 corresponde al conjunto de señales Loran LPO de la figura 1 o la señal ENTRADA1 de la figura 3, por lo que se omite una descripción detallada similar.

[0156] El pulso Loran 709 corresponde a uno de los pulsos Loran 702a, 702b, ... , 702i de la señal de grupo de pulsos 702 de la figura 7A y se amplía para ilustración y, por lo tanto, se omite una descripción detallada similar.

25 [0157] El diagrama de forma de onda 700B incluye el pulso Loran 709. El pulso Loran 709 incluye una forma de onda de RF 710 que oscila a una frecuencia y una función de envolvente 712. En algunas realizaciones, la forma de onda de RF 710 oscila a una frecuencia de 100 kHz. Otras frecuencias están dentro del alcance de la presente divulgación.

30 [0158] En algunas realizaciones, el pulso Loran 709 es generado por el generador de pulsos Loran de la figura 1, y es un pulso Loran ideal. En algunas realizaciones, el pulso Loran de la figura 7B es un pulso de Loran ideal. En algunas realizaciones, tanto la forma de onda de RF 710 como la función de envolvente 712 se muestran en la figura 7B. En algunas realizaciones, el pulso Loran tiene un tiempo de subida lo más

rápido posible (borde de la envolvente delantera) mientras permanece dentro del ancho de banda asignado.

[0159] La figura 7C es un diagrama de forma de onda 700C de un espectro de densidad de potencia de RF de la señal del grupo de pulsos, de acuerdo con algunas realizaciones.

[0160] En algunas realizaciones, el diagrama de forma de onda 700C corresponde a una versión de dominio de frecuencia de la forma de onda 700A y, por lo tanto, se omite una descripción detallada similar. En algunas realizaciones, el diagrama de forma de onda 700C de la figura 7C es generado por el generador de pulsos Loran 102 y corresponde al conjunto de señales Loran LPO de la figura 1 o la señal ENTRADA1 de la figura 3.

[0161] El diagrama de forma de onda 700C incluye una densidad de potencia de RF del grupo de pulsos 720. El eje x del diagrama de forma de onda 700C corresponde a una escala de frecuencia en Hertzios, y el eje y del diagrama de forma de onda 700C corresponde a una amplitud del grupo de pulsos Loran en decibelios.

[0162] En algunas realizaciones, el ancho de banda ocupado del espectro de densidad de potencia de RF de la forma de onda 700C es de 20 kHz, y el 99 % de la potencia de la señal está contenido dentro del ancho de banda ocupado. En algunas realizaciones, la potencia de la señal adicional se coloca fuera de los 20 kHz de ancho de banda, y no se debe truncar. En algunas realizaciones, se utilizan al menos 30 kHz de ancho de banda del transmisor, la antena y el receptor para maximizar el rendimiento del transmisor 100A-100B.

[0163] Otras configuraciones del transmisor 100A-100B o formas de onda para las formas de onda 700A-700C están dentro del alcance de la presente divulgación.

[0164] La figura 8A es un diagrama 800A de forma de onda de una salida del dispositivo de transformada de Hilbert, de acuerdo con algunas realizaciones.

[0165] En algunas realizaciones, el diagrama de forma de onda 800A de la figura 8A incluye un pulso Loran transformado de Hilbert 809 que es generado por el dispositivo de transformada de Hilbert 302 y corresponde a la señal HT de la figura 3, y, por lo tanto, se omite una descripción detallada similar.

[0166] En algunas realizaciones, el pulso de Loran transformado de Hilbert 809 corresponde a uno de los pulsos Loran 702a, 702b, ... , 702i de la señal de grupo de pulsos 702 de la figura 7A después de ser transformada por Hilbert por el dispositivo de transformación de Hilbert 302 y, por lo tanto, se omite una descripción detallada similar.

[0167] El diagrama de forma de onda 800A incluye el pulso Loran transformado de Hilbert 809. El pulso Loran transformado de Hilbert 809 incluye una parte real 802a (por ejemplo, I) y una parte imaginaria 804a (por ejemplo, Q).

[0168] En algunas realizaciones, la salida del dispositivo de transformada de Hilbert 302 es una salida de un pulso de Loran ideal y corresponde a una señal compleja. En algunas realizaciones, la parte real 802a de la señal transformada de Hilbert 809 es similar a un pulso Loran de otros enfoques, y la parte imaginaria 804a de la señal transformada de Hilbert 809 es una envolvente ideal multiplicada por una señal portadora que tiene una fase desplazada en 90 grados. En algunas realizaciones, la señal portadora tiene un cambio de fase diferente de 90 grados.

[0169] La figura 8B es un diagrama 800B de forma de onda de la señal transformada de Hilbert después de convertirse a frecuencia cero, de acuerdo con algunas realizaciones.

[0170] En algunas realizaciones, el diagrama de forma de onda 800B de la figura 8B incluye un pulso Loran desplazado de banda base 819 que es generado por el multiplicador 304 y corresponde a la señal de frecuencia desplazada HTBB de la figura 3 y, por lo tanto, se omite una descripción detallada similar.

[0171] En algunas realizaciones, el pulso Loran desplazado de banda base 819 corresponde al pulso Loran transformado de Hilbert 809 de la figura 8A después de haber sido desplazado en frecuencia por el multiplicador 304 y, por lo tanto, se omite una descripción detallada similar.

[0172] El diagrama de forma de onda 800B incluye el pulso Loran desplazado de banda base 819. El pulso Loran desplazado de banda base 819 incluye una parte real 802b (por ejemplo, I) y una parte imaginaria 804b (por ejemplo, Q). En algunas realizaciones, la parte imaginaria 804b de la señal de conversión descendente de la figura 8A es cero y corresponde al componente de RF en cuadratura de un pulso Loran ideal, que también es cero.

[0173] Otras configuraciones de transmisor 100A-100B o filtro de dispersión 300 o formas de onda para formas de onda 800A-800B están dentro del alcance de la presente divulgación.

[0174] La figura 9 es un diagrama de forma de onda 900 de una respuesta de amplitud y una respuesta de retardo de grupo de un filtro de dispersión, de acuerdo con algunas realizaciones.

[0175] En algunas realizaciones, el diagrama de forma de onda 900 es una respuesta de frecuencia de amplitud 902 y una respuesta de retardo de grupo 904 del filtro de

dispersión 104, el filtro de no dispersión 204 o el filtro de dispersión 300 y, por lo tanto, se omite una descripción detallada similar.

[0176] En algunas realizaciones, el transmisor 100A-100B o el receptor 200 utilizan la respuesta de amplitud 902 y la respuesta de retardo de grupo 904 del filtro de dispersión de la figura 9 para modificar la señal Loran.

[0177] El diagrama de forma de onda 900 incluye una respuesta de amplitud de respuesta de frecuencia 902 y una respuesta de retardo de grupo 904. La respuesta de amplitud 902 y la respuesta de retardo de grupo 904 también se denominan respuesta de frecuencia del filtro de dispersión. En algunas realizaciones, la respuesta de amplitud 902 es plana en 100 kHz y es más ancha que la señal Loran, lo que provoca que las amplitudes de la banda lateral se preserven y, por lo tanto, la densidad espectral de potencia sigue siendo la misma. En algunas realizaciones, la respuesta de amplitud es plana en otros intervalos de frecuencia. En algunas realizaciones, una pendiente de retardo de grupo 904 es plana a lo largo del canal. En algunas realizaciones, se aplica una forma de retardo de grupo de coseno elevado, con bandas laterales inferiores que encuentran un retardo de tiempo menor y encontrando las bandas laterales superiores un retardo mayor. En algunas realizaciones, la variación del retardo es de 4,5 milisegundos. En algunas realizaciones, otras variaciones de retardo están dentro del alcance de la presente divulgación.

[0178] En algunas realizaciones, otras variaciones del filtro de dispersión de la figura 9 están dentro del alcance de la presente divulgación, cambiando así la respuesta de amplitud 902 y la respuesta de retardo de grupo 904. En algunas realizaciones, la forma del retardo de grupo 904 tiene una simetría impar. En algunas realizaciones, la variación del retardo de grupo 904 puede incrementarse. En algunas realizaciones, la variación del retardo de grupo 904 puede reducirse. En algunas realizaciones, la forma del retardo de grupo 904 tiene una pendiente diferente, lo que provoca más retardo en la banda lateral inferior que en la banda lateral superior, lo que sería lo contrario de lo que se muestra en la figura 9. En algunas realizaciones, el ancho de la forma del coseno elevado es diferente de lo que se muestra en la figura 9. En algunas realizaciones, la forma de la respuesta del filtro es diferente del coseno elevado y puede incluir una pendiente constante. En algunas realizaciones, la pendiente no es monótona. En algunas realizaciones, la respuesta del filtro tiene múltiples picos de retardo.

[0179] En algunas realizaciones, la función de amplitud 902 es sustancialmente plana y tiene ganancia unitaria para no perturbar la forma espectral de la señal Loran. En

algunas realizaciones, el retardo de grupo 904 y la función de fase se alteran, reduciendo así los niveles máximos de la envolvente de la señal.

[0180] En algunas realizaciones, otras variaciones de la respuesta del filtro de dispersión de la figura 9 están dentro del alcance de la presente divulgación. Por ejemplo, en algunas realizaciones, la respuesta del filtro de dispersión de la figura 9 usa una función de retardo de grupo que aumenta monótonamente para la dispersión. Esto es similar al radar de frecuencia modulada, que obtiene efectivamente una gran amplitud de pulso difuminándolo en el tiempo (y sobre la frecuencia respecto al tiempo) con un filtro de dispersión. En otras palabras, la figura 9 muestra que la respuesta del filtro de dispersión es muy parecida a un de frecuencia modulada y parece un barrido de frecuencia. Sin embargo, los tipos de filtro distintos de los filtros de tipo de frecuencia modulada pueden producir resultados similares a los del filtro de tipo de frecuencia modulada. Por ejemplo, en la figura 13 (a continuación) se muestra otro ejemplo más de una respuesta de filtro/retardo de grupo que se puede utilizar para la respuesta de filtro de dispersión de la figura 9.

[0181] Otras respuestas de amplitud 902 o respuestas de retardo de grupo 904 para el filtro de dispersión 104, un filtro de dispersión 204 o un filtro de dispersión 300 o formas de onda para la forma de onda 900 están dentro del alcance de la presente divulgación.

[0182] La figura 10A es un diagrama 1000A de forma de onda de una respuesta de impulso 1009 de un filtro de FIR, de acuerdo con algunas realizaciones.

[0183] En algunas realizaciones, la respuesta de impulso 1009 del diagrama de forma de onda 1000A corresponde a la respuesta de impulso del filtro de dispersión 104, el filtro de no dispersión 204 o el filtro de dispersión 300 y, por lo tanto, se omite una descripción detallada similar. En algunas realizaciones, la respuesta de impulso 1009 corresponde a la respuesta de impulso de un filtro de FIR, tal como el filtro de FIR 600A, en el filtro de dispersión 104, el filtro de no dispersión 204 o el filtro de dispersión 300 y, por lo tanto, se omite una descripción detallada similar.

[0184] La respuesta de impulso 1009 incluye una parte real 1002a (por ejemplo, I) y una parte imaginaria 1004a (por ejemplo, Q). En algunas realizaciones, la respuesta de impulso 1009 del filtro de FIR (por ejemplo, el filtro de FIR 600A) tiene la respuesta de amplitud 902 deseada y la respuesta de retardo de grupo 904 de la figura 9. En algunas realizaciones, el filtro de FIR (por ejemplo, el filtro de FIR 600A) es un filtro complejo que opera en una señal de banda base de dominio de tiempo compleja centrada en la frecuencia cero. En algunas realizaciones, los coeficientes de filtro son

complejos. En algunas realizaciones, otras variaciones de la respuesta de impulso 1009 del filtro de FIR, tal como el filtro de FIR 600A, en el filtro de dispersión 104, el filtro de no dispersión 204 o el filtro de dispersión 300 están dentro del alcance de la presente divulgación. En algunas realizaciones, a medida que se modifica la respuesta de fase del filtro de dispersión o retardo de grupo, la respuesta de impulso en el dominio del tiempo (por ejemplo, 1009) cambiará en consecuencia. En algunas realizaciones, el filtro de FIR se implementa de manera similar a la que se muestra en la figura 6A.

[0185] Otras respuestas de impulso 1009 para el filtro de FIR, tal como el filtro de FIR 600A, en el filtro de dispersión 104, el filtro de no dispersión 204 o el filtro de dispersión 300 o formas de onda para la forma de onda 1000A están dentro del alcance de la presente divulgación.

[0186] La figura 10B es un diagrama de forma de onda 1000B de una señal de banda base 1019 a la salida del filtro de dispersión de la figura 3, de acuerdo con algunas realizaciones.

[0187] En algunas realizaciones, el diagrama de forma de onda 1000B de la figura 10B incluye una señal de banda base filtrada 1019 que es generada por el filtro 310 y corresponde a la señal filtrada submuestreada FS de la figura 3 y, por lo tanto, se omite una descripción detallada similar.

[0188] El diagrama de forma de onda 1000B incluye la señal de banda base filtrada 1019. La señal de banda base filtrada 1019 incluye una parte real 1012b (por ejemplo, I) y una parte imaginaria 1014b (por ejemplo, Q).

[0189] Otras formas de onda para la forma de onda 1000B están dentro del alcance de la presente divulgación.

[0190] La figura 10C es un diagrama de forma de onda 1000C de una envolvente de señal Loran dispersa 1022a y una envolvente de señal Loran ideal 1020a, de acuerdo con algunas realizaciones.

[0191] En algunas realizaciones, el diagrama de forma de onda 1000C de la figura 10C incluye una envolvente de señal Loran dispersa 1022a y una envolvente de señal Loran ideal 1020a.

[0192] En algunas realizaciones, la envolvente de señal Loran dispersa 1022a es generada por el filtro 310 y corresponde a la señal FS filtrada y submuestreada de la figura 3 y, por lo tanto, se omite una descripción detallada similar.

[0193] En algunas realizaciones, la envolvente de señal Loran ideal 1020a es un grupo de pulsos Loran generados por el generador de pulsos Loran 102 y corresponde al

conjunto de señales Loran LPO de la figura 1 o la señal ENTRADA1 de la figura 3, y por lo tanto se omite una descripción detallada similar. En algunas realizaciones, la envolvente ideal de la señal Loran 1020a corresponde a los valores positivos de la forma de onda 700A y, por lo tanto, se omite una descripción detallada similar.

5 [0194] En algunas realizaciones, la envolvente de la señal Loran dispersa 1022a se muestra después de que la señal haya pasado a través del filtro de dispersión 300 de la figura 3. En algunas realizaciones, la amplitud máxima de la señal Loran dispersa 1022a es mucho menor que la amplitud máxima de la señal Loran ideal 1020a. En algunas realizaciones, la potencia máxima de la señal Loran dispersa 1022a se ha
10 reducido en 7,37 decibelios en comparación con la señal Loran ideal 1020a. En algunas realizaciones, la potencia máxima de la señal Loran dispersa 1022a oscila entre aproximadamente el 15 y el 20 por ciento de la señal Loran ideal 1020a. En algunas realizaciones, la potencia promedio de la señal Loran dispersa 1022a y la señal Loran ideal 1020a son aproximadamente iguales. En algunas realizaciones, la
15 energía de la señal Loran dispersa 1022a se dispersa en el tiempo en comparación con la señal Loran ideal 1020a, manteniendo así la potencia promedio para cada una de la señal Loran dispersa 1022a y la señal Loran ideal 1020a igual, pero reduciendo los picos de la señal Loran dispersa 1022a en comparación con la señal Loran ideal 1020a.

20 [0195] Otras formas de onda para la forma de onda 1000C están dentro del alcance de la presente divulgación.

[0196] La figura 10D es un diagrama de forma de onda de RF 1000D de un grupo de pulsos Loran dispersos 1030, de acuerdo con algunas realizaciones.

[0197] En algunas realizaciones, el diagrama de forma de onda 1000D incluye el grupo
25 de pulsos Loran dispersos 1030, y se genera mediante el interpolador 312 y corresponde a la señal filtrada y muestreada IS de la figura 3 y, por lo tanto, se omite una descripción detallada similar.

[0198] En algunas realizaciones, el grupo de pulsos Loran dispersos 1030 es una forma de onda de RF y corresponde a la señal RX radiada por la antena 112 de la
30 figura 1 y, por lo tanto, se omite una descripción detallada similar.

[0199] En algunas realizaciones, el grupo de pulsos Loran dispersos 1030 tiene una frecuencia central de 100 kHz RF. En algunas realizaciones, otros valores de frecuencia central están dentro del alcance de la presente divulgación.

[0200] Otras formas de onda para la forma de onda 1000D están dentro del alcance
35 de la presente divulgación.

[0201] La figura 11A es un diagrama de forma de onda 1100A de una señal de grupo de pulsos 1102a y una envolvente 1104a de la señal de grupo de pulsos, de acuerdo con algunas realizaciones.

[0202] En algunas realizaciones, el diagrama de forma de onda 1100A de la figura 11A es un grupo de pulsos Loran 1102a y la correspondiente envolvente 1104a de la señal del grupo de pulsos, y se genera mediante el filtro de no dispersión 204 en el receptor 200 de la figura 2 o la señal ENTRADA1 de la figura 3, y corresponde a la señal LPENTRADA de la figura 2 y, por lo tanto, se omite una descripción detallada similar.

[0203] El diagrama de forma de onda 1100A incluye un grupo de pulsos Loran 1102a y una envolvente 1104a correspondiente del grupo de pulsos 1102a. En algunas realizaciones, el diagrama de forma de onda 1100A es similar al diagrama de forma de onda 700A de la figura 7A y, por lo tanto, se omite una descripción detallada similar.

[0204] En algunas realizaciones, el filtro de no dispersión 204 genera la forma de onda 1100A de la figura 11A. En algunas realizaciones, la figura 11A muestra el resultado de eliminar la dispersión de pulsos de la figura 10D. En algunas realizaciones, cuando la dispersión de pulso ha sido eliminada por un filtro complementario (por ejemplo, el filtro de no dispersión 204), los pulsos se restauran con precisión a su apariencia original (por ejemplo, figura 7A), y la señal de pulso Loran es procesada por el receptor Loran 206.

[0205] Otras configuraciones del receptor 200 u otras formas de onda para la forma de onda 1100A están dentro del alcance de la presente divulgación.

[0206] La figura 11B es un diagrama de forma de onda 1100B de los espectros de densidad de potencia de la señal Loran ideal no dispersa 1110a y las señales Loran recuperadas 1112a, de acuerdo con algunas realizaciones.

[0207] El diagrama de forma de onda 1100B incluye un espectro de densidad de potencia de la señal Loran ideal no dispersa 1110a y un espectro de densidad de potencia de las señales Loran recuperadas 1112a.

[0208] En algunas realizaciones, el espectro de densidad de potencia de la señal Loran ideal 1110a corresponde a la forma de onda 700C y, por lo tanto, se omite una descripción detallada similar.

[0209] En algunas realizaciones, el espectro de densidad de potencia de la señal de Loran recuperada 1112a corresponde a una versión de dominio de frecuencia de la forma de onda 1100A y, por lo tanto, se omite una descripción detallada similar.

[0210] En algunas realizaciones, el diagrama de forma de onda 1100B corresponde a una comparación de la forma de onda 700C (por ejemplo, mostrada en la figura 11B

como curva 1110a) de la figura 7c y la curva 1112a y, por lo tanto, se omite una descripción detallada similar.

[0211] En algunas realizaciones, los espectros de densidad de potencia de la señal ideal 1110a y la señal Loran no dispersa recuperada 1112a son muy similares.

5 [0212] Otras formas de onda para la forma de onda 1100B están dentro del alcance de la presente divulgación.

[0213] La figura 12 es un diagrama de bloques de un filtro de paso alto 1200, de acuerdo con algunas realizaciones.

10 [0214] En algunas realizaciones, el filtro de IIR de paso total 1200 es un filtro de IIR generado aleatoriamente.

[0215] El filtro de paso total IIR 1200 está configurado para recibir una señal ENTRADAS y para generar una señal SALIDAS. La señal ENTRADAS de la figura 12 corresponde a la señal submuestreada DS de la figura 3, y la señal SALIDAS corresponde a la señal filtrada submuestreada FS de la figura 3 y, por lo tanto, se omite una descripción detallada similar.

[0216] El filtro de paso total 1200 incluye un multiplicador 1202 que está acoplado a un generador portador 1204.

[0217] El multiplicador 1202 está configurado para generar una señal de frecuencia desplazada FSENTRADA en respuesta a al menos una señal portadora CS2 y una
20 señal ENTRADAS. En algunas realizaciones, la señal de frecuencia desplazada FSENTRADA corresponde a la señal ENTRADAS desplazada a una frecuencia F1. En algunas realizaciones, la frecuencia F1 es una frecuencia positiva. En algunas realizaciones, la frecuencia F1 es una frecuencia negativa. En algunas realizaciones, F1 corresponde a un desplazamiento de frecuencia de -10 kHz a 10 kHz desde la
25 frecuencia central de 100 kHz, para distribuir una o más funciones de paso total sobre el ancho de banda de la señal Loran. [0218] El generador portador 1204 está acoplado al multiplicador 1202 y a un circuito 1210. El generador portador 1204 está configurado para generar la señal portadora CS2. En algunas realizaciones, una frecuencia de la señal portadora CS2 es F1. En algunas realizaciones, la señal portadora CS2 es un
30 senoide complejo (por ejemplo, una onda sinusoidal y una onda coseno) con una frecuencia portadora en F1. Otras frecuencias portadoras para la señal portadora CS2 están dentro del alcance de la presente divulgación. En algunas realizaciones, el componente real y el componente complejo de la señal portadora CS2 es una señal de onda continua que tiene una frecuencia fundamental similar.

[0219] El filtro de paso total 1200 incluye además un filtro de paso total de segundo orden 1206 acoplado a una salida del multiplicador 1202. El filtro de paso total de segundo orden 1206 está configurado para generar una señal filtrada FSSALIDA en respuesta a la señal FSENTRADA. En algunas realizaciones, el filtro de paso total de

5 segundo orden 1206 corresponde a un filtro de paso total IIR de segundo orden de coeficiente real generado aleatoriamente. Otros tipos de filtro o tipos de orden de filtro para el filtro de paso total de segundo orden 1206 están dentro del alcance de la presente divulgación.

[0220] El filtro de paso total 1200 incluye además un multiplicador 1208 acoplado a una salida del filtro de paso total de segundo orden 1206. El multiplicador 1208 está configurado para generar una señal SALIDAS en respuesta a al menos una señal portadora CS2* y una señal FSSALIDA. En algunas realizaciones, la señal SALIDAS es una señal FSSALIDA desplazada en frecuencia desplazada por la frecuencia F1 de vuelta a la banda base. En algunas realizaciones, la señal SALIDAS corresponde a la

10 señal ENTRADAS filtrada. En algunas realizaciones, la señal de frecuencia desplazada FSSALIDA se multiplica por el conjugado (por ejemplo, CS2*) del senoide complejo, desplazando así la frecuencia central de vuelta a la banda base.

[0221] El filtro de paso total 1200 incluye además un circuito 1210. El circuito 1210 está acoplado al generador portador 1204 y al multiplicador 1208. El circuito 1210 está configurado para generar la señal portadora CS2*. En algunas realizaciones, el circuito

20 1210 está configurado para generar un conjugado de la señal portadora CS2 cambiando el signo de la parte imaginaria de la señal portadora CS2. En algunas realizaciones, el circuito 1210 es un circuito, tal como el sistema 1600, configurado para realizar la conjugación de la señal portadora CS2. En algunas realizaciones, el

25 circuito 1210 es un DSP, tal como el procesador 1602 de la figura 16, configurado para realizar la conjugación de la señal portadora CS2.

[0222] Una operación no limitativa del filtro de paso total 1200 incluye: En algunas realizaciones, se usa un filtro de paso total IIR de datos complejos de coeficiente real para el filtro de paso total de segundo orden 1206, y los datos complejos entrantes

30 (por ejemplo, la señal ENTRADAS) se desplazan en frecuencia mediante el multiplicador 1202. Posteriormente, en estas realizaciones, los datos complejos desplazados en frecuencia (señal FSENTRADA) se introducen en el filtro de paso total de coeficiente real (por ejemplo, filtro de paso total de segundo orden 1206). Posteriormente, en estas realizaciones, la frecuencia de los datos de la señal compleja

35 (por ejemplo, la señal FSSALIDA) se modifica mediante el multiplicador 1208,

restaurando la señal (por ejemplo, la señal SALIDAS) a su frecuencia original. En algunas realizaciones, la operación del filtro de paso total 1200 es similar a cambiar aleatoriamente los filtros de paso total hacia arriba y hacia abajo en frecuencia. En algunas realizaciones, el cambio de frecuencia es aleatorio y varía de -10kHz a
5 +10kHz Otros intervalos de frecuencia están dentro del alcance de la presente divulgación.

[0223] En algunas realizaciones, un número de filtros de paso total de IIR generados aleatoriamente, similares al filtro de paso total 1200, se pueden usar para generar una
10 serie de pares de filtros que se pueden usar para un sistema cifrado robusto.

[0224] Otras configuraciones del filtro de paso total 1200 u otros números de componentes están dentro del alcance de la presente divulgación.

[0225] La figura 13 es un diagrama de forma de onda 1300 de una respuesta de retardo de grupo 1302 de un filtro de dispersión, de acuerdo con algunas realizaciones.

[0226] El diagrama de forma de onda 1300 incluye la respuesta de retardo de grupo
15 1302. En algunas realizaciones, la respuesta de retardo de grupo 1302 corresponde a la respuesta de retardo de grupo de un filtro de paso total IIR generado de manera aleatoria, tal como el filtro de paso total 1200 de la figura 12. Por ejemplo, en algunas realizaciones, la forma de onda 1300 de la figura 13 se genera mediante filtros de paso
20 total de IIR que tienen la respuesta de retardo de grupo 1302 de la figura 13.

[0227] En algunas realizaciones, la respuesta de retardo de grupo 1302 de la figura 13 se genera mediante una serie de filtros de paso total de IIR generados aleatoriamente, tales como el filtro de paso total 1200 de la figura 12, conectados en cascada. En algunas realizaciones, el número es 48 filtros de paso total de IIR generados
25 aleatoriamente. Otros números están dentro del alcance de la presente divulgación.

[0228] En algunas realizaciones, la respuesta de frecuencia de los filtros de paso total de IIR generados aleatoriamente, tal como el filtro de paso total 1200 de la figura 12, es una respuesta compleja. En otras palabras, diferentes respuestas resultan para frecuencias positivas y frecuencias negativas.

[0229] En algunas realizaciones, la respuesta de retardo de grupo 1302 de figura 13 se genera mediante 48 versiones del filtro de paso total 1200 de la figura 12 conectadas en cascada con ubicaciones de polo/cero elegidas de manera aleatoria, y
30 48 diferentes cambios de frecuencia aleatorios. Otras ubicaciones de polo/cero y cambios de frecuencia están dentro del alcance de la presente divulgación.

- [0230] En algunas realizaciones, el número de filtros de paso total de IIR generados aleatoriamente similares a la figura 12 se pueden usar para generar numerosos pares de filtros y un sistema cifrado robusto. En algunas realizaciones, 48 filtros en cascada dan como resultado 144 diferentes valores para cada par de filtros (por ejemplo, dos valores de filtro de paso total y un valor de cambio de frecuencia) que dan como resultado una "clave de cifrado" muy grande. Por ejemplo, en algunas realizaciones, los filtros de paso total de IIR generados aleatoriamente, tal como el filtro de paso total 1200 se pueden utilizar tanto en el transmisor 100A-100B y en el receptor 200. En estas realizaciones, los filtros de paso total de IIR generados aleatoriamente se pueden cambiar tanto en el transmisor 100A-100B y en el receptor 200 de manera sincronizada en base a varios parámetros. Por ejemplo, en algunas realizaciones, los filtros de paso total de IIR generados aleatoriamente se pueden almacenar en una "biblioteca" que se almacena en el transmisor 100A-100B y en cada receptor 200. En algunas realizaciones, la biblioteca está predeterminada. En algunas realizaciones, la biblioteca se actualiza y un usuario puede reconfigurarla. En algunas realizaciones, si el sistema (transmisor 100A-100B y receptor 200) se utiliza para el cifrado, entonces el contenido de la "biblioteca" sería secreto para los usuarios o entidades no autorizadas. En algunas realizaciones, el canal de datos Loran (LDC) instruiría a los receptores 200 qué filtros de paso total usar, o se pueden seleccionar en función de la hora del día.
- [0231] Otras configuraciones de transmisor 100A-100B o receptor 200 u otras formas de onda para la forma de onda 1300 están dentro del alcance de la presente divulgación.
- [0232] La figura 14 es un diagrama de forma de onda 1400 de un grupo de pulsos Loran 1402 con dispersión aleatoria de paso total, de acuerdo con algunas realizaciones.
- [0233] diagrama de forma de onda 1400 incluye un grupo de pulsos Loran 1402. En algunas realizaciones, el grupo de pulsos 1402 corresponde a un pulso Loran después de pasar a través de un conjunto de filtros de paso total de IIR, tal como el filtro de paso total 1200 de figura 12. El grupo de pulsos Loran 1402 se dispersa como se muestra en la figura 14. En algunas realizaciones, como fue el caso con el filtro de dispersión FIR descrito anteriormente, esta señal, cuando es conjugada y filtrada en tiempo inverso por el filtro de paso total en el receptor, restaura con precisión los pulsos Loran originales.
- [0234] Otras formas de onda para la forma de onda 1400 están dentro del alcance de la presente divulgación.

[0235] La figura 15 es un diagrama de un filtro invertido en el tiempo 1500, de acuerdo con algunas realizaciones.

[0236] En algunas realizaciones, el filtro de tiempo invertido 1500 se puede usar como filtro 310 del filtro de dispersión 300.

5 [0237] La señal ENTRADA6 de la figura 15 corresponde a la señal submuestreada DS de la figura 3. La señal SALIDA6 de la figura 15 corresponde a la señal FS filtrada y submuestreada de la figura 3.

[0238] El filtro de inversión de tiempo 1500 incluye un circuito de inversión de tiempo 1502 configurado para generar una señal TENTRADA de inversión de tiempo en
10 respuesta a una señal ENTRADA6. En algunas realizaciones, la señal ENTRADA6 corresponde a la señal DS submuestreada. En algunas realizaciones, el circuito de inversión de tiempo 1502 es un circuito, tal como el sistema 1600, configurado para realizar la inversión de tiempo de la señal ENTRADA6. En algunas realizaciones, el
15 circuito de inversión de tiempo 1502 es un DSP, tal como el procesador 1602 de la figura 16, configurado para realizar la inversión de tiempo de la señal ENTRADA6.

[0239] El filtro de inversión de tiempo 1500 incluye además un circuito 1504 acoplado a una salida del circuito de inversión de tiempo 1502. El circuito 1504 está configurado para generar un conjugado de la señal TENTRADA* de tiempo invertido en respuesta a la señal TENTRADA de tiempo invertido. En algunas realizaciones, el circuito 1504
20 es un circuito, tal como el sistema 1600, configurado para realizar la conjugación de la señal TENTRADA de tiempo invertido. En algunas realizaciones, el circuito 1504 es un DSP, tal como el procesador 1602 de la figura 16, configurado para realizar la conjugación de la señal TENTRADA de tiempo invertido.

[0240] El filtro de tiempo invertido 1500 incluye además un filtro 1506 acoplado a una salida del circuito 1504. El filtro 1506 está configurado para filtrar el conjugado de la
25 señal de tiempo invertido TENTRADA*, generando así una primera señal filtrada TENTRADAF*.

[0241] El filtro de tiempo invertido 1500 incluye además un circuito 1508 acoplado a una salida del filtro 1506. El circuito 1508 está configurado para generar un conjugado
30 de la primera señal filtrada TENTRADAF sensible a la primera señal filtrada TENTRADAF*. En algunas realizaciones, el circuito 1508 es un circuito, tal como el sistema 1600, configurado para realizar la conjugación de la primera señal filtrada TENTRADAF*. En algunas realizaciones, el circuito 1508 es un DSP, tal como el procesador 1602 de la figura 16, configurado para realizar la conjugación de la primera
35 señal filtrada TENTRADAF*.

- [0242] El filtro de inversión de tiempo 1500 incluye además un circuito de inversión de tiempo 1510 acoplado a una salida del circuito 1508. El circuito de inversión de tiempo 1510 está configurado para generar una señal TSALIDA de inversión de tiempo en respuesta al conjugado de la primera señal TENTRADAF filtrada. En algunas realizaciones, la señal TSALIDA invertida en el tiempo corresponde a la señal FS o señal SALIDA6 filtrada y submuestreada. En algunas realizaciones, el circuito de inversión de tiempo 1510 es un circuito, tal como el sistema 1600, configurado para realizar la inversión de tiempo del conjugado de la primera señal TENTRADAF filtrada. En algunas realizaciones, el circuito de inversión de tiempo 1510 es un DSP, tal como el procesador 1602 de la figura 16, configurado para realizar la inversión de tiempo del conjugado de la primera señal TENTRADAF filtrada.
- [0243] En algunas realizaciones, el filtro de tiempo invertido 1500 se puede usar en el filtro de no dispersión 204 de la figura 2. En algunas realizaciones, el filtro de tiempo invertido 1500 se puede usar en el filtro de dispersión 104 de la figura 1.
- [0244] En algunas realizaciones, en lugar de generar filtros complementarios separados para transmisión y recepción, se usa el mismo filtro para ambas funciones. En algunas realizaciones, ya sea en el transmisor 100A-100B o en el receptor 200, la señal se invierte en el tiempo, se conjuga y pasa a través del filtro 1506, luego se conjuga y se invierte el tiempo nuevamente para restaurarla a su orden original. Por ejemplo, la inversión de tiempo invierte el espectro de una señal compleja en el dominio del tiempo, por lo que la conjugación se realiza para deshacer la inversión del espectro. En algunas realizaciones, invertir el orden de tiempo hace que el filtro 1506 invierta su característica de retardo de grupo que se usa para eliminar la dispersión de la señal.
- [0245] En algunas realizaciones, se usa el filtrado invertido en el tiempo para aplicar o eliminar la dispersión de la señal. En algunas realizaciones, la dispersión de la señal se logra con filtros complementarios o adaptados. En algunas realizaciones, el método de inversión de tiempo utiliza filtros de paso total de IIR, tal como el filtro de paso total de IIR 1200, para dispersión de señal.
- [0246] En algunas realizaciones, la inversión de tiempo, la conjugación, el filtrado, la conjugación y la restauración del tiempo se realizan en el transmisor 100A-100B. En algunas realizaciones, dado que hay más receptores que transmisores (por ejemplo, 100A-100B), los receptores 200 realizan la anulación de la dispersión del pulso en el tiempo de avance. En algunas realizaciones, la inversión de tiempo, la conjugación, el filtrado, la conjugación y la restauración de tiempo se realizan en los receptores 200.

[0247] En algunas realizaciones, un sistema Loran de pulsos dispersos de la presente divulgación da como resultado un gran aumento en la capacidad de potencia para una potencia de envolvente máxima dada. En algunas realizaciones, un transmisor capaz de 100 kW (PEP) de Loran de otros enfoques es capaz en la presente divulgación de 500 kW efectivos de Loran de dispersión de pulsos. En algunas realizaciones, si no se usa un aumento de potencia efectivo, entonces los beneficios se aplican a la tensión de voltaje de antena reducida y una señal Loran de PEP de 100 kW podría radiarse en forma dispersa a un PEP real de 20 kW.

[0248] Las antenas Loran son eléctricamente cortas. Una longitud de onda a 100 kHz es de 3000 metros. Por lo tanto, una antena resonante de cuarto de onda de tamaño completo tendría 750 metros de altura. Las antenas Loran son monopolos cortos con carga superior capacitiva. Los monopolos cortos cuando la impedancia coincide tienen un ancho de banda más estrecho que un monopolo de cuarto de onda de tamaño completo. Aunque el ancho de banda ocupado de una señal Loran (donde existe el 99 % de la potencia) es de 20 kHz, la radiación de un ancho de banda de 30 kHz da como resultado un mejor rendimiento del sistema, pero el porcentaje de ancho de banda de una señal Loran es del 30 % (30 kHz/100 kHz) . Esto, a su vez, genera una tensión de voltaje en la antena y el casquillo (aislante) entre la torre y la carcasa de la hélice. Para un rendimiento suficiente del sistema, esta tensión se mantiene por debajo de 250 kV. En algunas realizaciones, al reducir la amplitud máxima de la envolvente de la señal Loran, se reduce la tensión de voltaje. En algunas realizaciones, para la misma tensión de antena, se reducen la altura de la torre y los requisitos de terreno. En algunas realizaciones, el aumento de la potencia efectiva provoca un alcance y una SNR aumentados. En algunas realizaciones, el aumento de la potencia efectiva provoca transmisores de menor potencia, con torres de antena más cortas, tensión de antena reducida y requisitos de terreno reducidos.

[0249] En algunas realizaciones, el aumento de la potencia efectiva permite una mayor carga útil del canal de datos Loran (LDC). Con una mejor SNR para la parte de posición, navegación y temporización (PNT) de la señal, se puede asignar más "tiempo de emisión" al LDC en la presente divulgación. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el LDC es una señal digital modulada por BPSK. En algunas realizaciones, durante una cierta proporción del tiempo, se transmiten pulsos Loran dispersos, y durante el resto del tiempo, se transmite un canal de datos Loran de alta capacidad completamente diferente. En algunas realizaciones, para obtener la máxima potencia transmitida con una antena eléctricamente corta, el espectro del LDC es similar al de

la señal Loran, por ejemplo, una forma de "pajar". En algunas realizaciones, la potencia disminuye a medida que las frecuencias se alejan del centro del canal, lo que sugiere el uso de al menos señales BPSK, QAM, MSK, GMSK o similares para el LDC.

[0250] En algunas realizaciones, la disponibilidad selectiva se usa cambiando los filtros de dispersión rápidamente en una secuencia secreta con coeficientes de filtro secretos, denegando así el uso público de la señal, al mismo tiempo que se proporciona el servicio a los usuarios autorizados.

[0251] En algunas realizaciones, el aumento de la potencia efectiva provoca una posible mitigación de la interferencia del ruido de los impulsos. En algunas realizaciones, cuando la señal Loran dispersa pasa a través del filtro de dispersión del receptor complementario de la presente descripción, ese filtro de dispersión del receptor complementario tendrá el efecto de dispersar el ruido de los impulsos. En algunas realizaciones, aunque no se cambiará la potencia del ruido, se cambiará la característica impulsiva del ruido. En algunas realizaciones, la amplitud máxima del ruido de los impulsos se reduce, ya que se dispersa en el dominio de tiempo.

[0252] En algunas realizaciones, la dispersión de pulsos no afecta el ancho de banda ni la densidad espectral de potencia de la señal Loran. En algunas realizaciones, la asignación de 100 kHz para señales Loran no se verá afectada. En algunas realizaciones, la señal de pulso Loran dispersa tiene el mismo ancho de banda y forma espectral que los pulsos Loran. En algunas realizaciones, si se usa un formato de modulación diferente para el LDC, el LDC debería tener una forma espectral de pajar similar a la de la señal Loran. En algunas realizaciones, MSK, GMSK, QAM y BPSK pueden usarse en el LDC.

[0253] En algunas realizaciones, pueden usarse técnicas existentes de otros enfoques para recibir señales Loran. En algunas realizaciones, las técnicas para discriminar los reflejos de las ondas celestes seguirán funcionando. En algunas realizaciones, tan pronto como la señal recibida pasa a través del filtro de no dispersión lineal, los pulsos Loran se reconstruyen y la señal se procesa y recibe como si fuera una señal Loran de otros enfoques.

[0254] En algunas realizaciones, la aplicación de dispersión de pulsos a Loran o eLoran mejora significativamente el sistema para hacer el mejor uso de la tecnología de módem. En algunas realizaciones, con transmisores de estado sólido, es equivalente a radiar más de 5 veces la potencia en comparación con Loran de otros enfoques, lo que permite la asignación de intervalos de tiempo para una señal de LDC dedicada. En algunas realizaciones, la señal de dispersión de pulso modernizada

aprovecha las técnicas modernas y económicas de procesamiento de señales digitales, y se puede usar con técnicas de otros enfoques que separan los componentes de onda ionosférica y de onda terrestre de las señales Loran C, y siguen siendo válidas y pueden aprovecharse completamente en receptores modernizados.

5 [0255] La figura 16 es una vista esquemática de un controlador 1600 utilizable en uno o más de los transmisores 100A-100B de las figuras 1A-1B, o el receptor 200 de la figura 2, de acuerdo con algunas realizaciones.

[0256] En algunas realizaciones, el controlador 1600 se puede usar como al menos el transmisor 100A-100B de la figura 1, el receptor 200 de la figura 2, el filtro de
10 dispersión 300 de la figura 3, el decimador 400 de la figura 4, el interpolador 500, el filtro de FIR 600A de la figura 6A, el filtro de IIR 600B de la figura 6B, el filtro de FFT 600C de la figura 6C, el filtro de paso total 1200 de la figura 12, el filtro de inversión de tiempo 1500 de la figura 15, o uno o más circuitos o componentes en las figuras 1A-1B, 2-5, 6A-6C, 7A-7C, 8A-8B, 9, 10A-10D, 11A-11B y 12-16.

15 [0257] El controlador 1600 incluye un procesador de hardware 1602 y un medio de almacenamiento no transitorio legible por ordenador 1604 codificado con, es decir, almacenando, el código de programa de ordenador 1606, es decir, un conjunto de instrucciones ejecutables. El medio de almacenamiento legible por ordenador 1604 también está codificado con instrucciones 1607 para interactuar con al menos uno o
20 más de los transmisores 100A-100B de las figuras 1A-1B, o el receptor 200 de la figura 2. El procesador 1602 está conectado eléctricamente al medio de almacenamiento legible por ordenador 1604 mediante un bus 1608. El procesador 1602 también está eléctricamente acoplado a una interfaz de E/S 1610 mediante el bus 1608. Una interfaz de red 1612 también está eléctricamente conectada al procesador 1602 mediante el
25 bus 1608. La interfaz de red 1612 está conectada a una red 1614, de modo que el procesador 1602 y el medio de almacenamiento legible por ordenador 1604 pueden conectarse a elementos externos a través de la red 1614. El procesador 1602 está configurado para ejecutar el código de programa de ordenador 1606 codificado en el medio de almacenamiento legible por ordenador 1604 para hacer que el controlador
30 1600 pueda utilizarse para realizar una parte o la totalidad de las operaciones de las figuras de la presente divulgación.

[0258] En algunas realizaciones, el procesador 1602 es una unidad central de procesamiento (CPU), un multiprocesador, un sistema de procesamiento distribuido, un circuito integrado de aplicación específica (ASIC) y/o una unidad de procesamiento
35 adecuada.

[0259] En algunas realizaciones, el medio de almacenamiento legible por ordenador 1604 es un sistema (o aparato o dispositivo) electrónico, magnético, óptico, electromagnético, infrarrojo y/o semiconductor. Por ejemplo, el medio de almacenamiento legible por ordenador 1604 incluye una memoria semiconductora o de estado sólido, una cinta magnética, un disquete de computadora extraíble, una memoria de acceso aleatorio (RAM), memoria Flash, incluyendo RAM Flash, una memoria de solo lectura (ROM), un disco magnético rígido y/o un disco óptico. En algunas realizaciones que usan discos ópticos, el medio de almacenamiento legible por ordenador 1604 incluye una memoria de solo lectura de disco compacto (CD ROM), un disco compacto de lectura/escritura (CD-R/W), y/o un disco versátil digital (DVD). En algunas realizaciones, al menos el procesador 1602 o el medio de almacenamiento legible por ordenador 1604 son parte de un sistema en un chip y son parte de una matriz de puertas programables en campo (FPGA).

[0260] En algunas realizaciones, el medio de almacenamiento 1604 almacena el código de programa de ordenador 1606 configurado para hacer que el controlador 1600 realice una o más operaciones de las figuras de la presente divulgación.

[0261] En algunas realizaciones, el medio de almacenamiento 1604 almacena instrucciones (por ejemplo, código de programa informático 1606) para interactuar con uno o más de los transmisores 100A-100B de las figuras 1A-1B, o el receptor 200 de la figura 2. Las instrucciones (por ejemplo, el código de programa informático 1606) permiten que el procesador 1602 genere instrucciones legibles mediante uno o más de los transmisores 100A-100B de las figuras 1A-1B, o el receptor 200 de la figura 2.

[0262] El controlador 1600 incluye una interfaz de E/S 1610. La interfaz de E/S 1610 está acoplada a un circuito externo. En algunas realizaciones, la interfaz de E/S 1610 incluye un teclado, un teclado numérico, un ratón, una bola de seguimiento, un panel táctil y/o teclas de dirección del cursor para comunicar información y comandos al procesador 1602.

[0263] El controlador 1600 también incluye la interfaz de red 1612 acoplada al procesador 1602. La interfaz de red 1612 permite que el controlador 1600 se comuniquen con la red 1614, a la que están conectados uno o más sistemas informáticos. La interfaz de red 1612 incluye interfaces de red inalámbrica tales como BLUETOOTH, WIFI, WIMAX, GPRS o WCDMA; o interfaz de red cableada tal como ETHERNET, USB o IEEE-13104. En algunas realizaciones, una o más de las figuras de la presente divulgación se implementan en dos o más sistemas 1600, y la

información tal como filtro, interpolador o decimador se intercambia entre diferentes sistemas 1600 por la red 1614.

[0264] El controlador 1600 está configurado para recibir información relacionada con un filtro a través de la interfaz de E/S 1610 o la interfaz de red 1612. La información se transfiere al procesador 1602 por el bus 1608 para generar un filtro de dispersión. El filtro de dispersión se almacena luego en un medio legible por ordenador 1604 como filtro de dispersión 1616. En algunas realizaciones, el filtro de dispersión 1616 incluye al menos el filtro de dispersión 104, el filtro de no dispersión 204 o el filtro de dispersión 300.

[0265] El controlador 1600 está configurado para recibir información relacionada con un interpolador a través de la interfaz de E/S 1610 o la interfaz de red 1612. La información se almacena en un medio legible por ordenador 1604 como un interpolador 1618. En algunas realizaciones, el interpolador 1618 incluye el interpolador 400.

[0266] El controlador 1600 está configurado para recibir información relacionada con un decimador a través de la interfaz de E/S 1610 o la interfaz de red 1612. La información se almacena en un medio legible por ordenador 1604 como un decimador 1620. En algunas realizaciones, el decimador 1620 incluye el decimador 500.

[0267] El controlador 1600 está configurado para recibir información relacionada con un filtro a través de la interfaz de E/S 1610 o la interfaz de red 1612. La información se almacena en un medio legible por ordenador 1604 como un filtro 1622. En algunas realizaciones, el filtro 1622 incluye al menos el filtro 310, el filtro de FIR 600A, el filtro de IIR 600B, el filtro de FFT 600C, el filtro de paso total 1200, el filtro de inversión de tiempo 1500.

[0268] En algunas realizaciones, al menos partes de la presente divulgación se implementan como una aplicación de software independiente para que la ejecute un procesador. En algunas realizaciones, al menos partes de la presente divulgación se implementan como una aplicación de software que forma parte de una aplicación de software adicional. En algunas realizaciones, al menos partes de la presente divulgación se implementan como un complemento para una aplicación de software.

[0269] La figura 17 es un diagrama de Flujo de un método 1700 de operar un sistema, de acuerdo con algunas realizaciones.

[0270] En algunas realizaciones, la figura 17 es un diagrama de Flujo de un método 1700 de operar al menos los transmisores 100A-100B de las figuras 1A-1B, el receptor 200 de la figura 2, el filtro de dispersión 300 de la figura 3, el decimador 400 de la

figura 4, el interpolador 500, el filtro de FIR 600A de la figura 6A, el filtro de IIR 600B de la figura 6B, el filtro de FFT 600C de la figura 6C, el filtro de paso total 1200 de la figura 12, el filtro de inversión de tiempo 1500 de la figura 15 o el controlador 1600 de la figura 1600. Se entiende que se pueden realizar operaciones adicionales antes, durante y/o después del método 1700 representado en la figura 17, y que algunas otras operaciones solo pueden describirse brevemente en el presente documento. En algunas realizaciones, otras órdenes de operaciones del método 1700 están dentro del alcance de la presente divulgación. En algunas realizaciones, no se realizan una o más operaciones del método 1700.

[0271] El método 1700 incluye operaciones de ejemplo, pero las operaciones no se realizan necesariamente en el orden mostrado. Las operaciones se pueden agregar, reemplazar, cambiar de orden y/o eliminar según corresponda, de acuerdo con el espíritu y el alcance de las realizaciones divulgadas. Se entiende que el método 1700 utiliza características de una o más de las figuras 1A-1B, 2-5, 6A-6C, 7A-7C, 8A-8B, 9, 10A-10D, 11A-11B y 12-16.

[0272] En la operación 1702 del método 1700, un generador de pulsos Loran genera una señal de pulso Loran. En algunas realizaciones, la señal de pulso Loran del método 1700 incluye un conjunto de pulsos Loran o señales LPO.

[0273] En la operación 1704 del método 1700, se genera una señal Loran dispersa en base a la señal de pulso Loran. En algunas realizaciones, la señal Loran dispersa del método 1700 es generada por un filtro de dispersión. En algunas realizaciones, la señal Loran dispersa del método 1700 incluye la señal DFO dispersa. En algunas realizaciones, el filtro de dispersión del método 1700 incluye al menos el filtro de dispersión 104, el filtro de no dispersión 204 o el filtro de dispersión 300.

[0274] En la operación 1706 del método 1700, se genera una señal ecualizada en respuesta a la señal de pulso Loran o a la señal Loran dispersa. En algunas realizaciones, la señal ecualizada del método 1700 es generada por un ecualizador 106. En algunas realizaciones, la señal ecualizada del método 1700 incluye la señal dispersa ecualizada DFOE.

[0275] En algunas realizaciones, la operación 1706 incluye generar la señal ecualizada en respuesta a la señal de pulso Loran. En algunas realizaciones, la operación 1706 incluye generar la señal ecualizada en respuesta a la señal Loran dispersa.

[0276] En la operación 1708 del método 1700, se genera una señal amplificada en base a la señal Loran dispersa. En algunas realizaciones, la señal amplificada del

método 1700 es generada por un amplificador de potencia 108. En algunas realizaciones, la señal amplificada del método 1700 incluye la señal amplificada DFA. [0277] En algunas realizaciones, el ecualizador 106 está acoplado entre el filtro de dispersión 104 y el amplificador de potencia 108 (por ejemplo, como se muestra en la figura 1A) y, por lo tanto, la operación 1706 incluye generar la señal ecualizada en respuesta a la señal Loran dispersa, y la operación 1704 incluye generar la señal Loran dispersa en respuesta a la señal de pulso de Loran, y la operación 1708 incluye generar la señal amplificada en respuesta a la señal ecualizada.

[0278] En algunas realizaciones, el ecualizador 106 está acoplado entre el generador de pulsos Loran 102 y el filtro de dispersión 104 (por ejemplo, como se muestra en la figura 1B) y, por lo tanto, la operación 1706 se produce antes de la operación 1704 y la operación 1704 es seguida posteriormente por la operación 1708. En estas realizaciones, donde el ecualizador 106 está acoplado entre el generador de pulsos Loran 102 y el filtro de dispersión 104 (por ejemplo, como se muestra en la figura 1B), la operación 1706 incluye generar la señal ecualizada en respuesta a la señal de pulso Loran, la operación 1704 incluye generar la señal Loran dispersa en respuesta a la señal ecualizada, y la operación 1708 incluye generar la señal amplificada en respuesta a la señal Loran dispersa.

[0279] En la operación 1710 del método 1700, se genera una señal sintonizada en respuesta a la señal amplificada. En algunas realizaciones, la señal sintonizada del método 1700 es generada por un sintonizador de antena 110 que está acoplado al amplificador de potencia. En algunas realizaciones, la señal sintonizada del método 1700 incluye la señal sintonizada Psalida.

[0280] En la operación 1712 del método 1700a, se radia una señal transmitida en respuesta a la señal sintonizada. En algunas realizaciones, la señal transmitida del método 1700 es radiada por una antena 112 que está acoplada al sintonizador de antena. En algunas realizaciones, la señal transmitida del método 1700 incluye la señal TX transmitida.

[0281] En la operación 1714 del método 1700, un receptor 200 recibe una señal. En algunas realizaciones, la señal del método 1700 que se recibe incluye la señal RX recibida.

[0282] En la operación 1716 del método 1700, se genera una señal de pulso no dispersa en respuesta a la señal recibida. En algunas realizaciones, la señal de pulso no dispersa es generada por un filtro de dispersión. En algunas realizaciones, el filtro de no dispersión del método 1700 incluye un filtro de dispersión 204 o un filtro de

dispersión 300. En algunas realizaciones, la señal de pulso no dispersa del método 1700 incluye la señal de pulso no dispersa LPENTRADA. En algunas realizaciones, la señal recibida del método 1700 corresponde a la señal transmitida.

[0283] En la operación 1718 del método 1700, se genera una señal Loran en respuesta a la señal de pulso no dispersa. En algunas realizaciones, la señal Loran es generada por un receptor Loran 206 que está acoplado al filtro de no dispersión 204. En algunas realizaciones, la señal Loran que genera el receptor Loran 206 del método 1700 incluye la señal de salida LS.

[0284] Mediante la operación del método 1700, el sistema opera para lograr los beneficios analizados anteriormente con respecto a las figuras 1A-1B, 2-5, 6A-6C, 7A-7C, 8A-8B, 9, 10A-10D, 11A-11B y 12-16.

[0285] Se han descrito varias realizaciones. No obstante, se entenderá que se pueden realizar varias modificaciones sin apartarse del espíritu y alcance de la divulgación. El valor lógico alto o bajo de varias señales usadas en la descripción anterior también es para ilustración. Diversas realizaciones no se limitan a un valor lógico particular cuando se activa y/o desactiva una señal. Seleccionar diferentes valores lógicos está dentro del alcance de varias realizaciones. Los circuitos correspondientes generan varias señales, pero, por simplicidad, no se muestran los circuitos.

[0286] Varias figuras muestran filtros de FIR, IIR o FFT para ilustración. Se pueden utilizar circuitos o filtros equivalentes para los filtros de FIR, IIR o FFT. Por ejemplo, se pueden usar otros tipos de filtros en lugar de los filtros de FIR, IIR o FFT. Las ilustraciones anteriores incluyen etapas de ejemplo, pero las etapas no necesariamente se realizan en el orden mostrado. Las etapas se pueden agregar, reemplazar, cambiar de orden y/o eliminar según corresponda, de acuerdo con el espíritu y el alcance de las realizaciones divulgadas.

[0287] Un aspecto de esta descripción se refiere a un transmisor. En algunas realizaciones, el transmisor incluye un generador de pulsos Loran configurado para generar una señal de pulsos Loran; un filtro de dispersión acoplado al generador de pulsos Loran y configurado para generar una señal dispersa en respuesta a la señal de pulsos Loran; un ecualizador acoplado al filtro de dispersión y configurado para generar una señal dispersa ecualizada en respuesta a la señal dispersa; un amplificador de potencia acoplado al ecualizador y configurado para generar una señal amplificada en respuesta a la señal dispersa ecualizada; un sintonizador de antena acoplado al amplificador de potencia y configurado para generar una señal sintonizada

en respuesta a la señal amplificada; y una antena acoplada al sintonizador de antena y configurada para radiar una señal transmitida en respuesta a la señal sintonizada.

[0288] En algunas realizaciones, el filtro de dispersión incluye un dispositivo de transformada de Hilbert configurado para recibir la señal de pulso Loran y para generar una primera señal y una segunda señal desplazadas de la primera señal por una fase de 90 grados. En algunas realizaciones, el filtro de dispersión incluye además un primer multiplicador acoplado al dispositivo de transformada de Hilbert y configurado para generar una señal de frecuencia desplazada en respuesta a al menos una primera señal portadora, la primera señal y la segunda señal. En algunas realizaciones, el filtro de dispersión incluye además un decimador acoplado al primer multiplicador y configurado para generar una señal submuestreada en respuesta a la señal de frecuencia desplazada. En algunas realizaciones, el filtro de dispersión incluye además un primer filtro acoplado al decimador, y configurado para generar una señal filtrada de muestreo descendente en respuesta a la señal de muestreo descendente. En algunas realizaciones, el filtro de dispersión incluye además un interpolador acoplado al primer filtro, y configurado para generar una señal de muestreo ascendente en respuesta a la señal de muestreo descendente filtrada. En algunas realizaciones, el filtro de dispersión incluye además un segundo multiplicador acoplado al interpolador, y configurado para generar la señal dispersa en respuesta a al menos la señal muestreada y una segunda señal portadora, siendo la segunda señal portadora un conjugado de la primera señal portadora.

[0289] En algunas realizaciones, el decimador incluye un filtro de paso bajo acoplado al primer multiplicador y configurado para generar una primera señal filtrada en respuesta a la señal de frecuencia desplazada, teniendo la primera señal filtrada una primera frecuencia de muestreo. En algunas realizaciones, el decimador incluye además un primer circuito acoplado al filtro de paso bajo, y configurado para eliminar $N-1$ muestras de N muestras de la primera señal filtrada, generando así la señal submuestreada, en la que N es un número entero, y la señal submuestreada tiene una segunda frecuencia de muestreo igual a la primera frecuencia de muestreo dividida por las N muestras.

[0290] En algunas realizaciones, el interpolador incluye un primer circuito acoplado al primer filtro, y configurado para agregar $N-1$ ceros a la señal filtrada y muestreada, generando así una primera señal, donde N es un número entero, la primera señal tiene una primera muestra frecuencia, y la señal submuestreada filtrada tiene una segunda frecuencia de muestreo igual a la primera frecuencia de muestreo dividida por las N

muestras. En algunas realizaciones, el interpolador incluye además un filtro de paso bajo acoplado al primer circuito y configurado para generar una primera señal filtrada en respuesta a la primera señal. En algunas realizaciones, el primer filtro incluye un filtro de FIR, un filtro de IIR o un filtro de FFT. En algunas realizaciones, el filtro de IIR
5 corresponde a un filtro de paso total que tiene coeficientes generados aleatoriamente. [0291] En algunas realizaciones, el filtro de IIR incluye un primer circuito de inversión de tiempo configurado para generar una primera señal de inversión de tiempo en respuesta a una primera señal recibida, correspondiendo la primera señal recibida a la señal muestreada. En algunas realizaciones, el filtro de IIR incluye además un
10 primer circuito acoplado al primer circuito de inversión de tiempo y configurado para generar un conjugado de la primera señal de inversión de tiempo en respuesta a la primera señal de inversión de tiempo. En algunas realizaciones, el filtro de IIR incluye además un primer filtro acoplado al primer circuito, y configurado para filtrar el conjugado de la primera señal invertida en el tiempo, generando así una primera señal
15 filtrada. En algunas realizaciones, el filtro de IIR incluye además un segundo circuito acoplado al primer filtro, y configurado para generar un conjugado de la primera señal filtrada en respuesta a la primera señal filtrada. En algunas realizaciones, el filtro de IIR incluye además un segundo circuito de inversión de tiempo acoplado al segundo circuito, y configurado para generar una segunda señal de inversión de tiempo en
20 respuesta al conjugado de la primera señal filtrada, correspondiendo la segunda señal de inversión de tiempo a la señal filtrada señal submuestreada.

[0292] En algunas realizaciones, el filtro de FIR, el filtro de IIR o el filtro de FFT incluyen coeficientes de filtro fijos para cada conjunto de pulsos Loran, siendo la señal del pulso Loran parte del conjunto de pulsos Loran. En algunas realizaciones, el filtro de FIR, el
25 filtro de IIR o el filtro de FFT incluyen coeficientes de filtro dinámico que varían en el tiempo sobre un conjunto de pulsos Loran, siendo la señal del pulso Loran parte del conjunto de pulsos Loran.

[0293] Otro aspecto de esta descripción se refiere a un sistema Loran. En algunas realizaciones, el sistema Loran incluye un transmisor y un receptor. En algunas
30 realizaciones, el transmisor incluye un generador de pulsos Loran configurado para generar una señal de impulsos Loran; un ecualizador acoplado al generador de pulsos Loran, y configurado para generar una señal de pulso ecualizada en respuesta a la señal de pulso Loran; un filtro de dispersión acoplado al ecualizador y configurado para generar una señal Loran dispersa en respuesta a la señal de pulso ecualizada;
35 un amplificador de potencia acoplado al filtro de dispersión y configurado para generar

una señal amplificada en respuesta a la señal Loran dispersa; un sintonizador de
 antena acoplado al amplificador de potencia y configurado para generar una señal
 sintonizada en respuesta a la señal amplificada; y una primera antena acoplada al
 sintonizador de antena y configurada para radiar una señal transmitida en respuesta
 5 a la señal sintonizada. En algunas realizaciones, el receptor incluye una segunda
 antena configurada para recibir una señal recibida; un filtro de no dispersión acoplado
 a la segunda antena, y configurado para generar una señal de pulso no dispersa en
 respuesta a la señal recibida, correspondiendo la señal recibida a la señal transmitida;
 y un receptor Loran acoplado al filtro de no dispersión y configurado para generar una
 10 señal Loran en respuesta a la señal de pulso no dispersa.

[0294] En algunas realizaciones, el filtro de no dispersión incluye un dispositivo de
 transformada de Hilbert configurado para recibir la señal recibida y generar una
 primera señal y una segunda señal desplazadas de la primera señal por una fase de
 90 grados. En algunas realizaciones, el filtro de no dispersión incluye además un
 15 primer multiplicador acoplado al dispositivo de transformada de Hilbert y configurado
 para generar una señal de frecuencia desplazada en respuesta a al menos una
 primera señal portadora, la primera señal y la segunda señal. En algunas
 realizaciones, el filtro de no dispersión incluye además un decimador acoplado al
 primer multiplicador y configurado para generar una señal submuestreada en
 20 respuesta a la señal de frecuencia desplazada. En algunas realizaciones, el filtro de
 no dispersión incluye además un primer filtro acoplado al decimador, y configurado
 para generar una señal filtrada de muestreo descendente en respuesta a la señal de
 muestreo descendente. En algunas realizaciones, el filtro de no dispersión incluye
 además un interpolador acoplado al primer filtro, y configurado para generar una señal
 25 de muestreo ascendente en respuesta a la señal de muestreo descendente filtrada.
 En algunas realizaciones, el filtro de no dispersión incluye además un segundo
 multiplicador acoplado al interpolador y configurado para generar la señal de pulso no
 dispersa en respuesta a al menos la señal muestreada y una segunda señal portadora,
 siendo la segunda señal portadora un conjugado de la primera señal portadora.

[0295] En algunas realizaciones, el decimador incluye un filtro de paso bajo acoplado
 al primer multiplicador y configurado para generar una primera señal filtrada en
 respuesta a la señal de frecuencia desplazada, teniendo la primera señal filtrada una
 primera frecuencia de muestreo. En algunas realizaciones, el decimador incluye
 además un primer circuito acoplado al filtro de paso bajo, y configurado para eliminar
 35 N-1 muestras de N muestras de la primera señal filtrada, generando así la señal

submuestreada, en la que N es un número entero, y la señal submuestreada tiene una segunda frecuencia de muestreo igual a la primera frecuencia de muestreo dividida por las N muestras.

[0296] En algunas realizaciones, el interpolador incluye un primer circuito acoplado al primer filtro, y configurado para agregar $N-1$ ceros a la señal filtrada y muestreada, generando así una primera señal, donde N es un número entero, la primera señal tiene una primera muestra frecuencia, y la señal submuestreada filtrada tiene una segunda frecuencia de muestreo igual a la primera frecuencia de muestreo dividida por las N muestras. En algunas realizaciones, el interpolador incluye además un filtro de paso bajo acoplado al primer circuito y configurado para generar una primera señal filtrada en respuesta a la primera señal. En algunas realizaciones, el primer filtro incluye un filtro FIR, un filtro IIR o un filtro FFT.

[0297] En algunas realizaciones, el filtro de FIR, el filtro de IIR o el filtro de FFT incluyen coeficientes de filtro dinámico que varían en el tiempo sobre un conjunto de pulsos Loran, siendo la señal del pulso Loran parte del conjunto de pulsos Loran. En algunas realizaciones, el filtro de FIR, el filtro de IIR o el filtro de FFT incluyen coeficientes de filtro fijos para cada conjunto de pulsos Loran, siendo la señal del pulso Loran parte del conjunto de pulsos Loran. En algunas realizaciones, el filtro de FFT incluye un primer circuito configurado para realizar una FFT en una primera señal generando así una señal de FFT, correspondiendo la primera señal a la señal submuestreada; un segundo circuito acoplado al primer circuito, y configurado para añadir coeficientes de filtro ponderados a muestras de la señal de FFT, generando así una señal de FFT ponderada; y un tercer circuito acoplado al segundo circuito, y configurado para realizar una FFT inversa en la señal de FFT ponderada, generando así una segunda señal, correspondiendo la segunda señal a la señal submuestreada filtrada.

[0298] Otro aspecto más de esta descripción se refiere a un método. El método incluye generar, mediante un generador de pulsos Loran, una señal de pulso Loran; generar, mediante un filtro de dispersión, una señal Loran dispersa basada en la señal de pulso Loran; generar, mediante un amplificador de potencia, una señal amplificada en base a la señal Loran dispersa; generar, mediante un sintonizador de antena acoplado al amplificador de potencia, una señal sintonizada en respuesta a la señal amplificada; y radiar, mediante una antena acoplada al sintonizador de antena, una señal transmitida en respuesta a la señal sintonizada.

[0299] En algunas realizaciones, el método incluye además generar, mediante un ecualizador, una señal ecualizada en respuesta a la señal del pulso Loran. En algunas

realizaciones, generar la señal Loran dispersa incluye generar la señal Loran dispersa en respuesta a la señal ecualizada, en el que el ecualizador está acoplado entre el generador de pulsos Loran y el filtro de dispersión; y generar la señal amplificada incluye generar la señal amplificada en respuesta a la señal Loran dispersa.

- 5 [0300] En algunas realizaciones, el método incluye además generar, mediante un ecualizador, una señal ecualizada en respuesta a la señal Loran dispersa. En algunas realizaciones, generar la señal Loran dispersa incluye generar la señal de Loran dispersa en respuesta a la señal de pulso Loran; y generar la señal amplificada incluye generar la señal amplificada en respuesta a la señal ecualizada, en el que el
10 ecualizador está acoplado entre el filtro de dispersión y el amplificador de potencia.

- [0301] Lo anterior destaca las características de varias realizaciones para que los expertos en la técnica puedan comprender mejor los aspectos de la presente divulgación. Los expertos en la técnica deberían apreciar que pueden usar fácilmente la presente divulgación como base para diseñar o modificar otros procesos y
15 estructuras para llevar a cabo los mismos propósitos y/o lograr las mismas ventajas de las realizaciones presentadas en el presente documento. Los expertos en la materia también deben darse cuenta de que dichas construcciones equivalentes no se apartan del espíritu y del alcance de la presente divulgación, y que pueden hacer varios cambios, sustituciones y alteraciones en el presente sin apartarse del espíritu y
20 del alcance de la presente divulgación.

REIVINDICACIONES

1. Un transmisor que comprende:
 - un generador de pulsos Loran configurado para generar una señal de pulsos Loran;
 - 5 un filtro de dispersión acoplado al generador de pulsos Loran y configurado para generar una señal dispersa en respuesta a la señal de pulsos Loran;
 - un ecualizador acoplado al filtro de dispersión y configurado para generar una señal dispersa ecualizada en respuesta a la señal dispersa;
 - un amplificador de potencia acoplado al ecualizador y configurado para generar una
 - 10 señal amplificada en respuesta a la señal dispersa ecualizada;
 - un sintonizador de antena acoplado al amplificador de potencia y configurado para generar una señal sintonizada en respuesta a la señal amplificada; y
 - una antena acoplada al sintonizador de antena y configurada para radiar una señal transmitida en respuesta a la señal sintonizada.
- 15 2. El transmisor de la reivindicación 1, en el que el filtro de dispersión comprende:
 - un dispositivo de transformada de Hilbert configurado para recibir la señal de pulso Loran y para generar una primera señal y una segunda señal desplazada de la primera señal por una fase de 90 grados;
 - 20 un primer multiplicador acoplado al dispositivo de transformada de Hilbert y configurado para generar una señal de frecuencia desplazada en respuesta a al menos una primera señal portadora, la primera señal y la segunda señal;
 - un decimador acoplado al primer multiplicador y configurado para generar una señal submuestreada en respuesta a la señal de frecuencia desplazada;
 - 25 un primer filtro acoplado al decimador, y configurado para generar una señal filtrada de muestreo descendente en respuesta a la señal de muestreo descendente;
 - un interpolador acoplado al primer filtro, y configurado para generar una señal de muestreo ascendente en respuesta a la señal de muestreo descendente filtrada; y
 - un segundo multiplicador acoplado al interpolador, y configurado para generar la señal
 - 30 dispersa en respuesta a al menos la señal muestreada y una segunda señal portadora, siendo la segunda señal portadora un conjugado de la primera señal portadora.
3. El transmisor de la reivindicación 2, en el que el decimador comprende:

un filtro de paso bajo acoplado al primer multiplicador y configurado para generar una primera señal filtrada en respuesta a la señal de frecuencia desplazada, teniendo la primera señal filtrada una primera frecuencia de muestreo; y

un primer circuito acoplado al filtro de paso bajo, y configurado para eliminar N-1
5 muestras de N muestras de la primera señal filtrada, generando así la señal submuestreada, en la que N es un número entero, y la señal submuestreada tiene una segunda frecuencia de muestreo igual a la primera frecuencia de muestreo dividida por las N muestras.

10 4. El transmisor de la reivindicación 2, en el que el interpolador comprende:
un primer circuito acoplado al primer filtro, y configurado para agregar N-1 ceros a la
señal filtrada y muestreada, generando así una primera señal, donde N es un número
entero, la primera señal tiene una primera muestra frecuencia, y la señal
submuestreada filtrada tiene una segunda frecuencia de muestreo igual a la primera
15 frecuencia de muestreo dividida por las N muestras; y
un filtro de paso bajo acoplado al primer circuito y configurado para generar una
primera señal filtrada en respuesta a la primera señal.

5. El transmisor de la reivindicación 2, en el que el primer filtro comprende:
20 un filtro de respuesta de impulso finito (FIR);
un filtro de respuesta de impulso infinito (IIR); o
un filtro de transformada rápida de Fourier (FFT).

6. El transmisor de la reivindicación 5, en el que el filtro de IIR corresponde a un
25 filtro de paso total que tiene coeficientes generados aleatoriamente.

7. El transmisor de la reivindicación 6, en el que el filtro de IIR comprende:
un primer circuito de inversión de tiempo configurado para generar una primera señal
de inversión de tiempo en respuesta a una primera señal recibida, correspondiendo la
30 primera señal recibida a la señal muestreada;
un primer circuito acoplado al primer circuito de inversión de tiempo y configurado para
generar un conjugado de la primera señal de inversión de tiempo en respuesta a la
primera señal de inversión de tiempo;
un primer filtro acoplado al primer circuito, y configurado para filtrar el conjugado de la
35 primera señal invertida en el tiempo, generando así una primera señal filtrada;

un segundo circuito acoplado al primer filtro, y configurado para generar un conjugado de la primera señal filtrada en respuesta a la primera señal filtrada; y
un segundo circuito de inversión de tiempo acoplado al segundo circuito, y configurado para generar una segunda señal de inversión de tiempo en respuesta al conjugado de la primera señal filtrada, correspondiendo la segunda señal de inversión de tiempo a la señal filtrada señal submuestreada.

8. El transmisor de la reivindicación 5, en el que el filtro de FIR, el filtro de IIR o el filtro de FFT incluyen coeficientes de filtro fijos para cada conjunto de pulsos Loran, siendo la señal del pulso Loran parte del conjunto de pulsos Loran.

9. El transmisor de la reivindicación 5, en el que el filtro de FIR, el filtro de IIR o el filtro de FFT incluyen coeficientes de filtro dinámico que varían en el tiempo sobre un conjunto de pulsos Loran, siendo la señal del pulso Loran parte del conjunto de pulsos Loran.

10. Un sistema Loran que comprende:

un transmisor que comprende:

un generador de pulsos Loran configurado para generar una señal de pulsos Loran;

un ecualizador acoplado al generador de pulsos Loran y configurado para generar una señal de pulso ecualizada en respuesta a la señal de pulso Loran;

un filtro de dispersión acoplado al ecualizador y configurado para generar una señal Loran dispersa en respuesta a la señal de pulso ecualizada;

un amplificador de potencia acoplado al filtro de dispersión y configurado para generar una señal amplificada en respuesta a la señal Loran dispersa;

un sintonizador de antena acoplado al amplificador de potencia y configurado para generar una señal sintonizada en respuesta a la señal amplificada; y

una primera antena acoplada al sintonizador de antena y configurada para radiar una señal transmitida en respuesta a la señal sintonizada;

un receptor que comprende:

una segunda antena configurada para recibir una señal recibida;

un filtro de no dispersión acoplado a la segunda antena, y configurado para generar una señal de pulso no dispersa en respuesta a la señal recibida, correspondiendo la señal recibida a la señal transmitida; y

un receptor Loran acoplado al filtro de no dispersión y configurado para generar una señal Loran en respuesta a la señal de pulso no dispersa.

11. El sistema Loran de la reivindicación 10, en el que el filtro de no dispersión
5 comprende:
un dispositivo de transformada de Hilbert configurado para recibir la señal recibida y para generar una primera señal y una segunda señal desplazada de la primera señal por una fase de 90 grados;
un primer multiplicador acoplado al dispositivo de transformada de Hilbert y
10 configurado para generar una señal de frecuencia desplazada en respuesta a al menos una primera señal portadora, la primera señal y la segunda señal;
un decimador acoplado al primer multiplicador y configurado para generar una señal submuestreada en respuesta a la señal de frecuencia desplazada;
un primer filtro acoplado al decimador, y configurado para generar una señal filtrada
15 de muestreo descendente en respuesta a la señal de muestreo descendente;
un interpolador acoplado al primer filtro, y configurado para generar una señal de muestreo ascendente en respuesta a la señal de muestreo descendente filtrada; y
un segundo multiplicador acoplado al interpolador, y configurado para generar la señal de pulso no dispersa en respuesta a al menos la señal muestreada y una segunda
20 señal portadora, siendo la segunda señal portadora un conjugado de la primera señal portadora.

12. El sistema Loran de la reivindicación 11, en el que el decimador comprende:
un filtro de paso bajo acoplado al primer multiplicador y configurado para generar una
25 primera señal filtrada en respuesta a la señal de frecuencia desplazada, teniendo la primera señal filtrada una primera frecuencia de muestreo; y
un primer circuito acoplado al filtro de paso bajo, y configurado para eliminar N-1 muestras de N muestras de la primera señal filtrada, generando así la señal submuestreada, en la que N es un número entero, y la señal submuestreada tiene una
30 segunda frecuencia de muestreo igual a la primera frecuencia de muestreo dividida por las N muestras.

13. El sistema Loran de la reivindicación 11, en el que el interpolador comprende:
un primer circuito acoplado al primer filtro, y configurado para agregar N-1 ceros a la
35 señal filtrada y muestreada, generando así una primera señal, donde N es un número

entero, la primera señal tiene una primera muestra frecuencia, y la señal submuestreada filtrada tiene una segunda frecuencia de muestreo igual a la primera frecuencia de muestreo dividida por las N muestras; y
un filtro de paso bajo acoplado al primer circuito y configurado para generar una
5 primera señal filtrada en respuesta a la primera señal.

14. El sistema Loran de la reivindicación 11, en el que el primer filtro comprende:
un filtro de respuesta de impulso finito (FIR);
un filtro de respuesta de impulso infinito (IIR); o
10 un filtro de transformada rápida de Fourier (FFT).

15. El sistema Loran de la reivindicación 14, en el que el filtro de FIR, el filtro de IIR o el filtro de FFT incluyen coeficientes de filtro dinámico que varían en el tiempo sobre un conjunto de pulsos Loran, siendo la señal del pulso Loran parte del conjunto
15 de pulsos Loran.

16. El sistema Loran de la reivindicación 14, en el que el filtro de FIR, el filtro de IIR o el filtro de FFT incluyen coeficientes de filtro fijos para cada conjunto de pulsos Loran, siendo la señal del pulso Loran parte del conjunto de pulsos Loran.
20

17. El sistema Loran de la reivindicación 14, en el que el filtro de FFT comprende:
un primer circuito configurado para realizar una FFT en una primera señal, generando así una señal de FFT, correspondiendo la primera señal a la señal submuestreada;
un segundo circuito acoplado al primer circuito, y configurado para añadir coeficientes
25 de filtro ponderados a muestras de la señal de FFT, generando así una señal de FFT ponderada; y
un tercer circuito acoplado al segundo circuito, y configurado para realizar una FFT inversa en la señal de FFT ponderada, generando así una segunda señal, correspondiendo la segunda señal a la señal filtrada y submuestreada.
30

18. Un método, comprendiendo el método:
generar, mediante un generador de pulsos Loran, una señal de pulso Loran;
generar, mediante un filtro de dispersión, una señal Loran dispersa basada en la señal de pulso Loran;
35 generar, mediante un ecualizador, una señal ecualizada en respuesta a:

(a) la señal de pulso Loran, en el que el ecualizador está acoplado entre el generador de pulso Loran y el filtro de dispersión, o

(b) la señal Loran dispersa, en el que el ecualizador está acoplado entre el filtro de dispersión y un amplificador de potencia;

5 generar, mediante el amplificador de potencia, una señal amplificada basada en la señal Loran dispersa;

generar, mediante un sintonizador de antena acoplado al amplificador de potencia, una señal sintonizada en respuesta a la señal amplificada; y

radiar, mediante una antena acoplada al sintonizador de antena, una señal transmitida

10 en respuesta a la señal sintonizada.

19. El método de la reivindicación 18, en el que la señal ecualizada se genera en respuesta a (a) la señal de pulso Loran;

en el que generar la señal Loran dispersa comprende:

15 generar la señal Loran dispersada en respuesta a la señal ecualizada; y

en el que generar la señal amplificada comprende:

generar la señal amplificada en respuesta a la señal Loran dispersa.

20. El método de la reivindicación 18, en el que la señal ecualizada se genera en respuesta a (b) la señal Loran dispersa;

20 en el que generar la señal Loran dispersa comprende:

generar la señal Loran dispersa en respuesta a la señal de pulso Loran; y

en el que generar la señal amplificada comprende:

generar la señal amplificada en respuesta a la señal ecualizada.

25

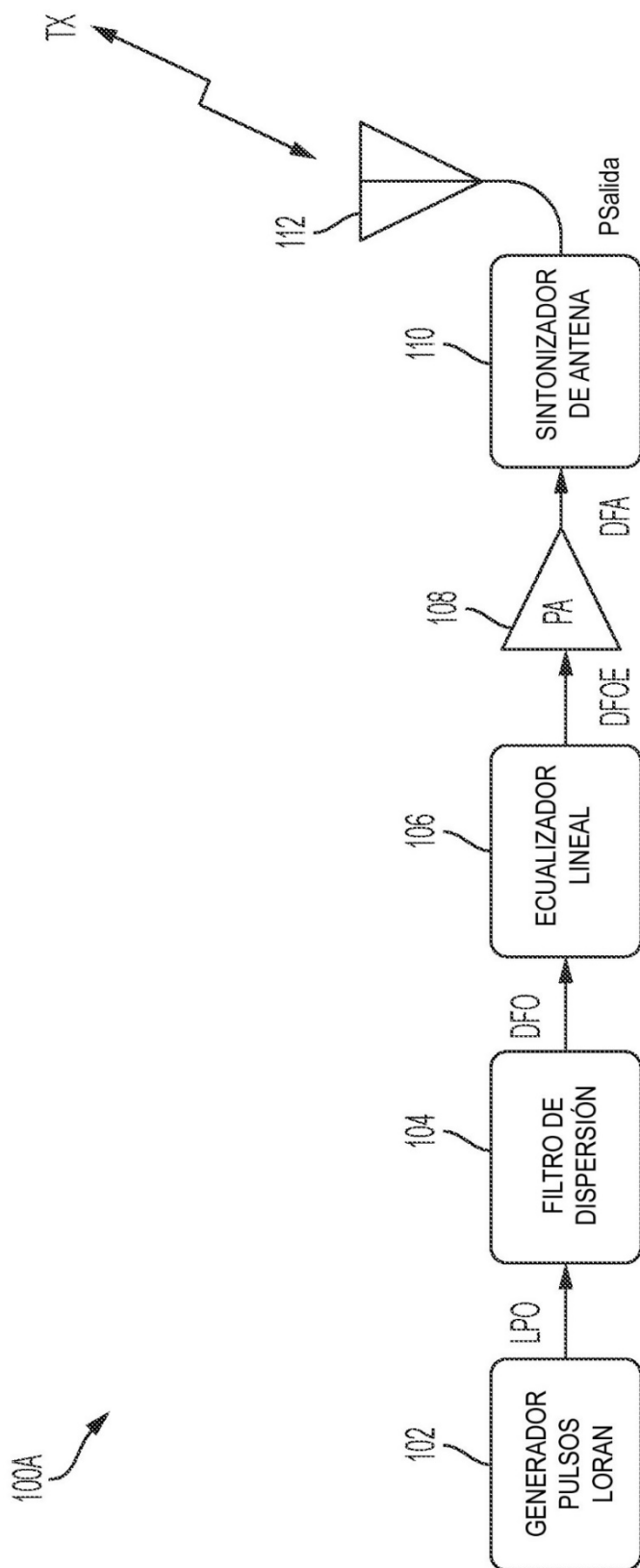


FIG. 1A

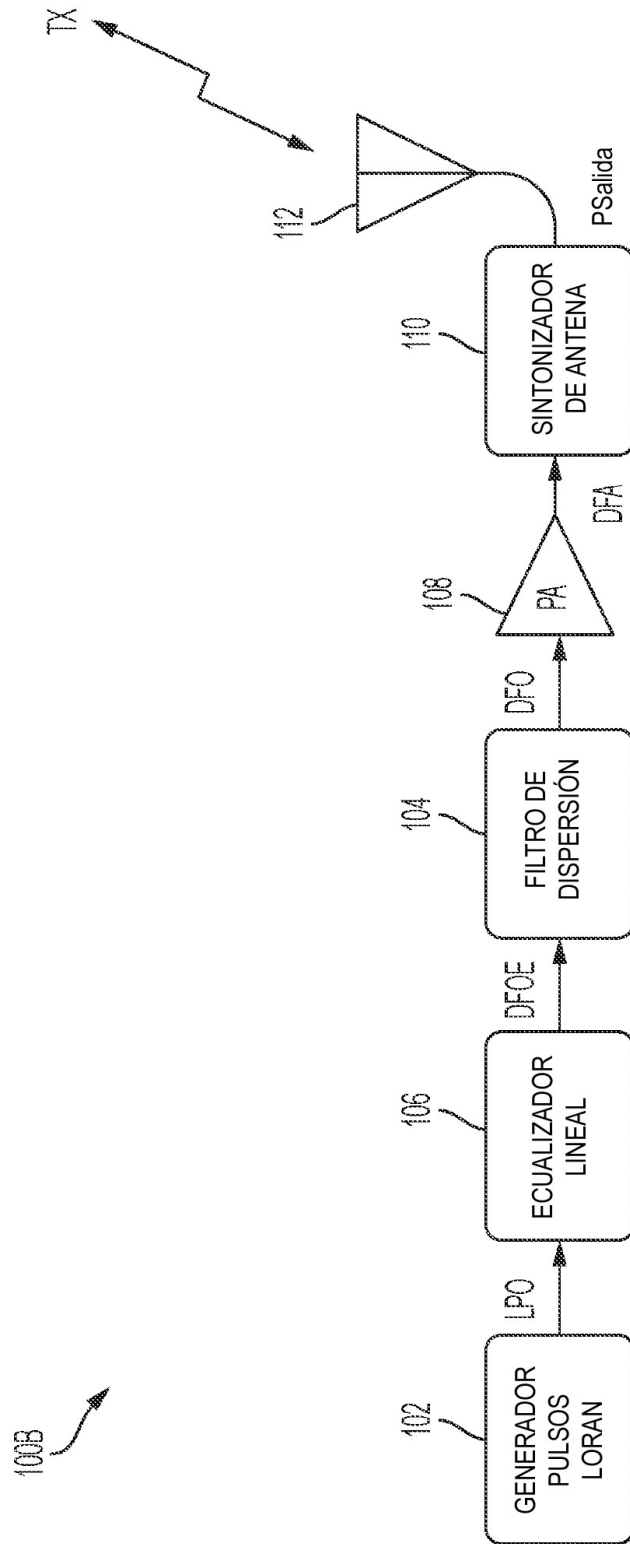


FIG. 1B

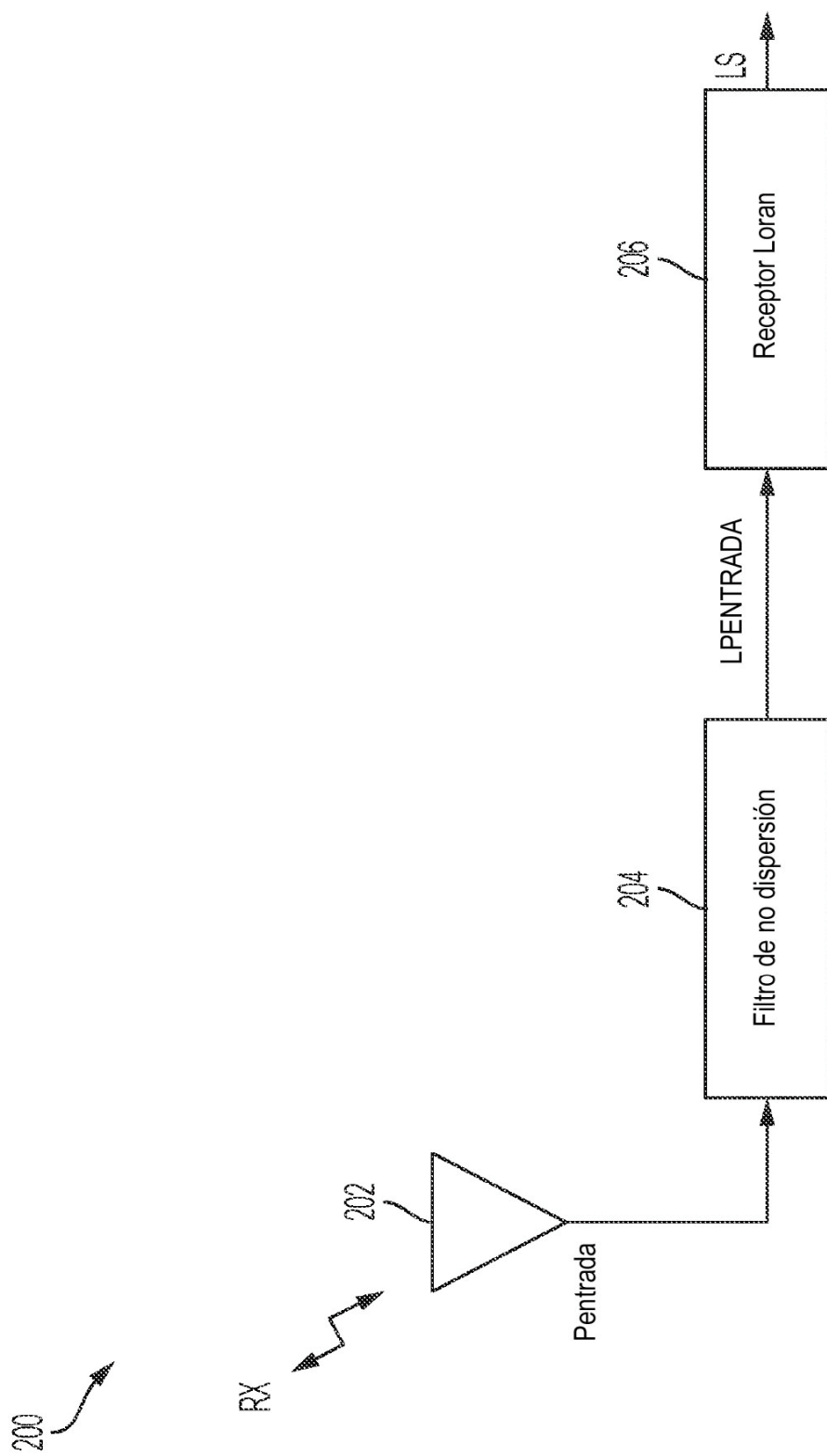


FIG. 2

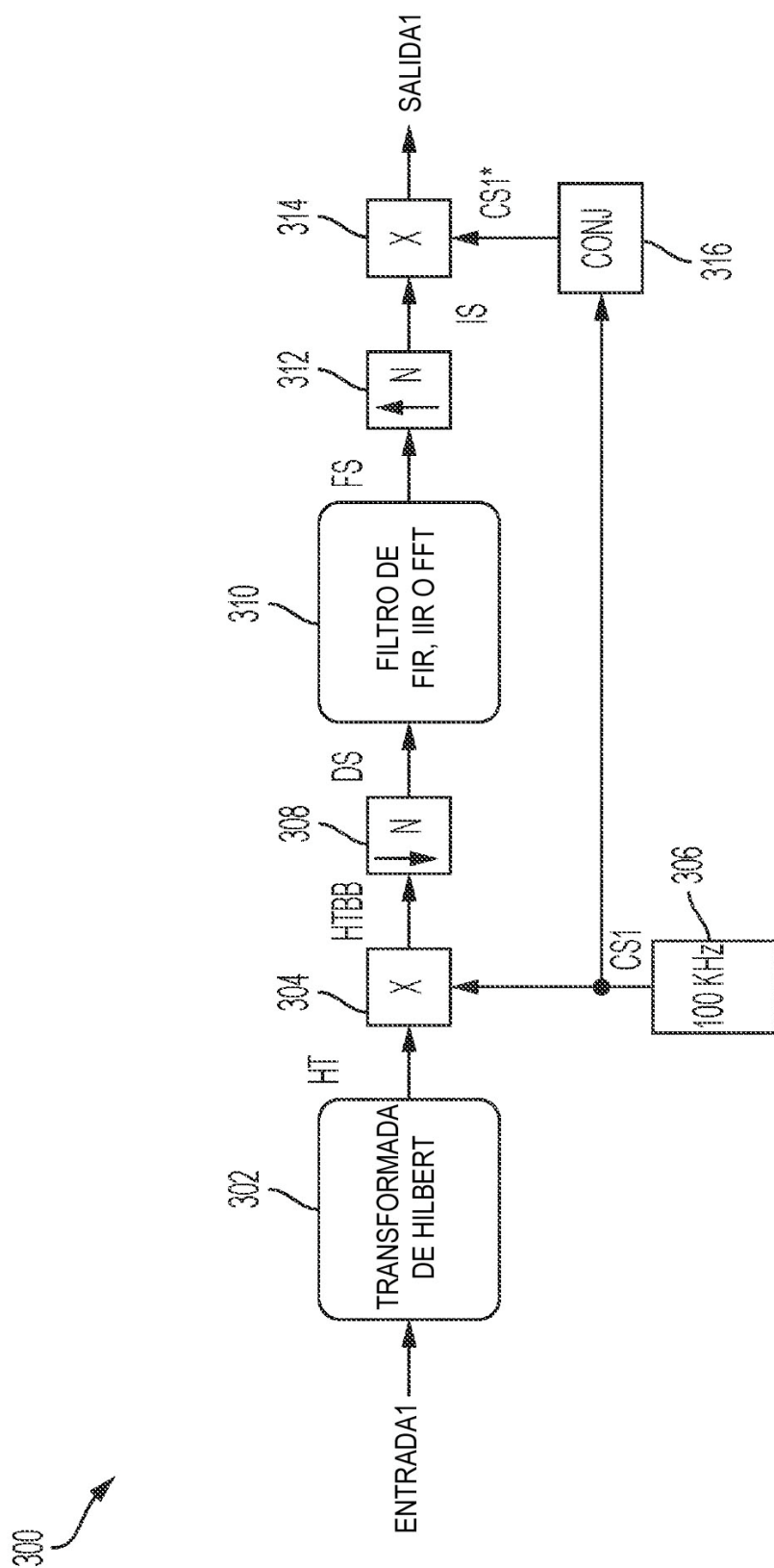


FIG. 3

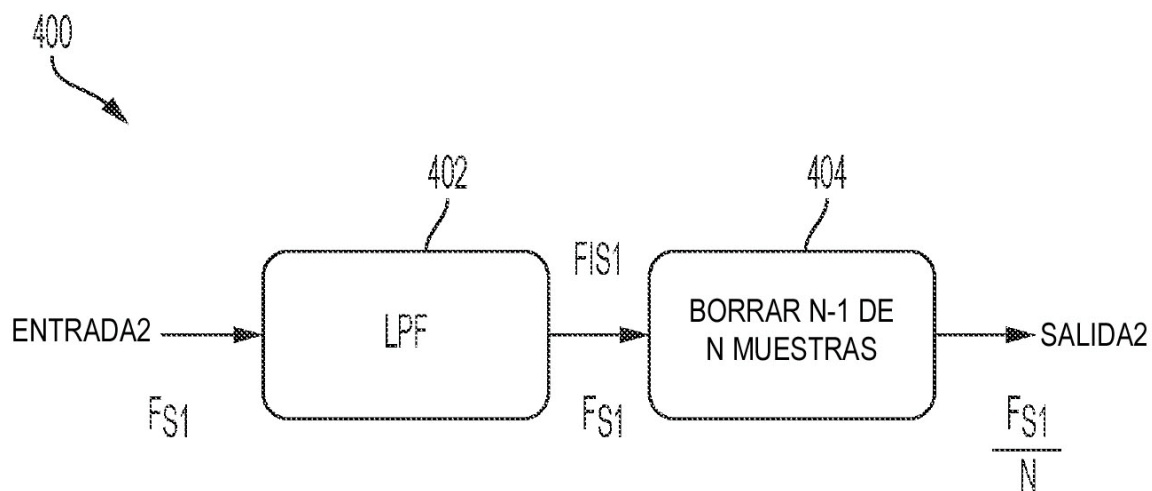


FIG. 4

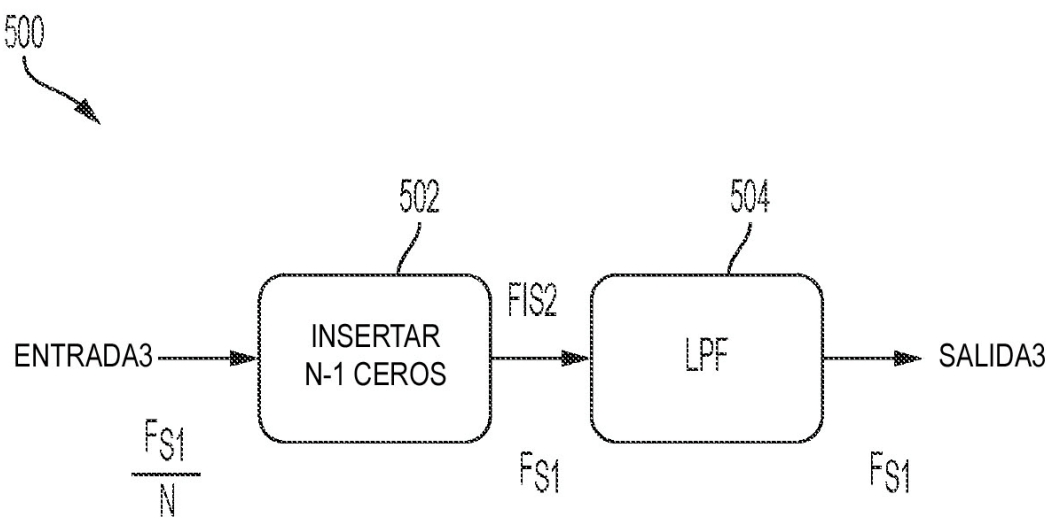


FIG. 5

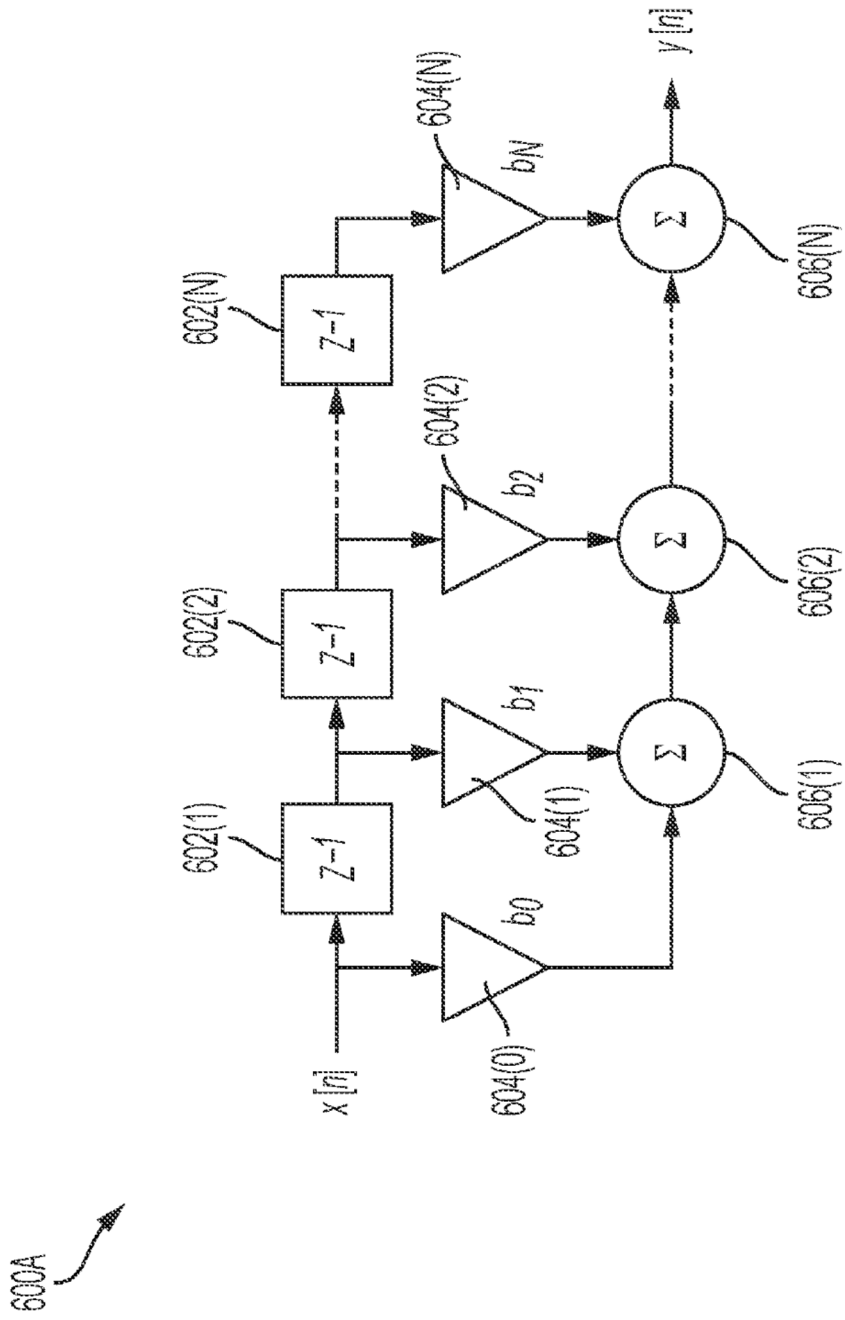


FIG. 6A

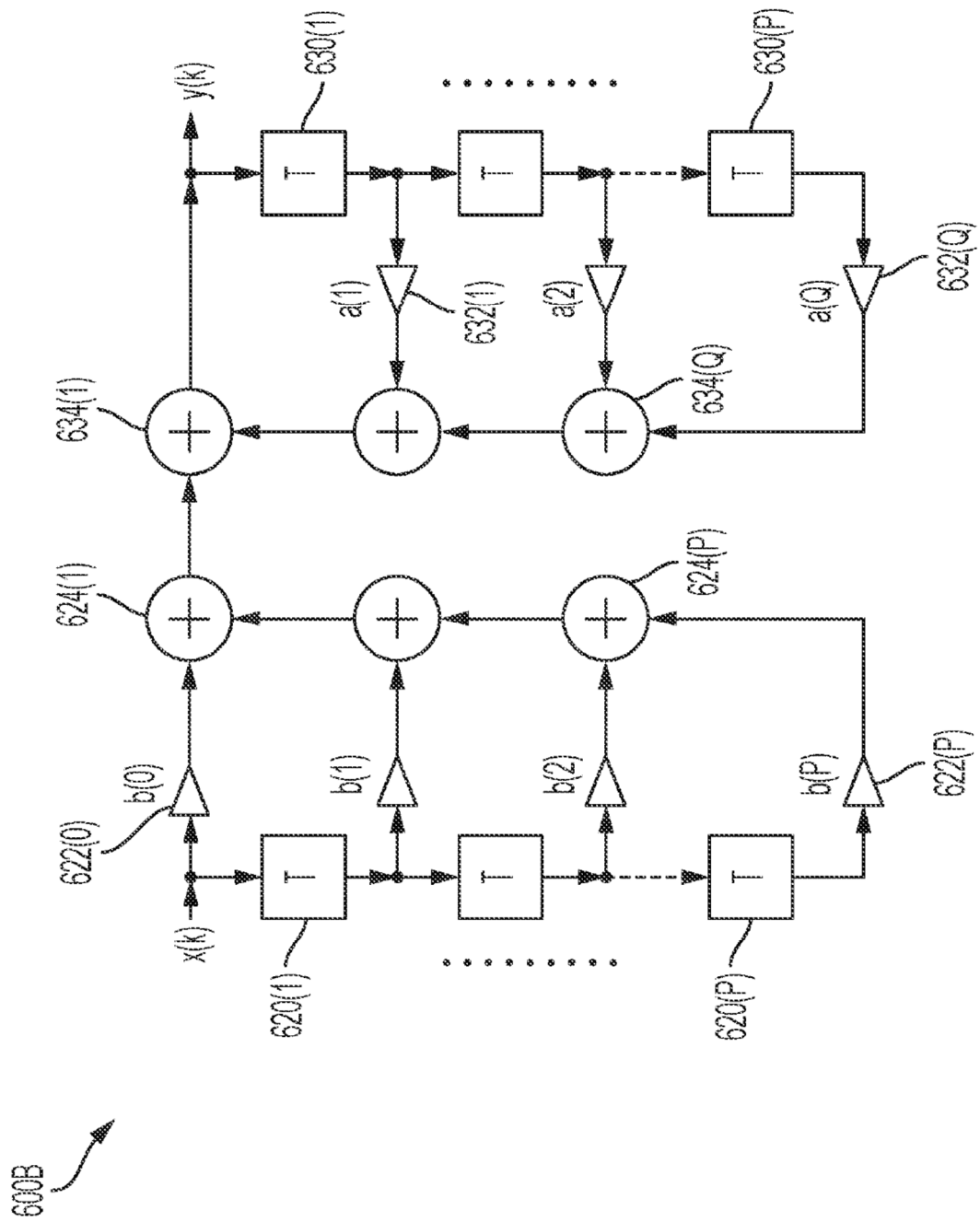


FIG. 6B

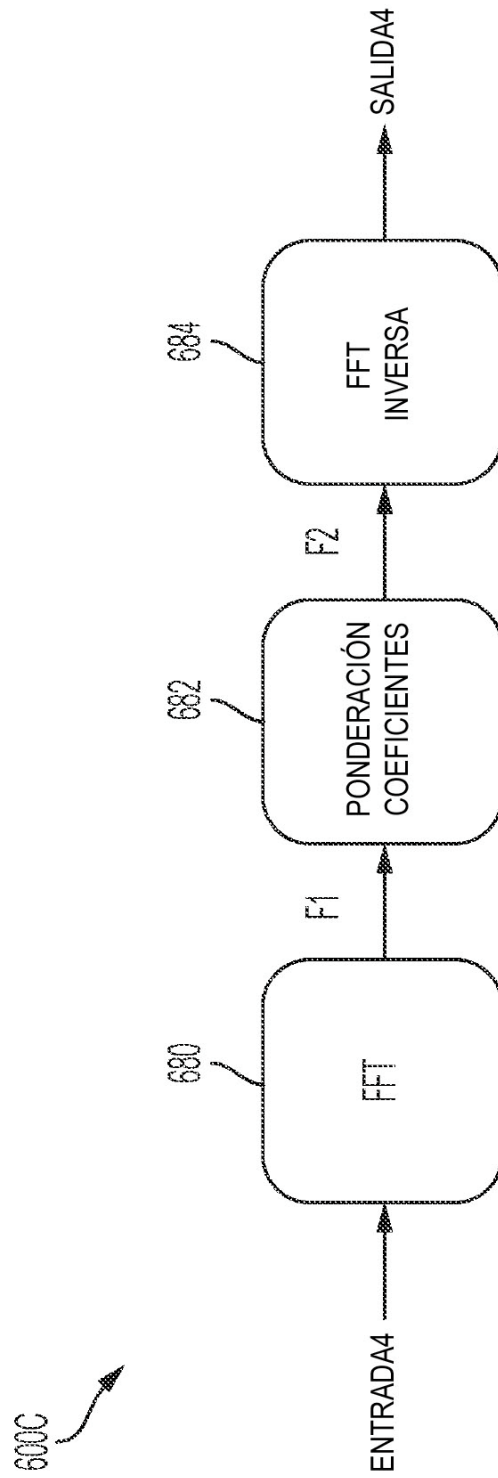


FIG. 6C

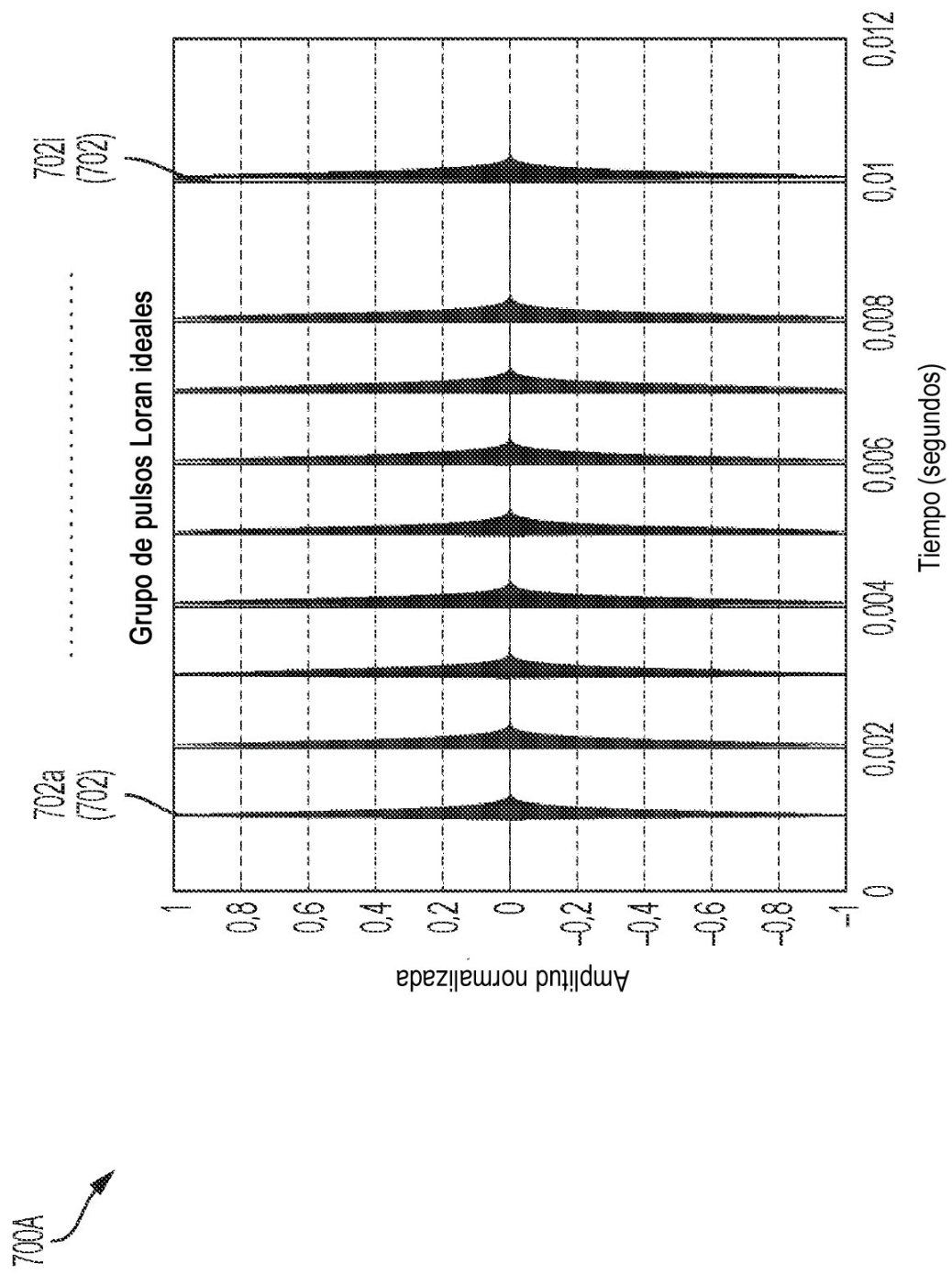


FIG. 7A

700B

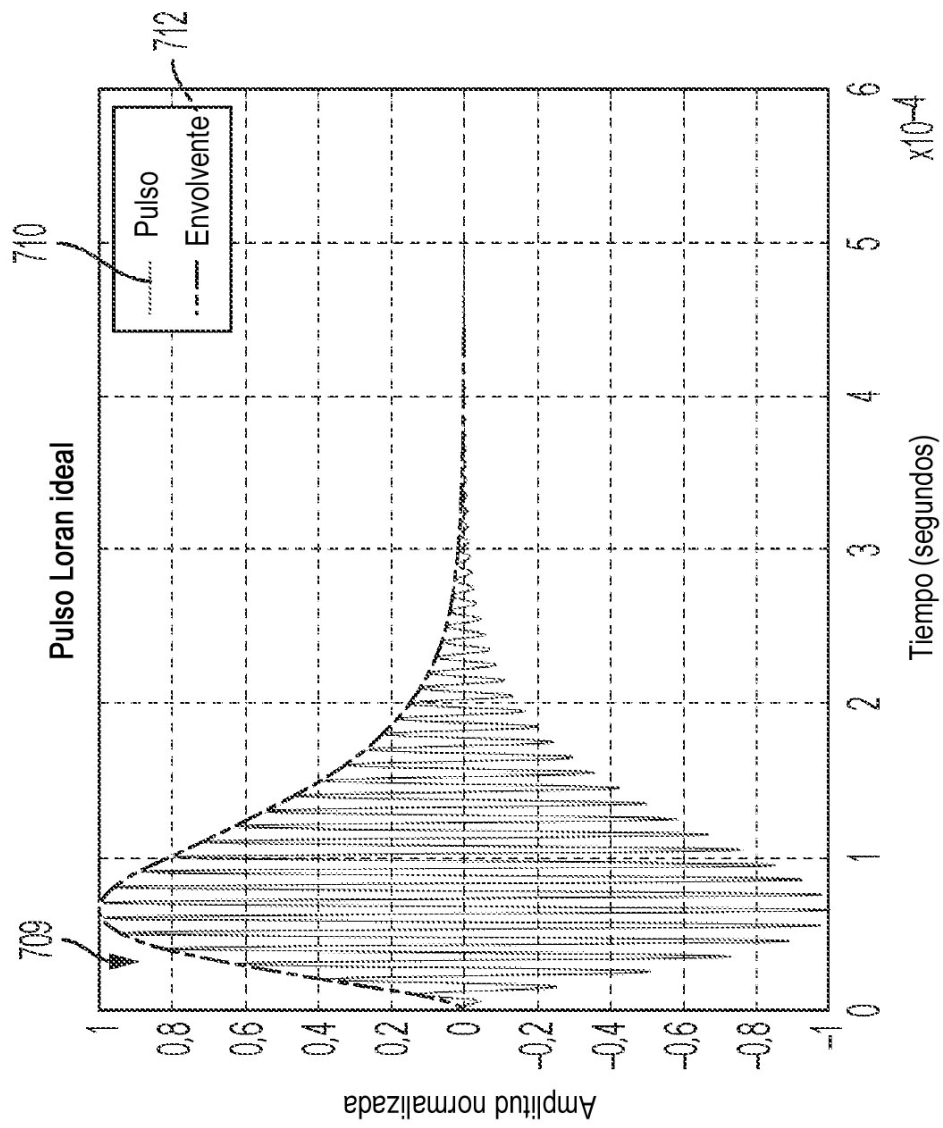


FIG. 7B

700C

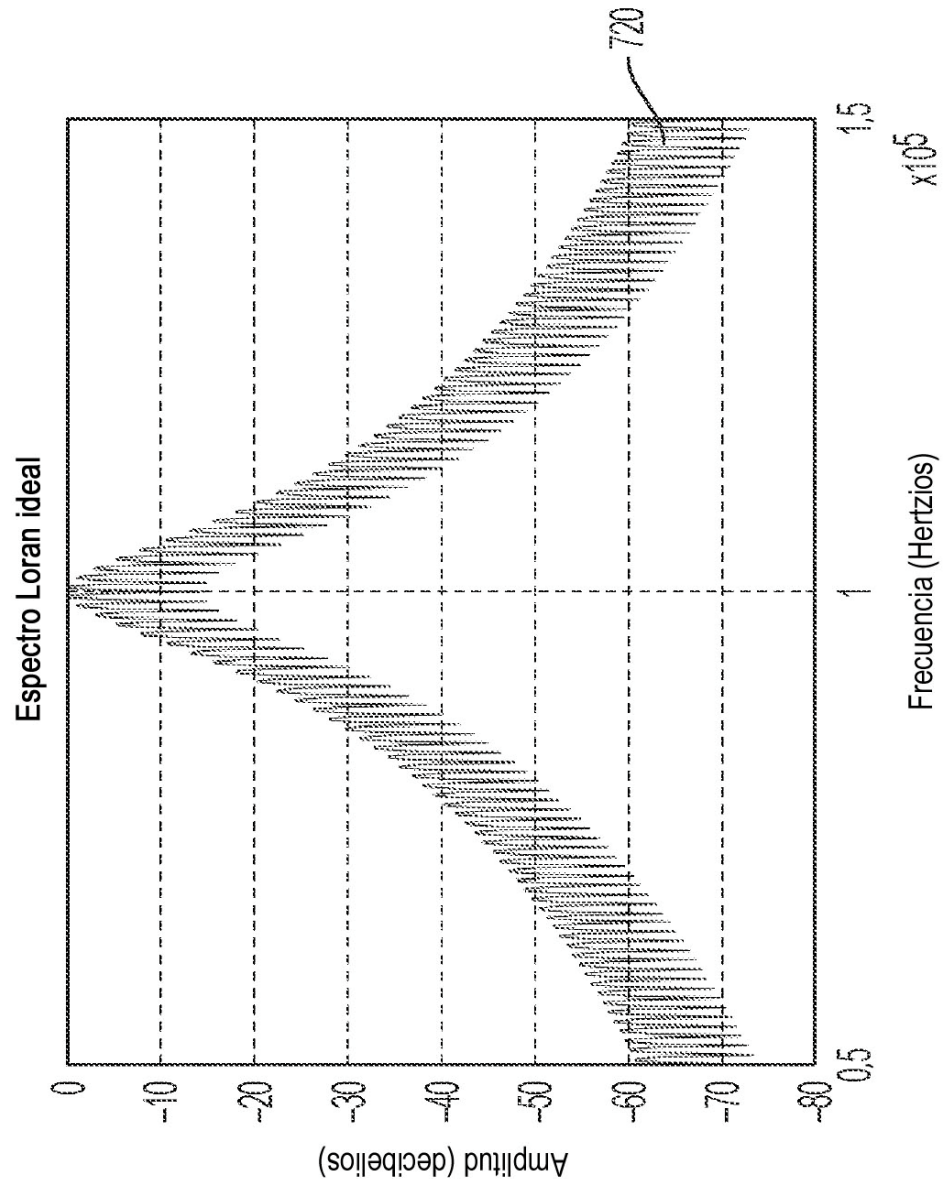


FIG. 7C

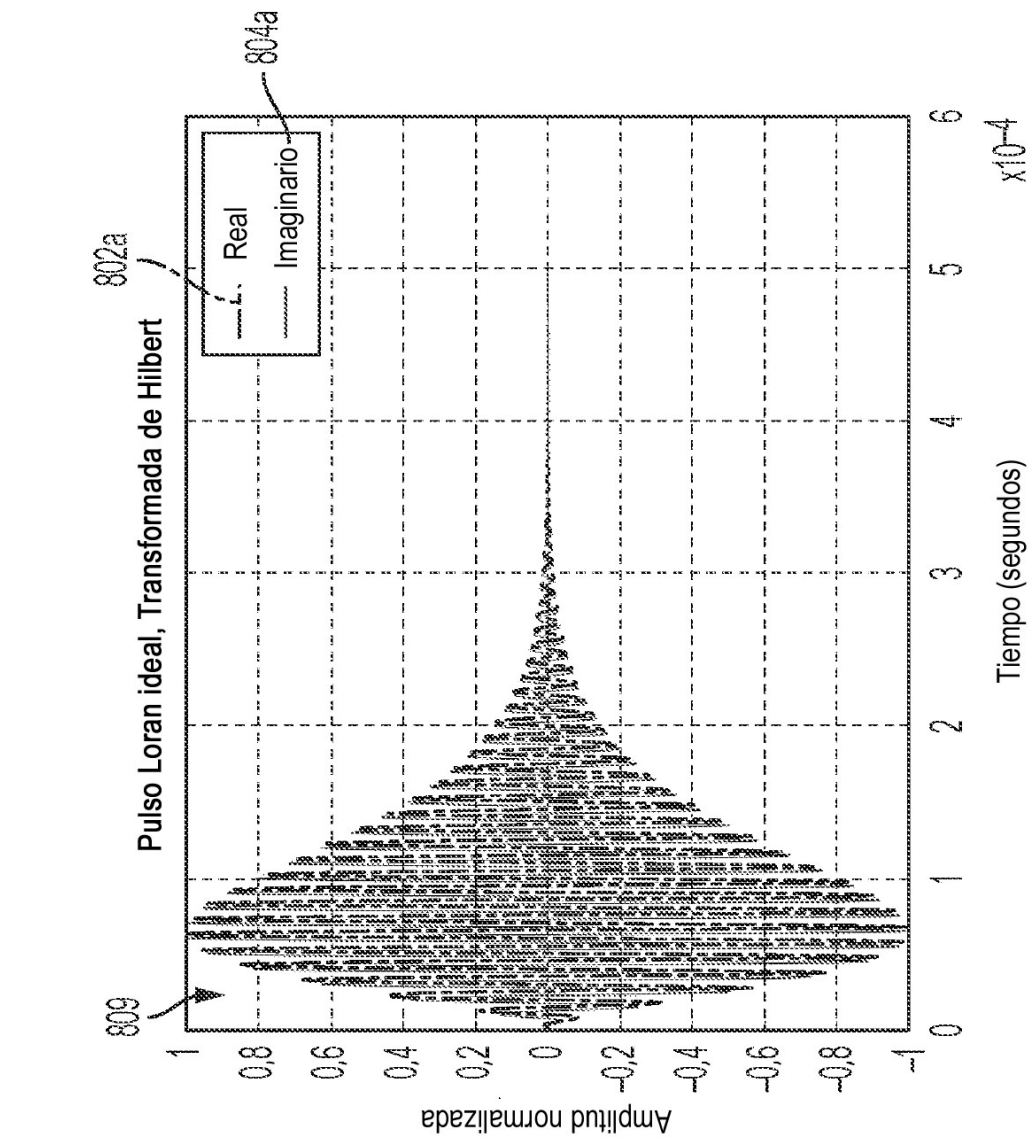


FIG. 8A

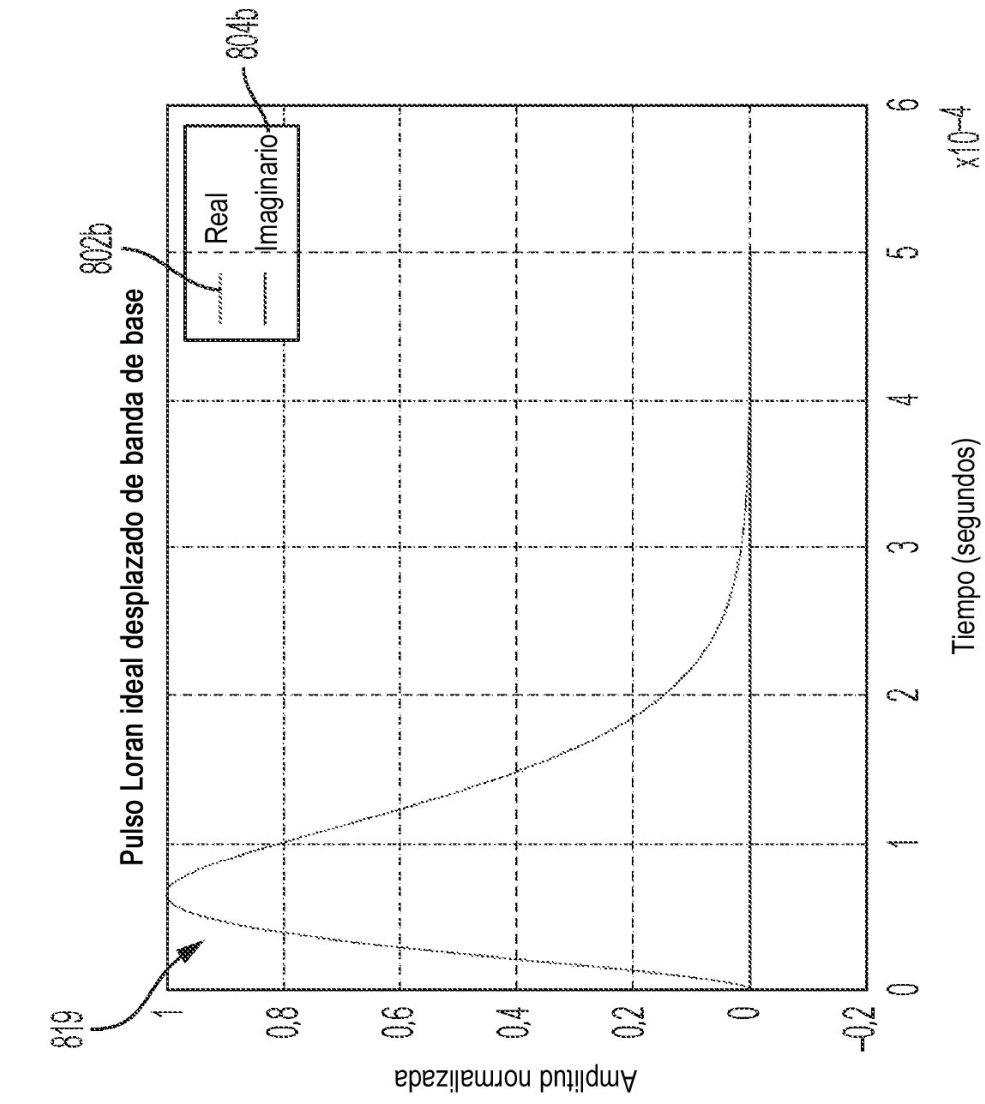


FIG. 8B

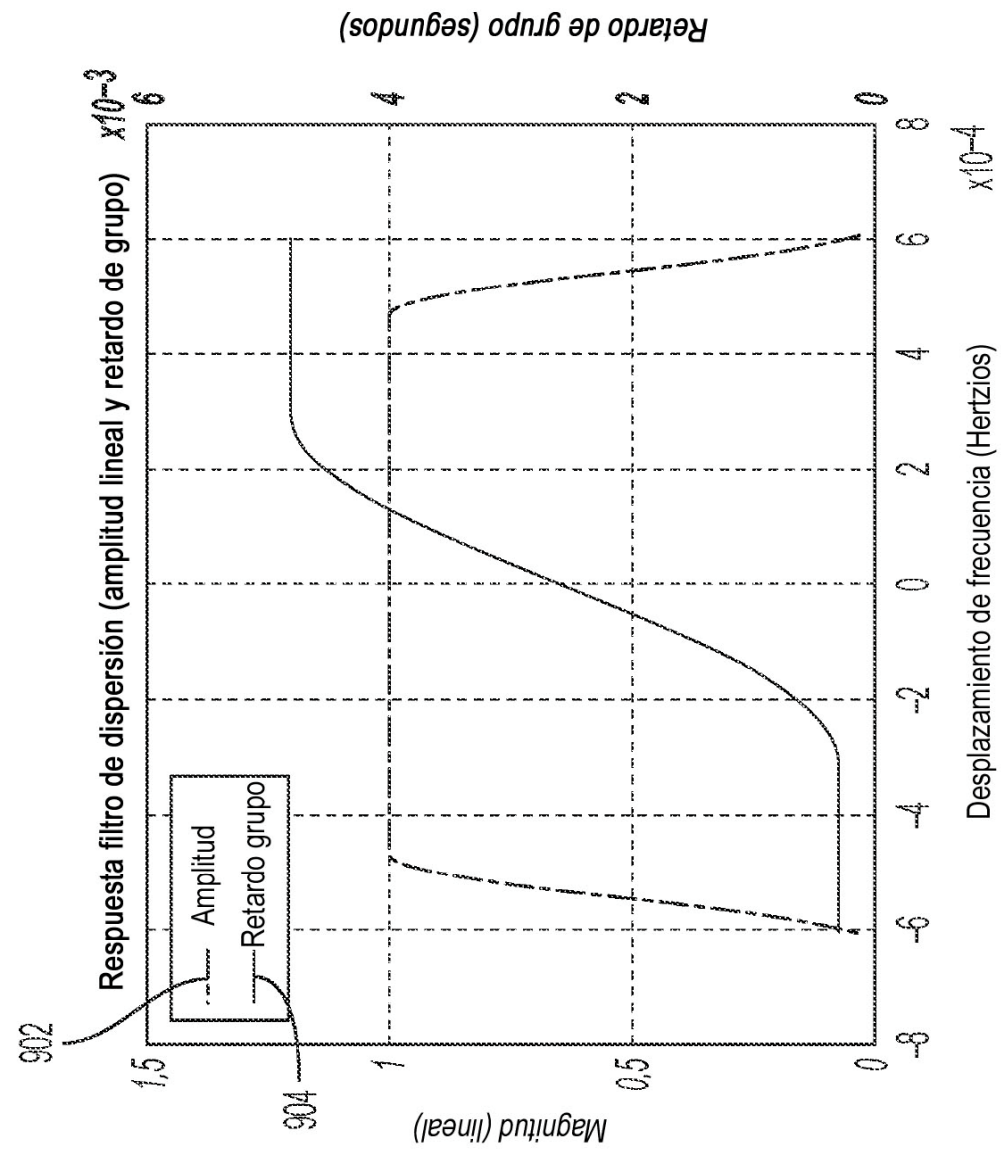


FIG. 9

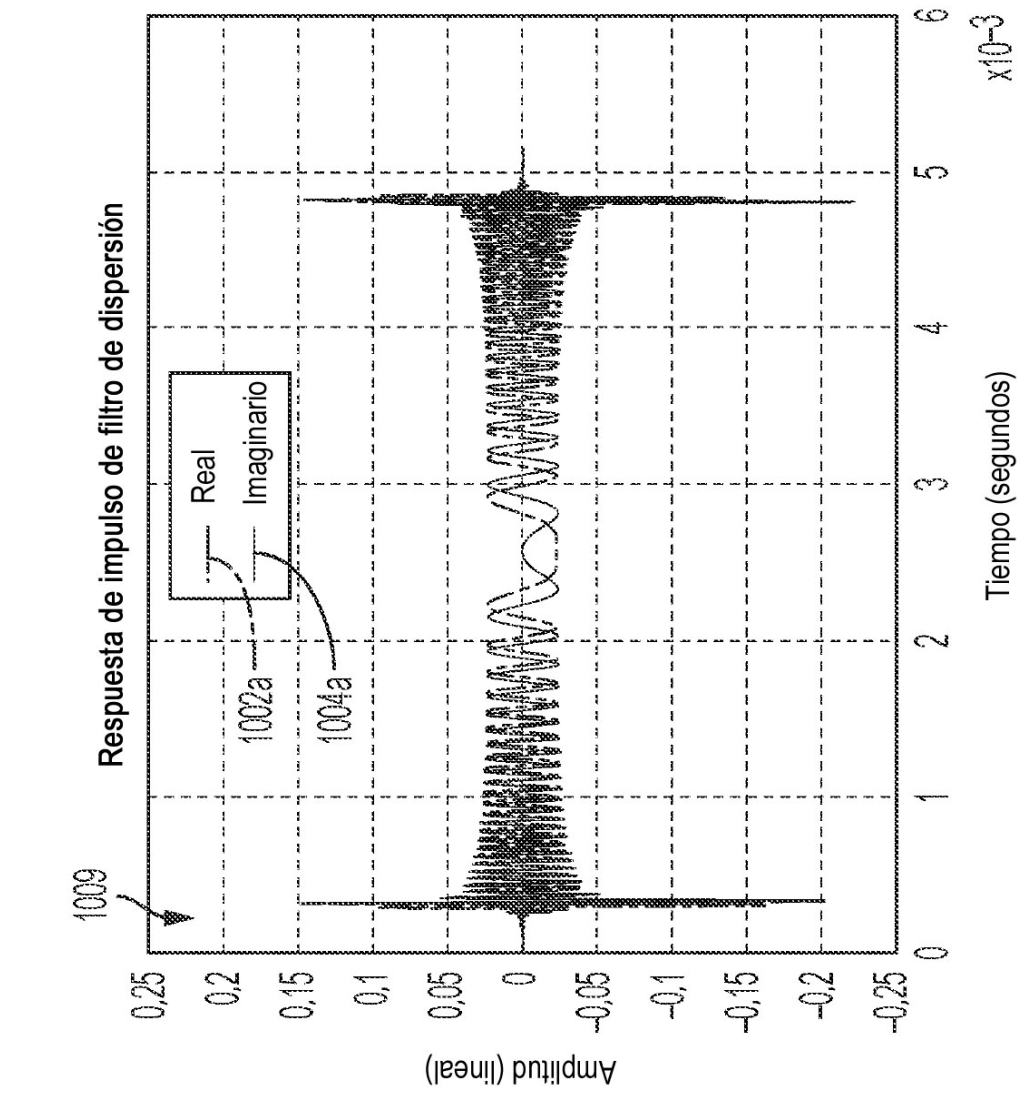


FIG. 10A

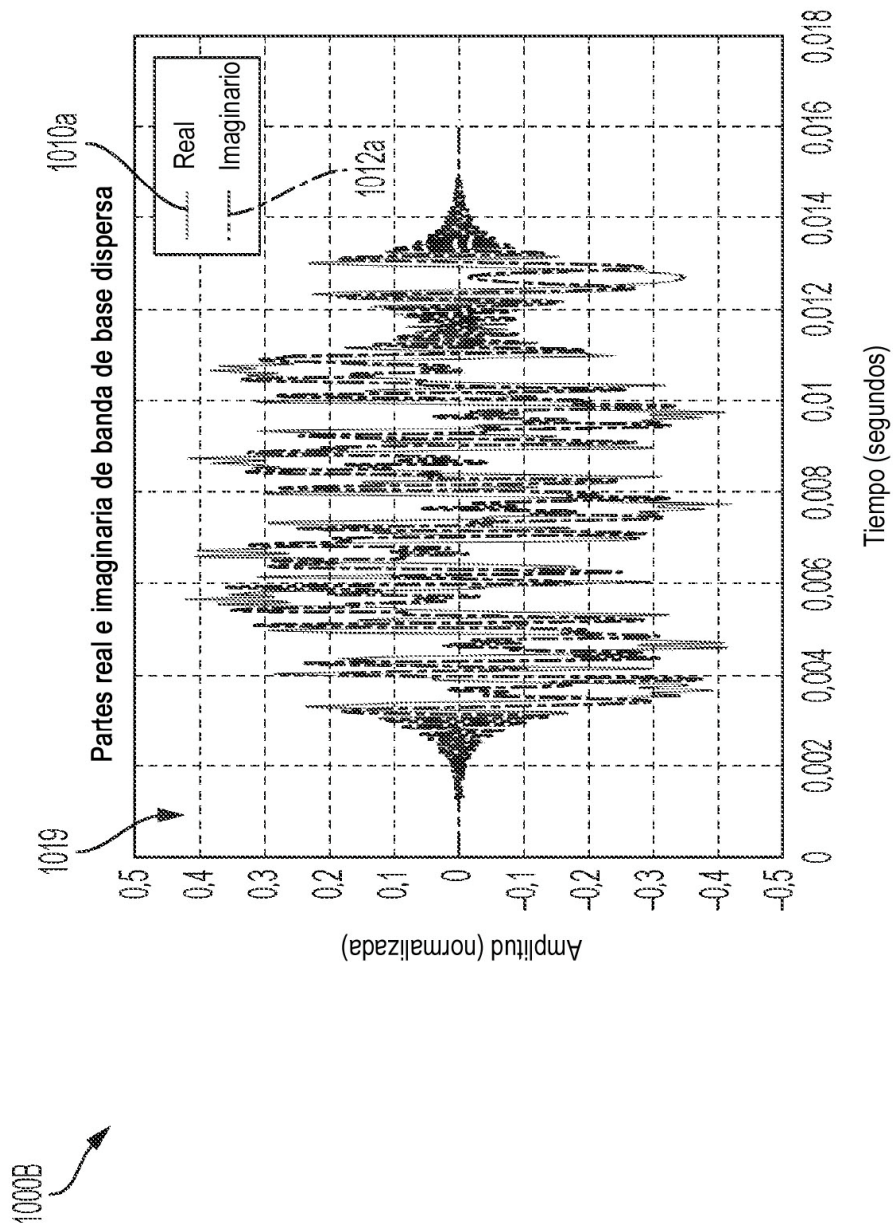


FIG. 10B

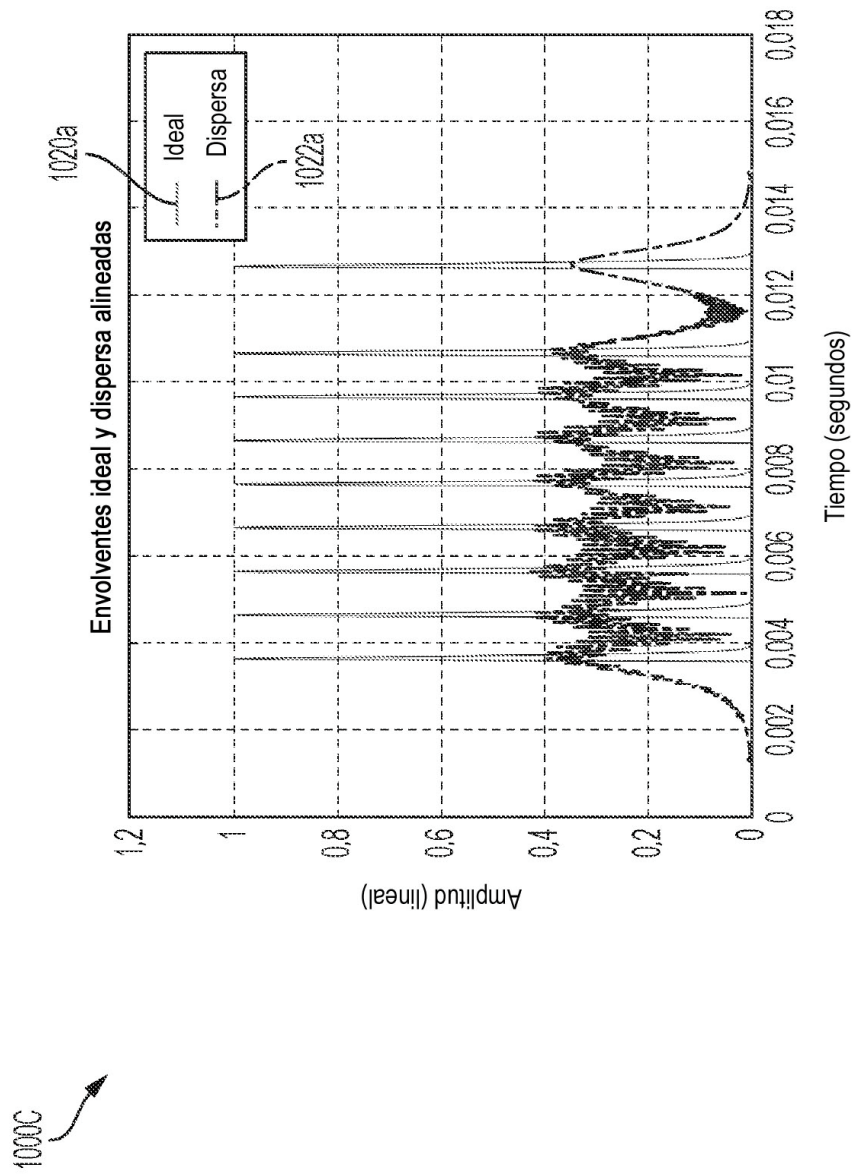


FIG. 10C

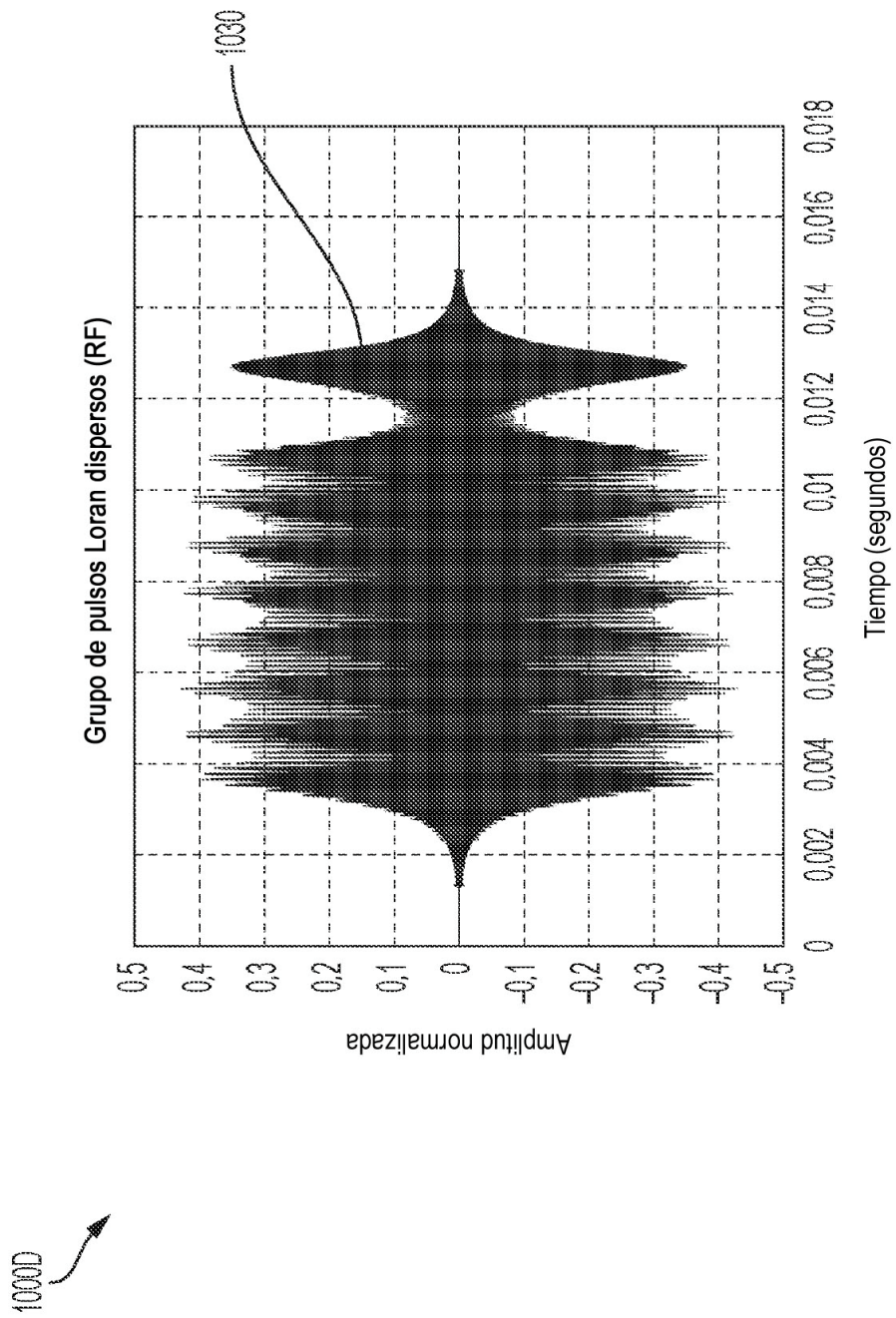


FIG. 10D

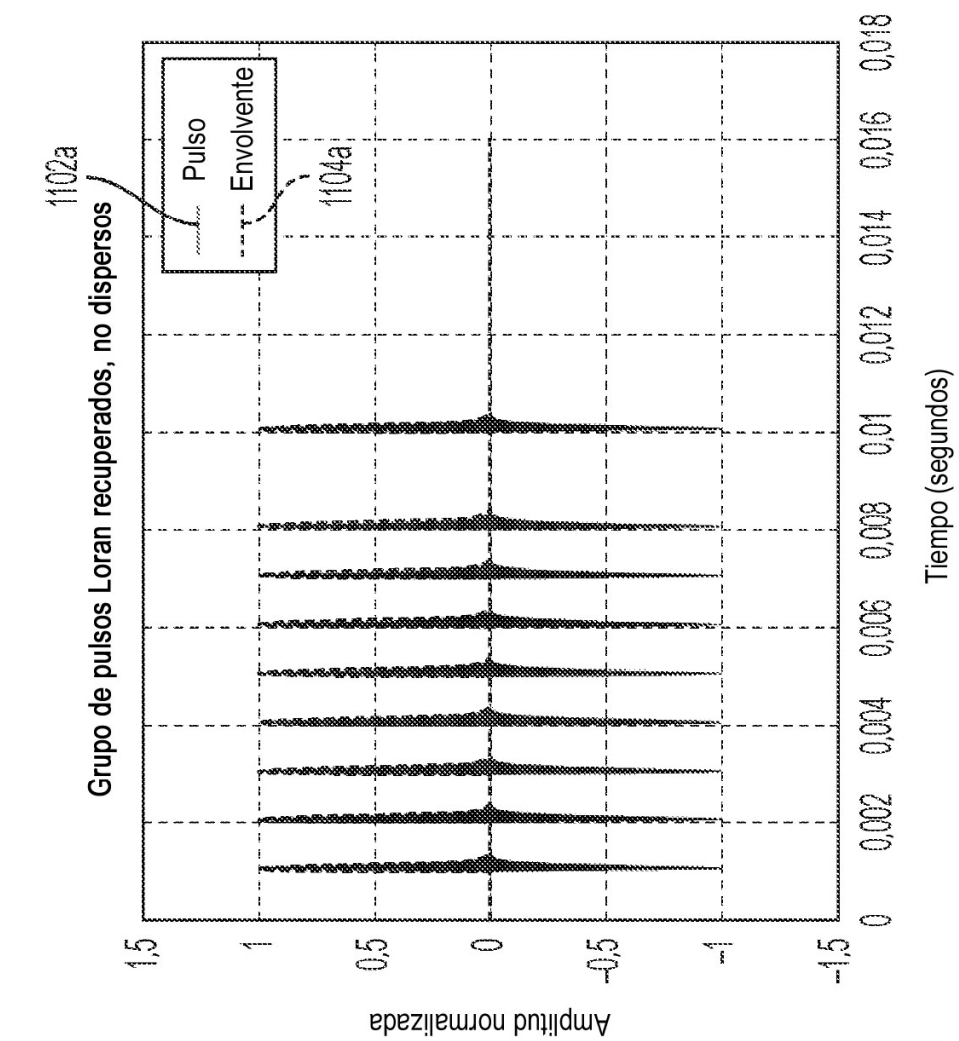


FIG. 11A

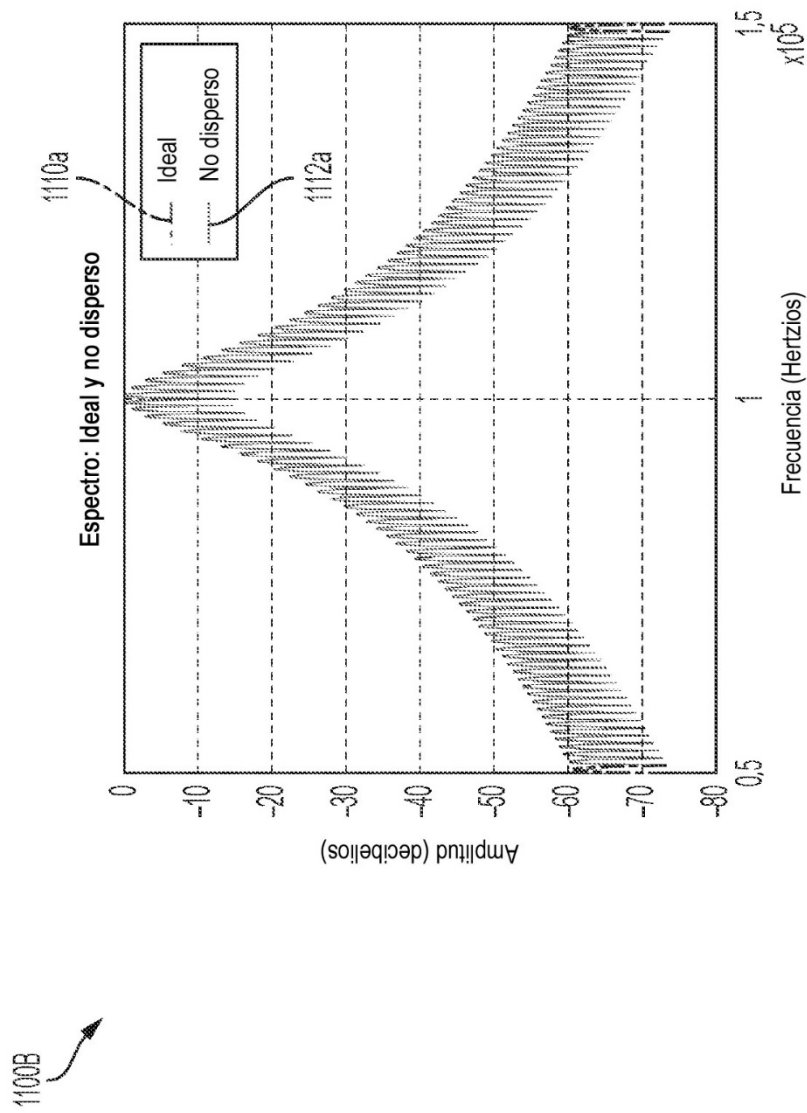


FIG. 11B

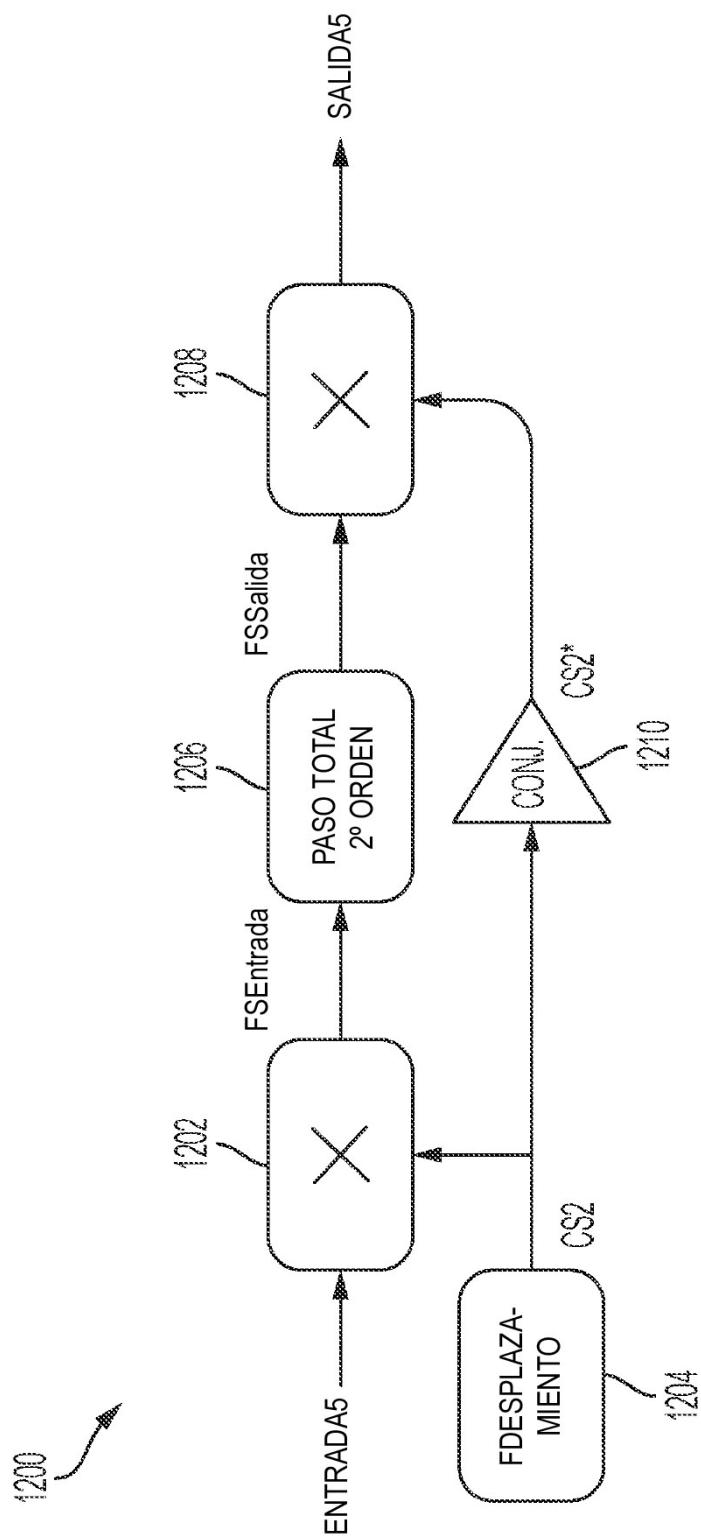


FIG. 12

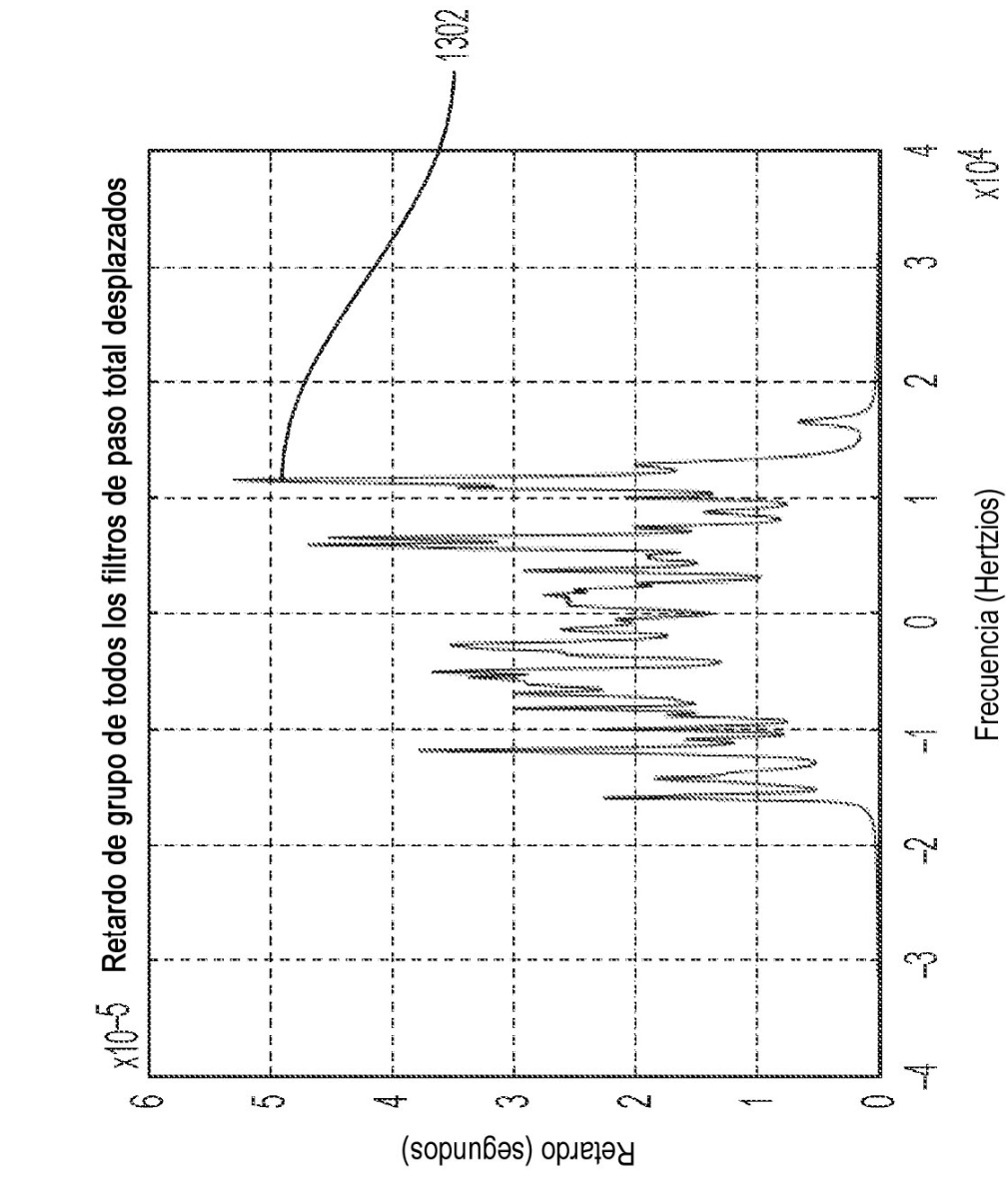


FIG. 13

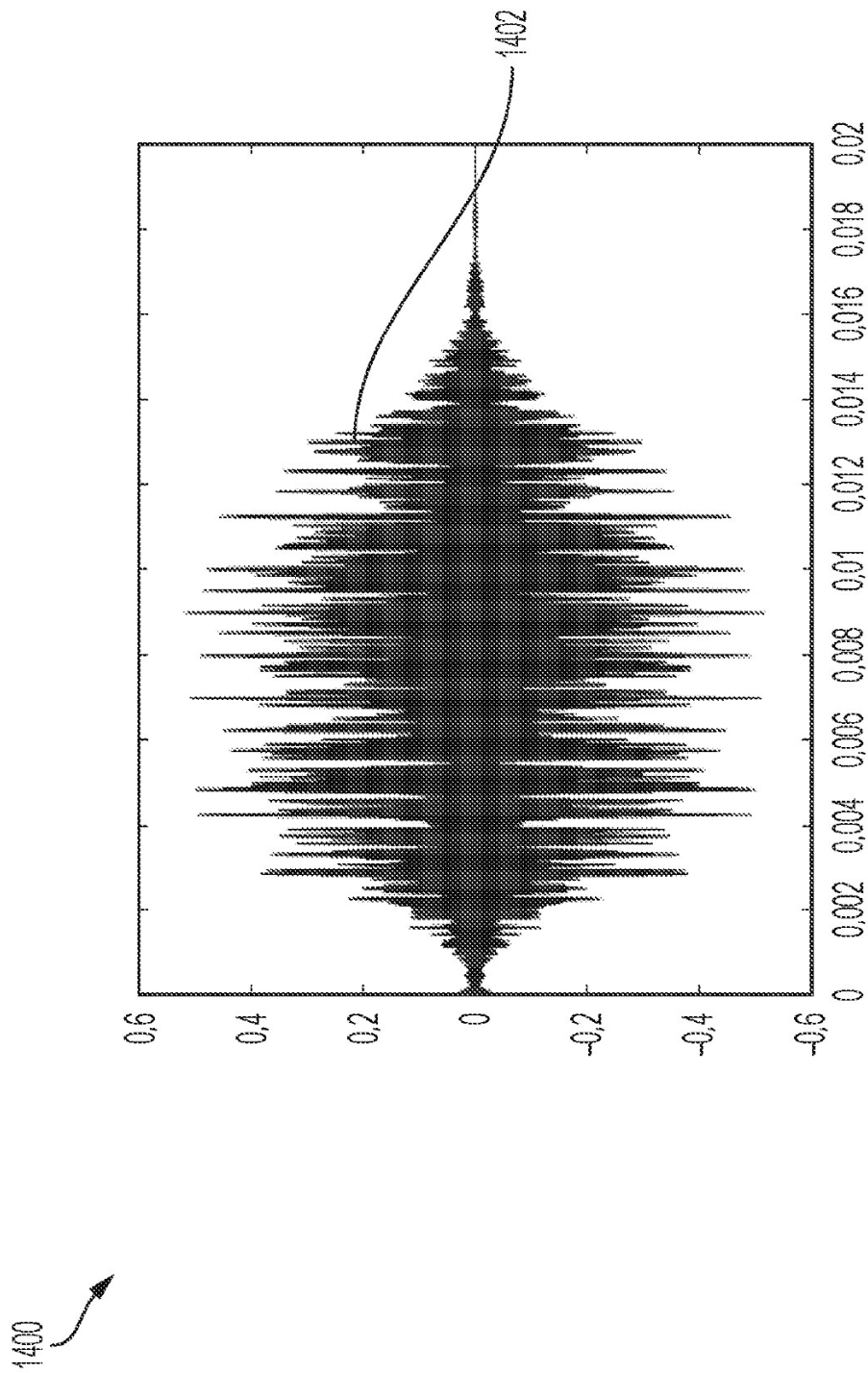


FIG. 14

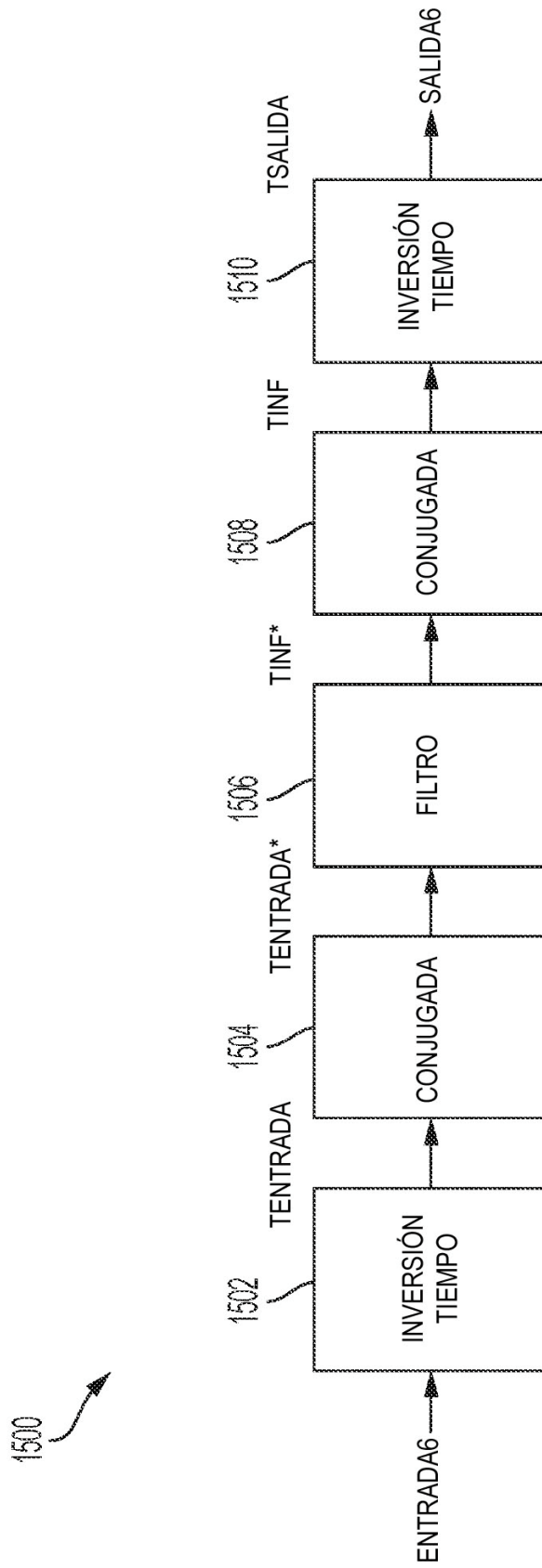


FIG. 15

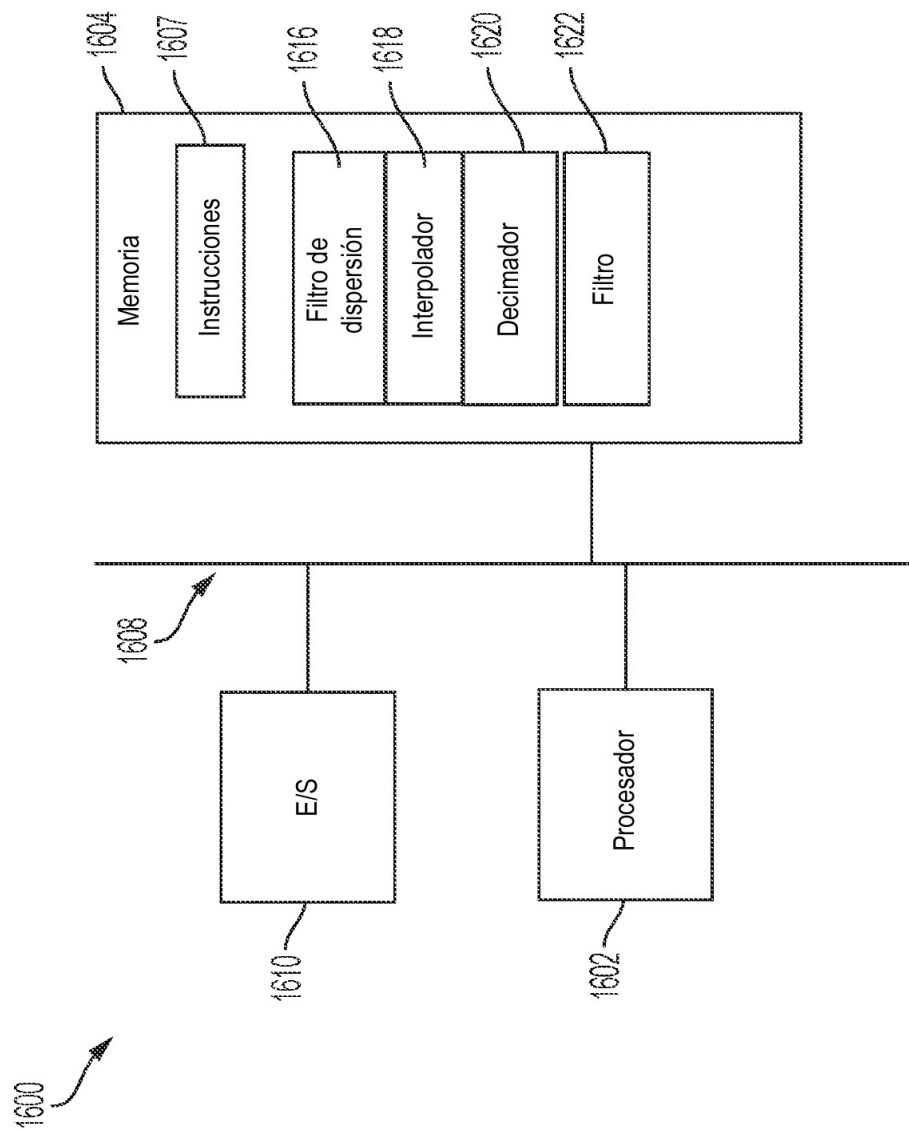


FIG. 16

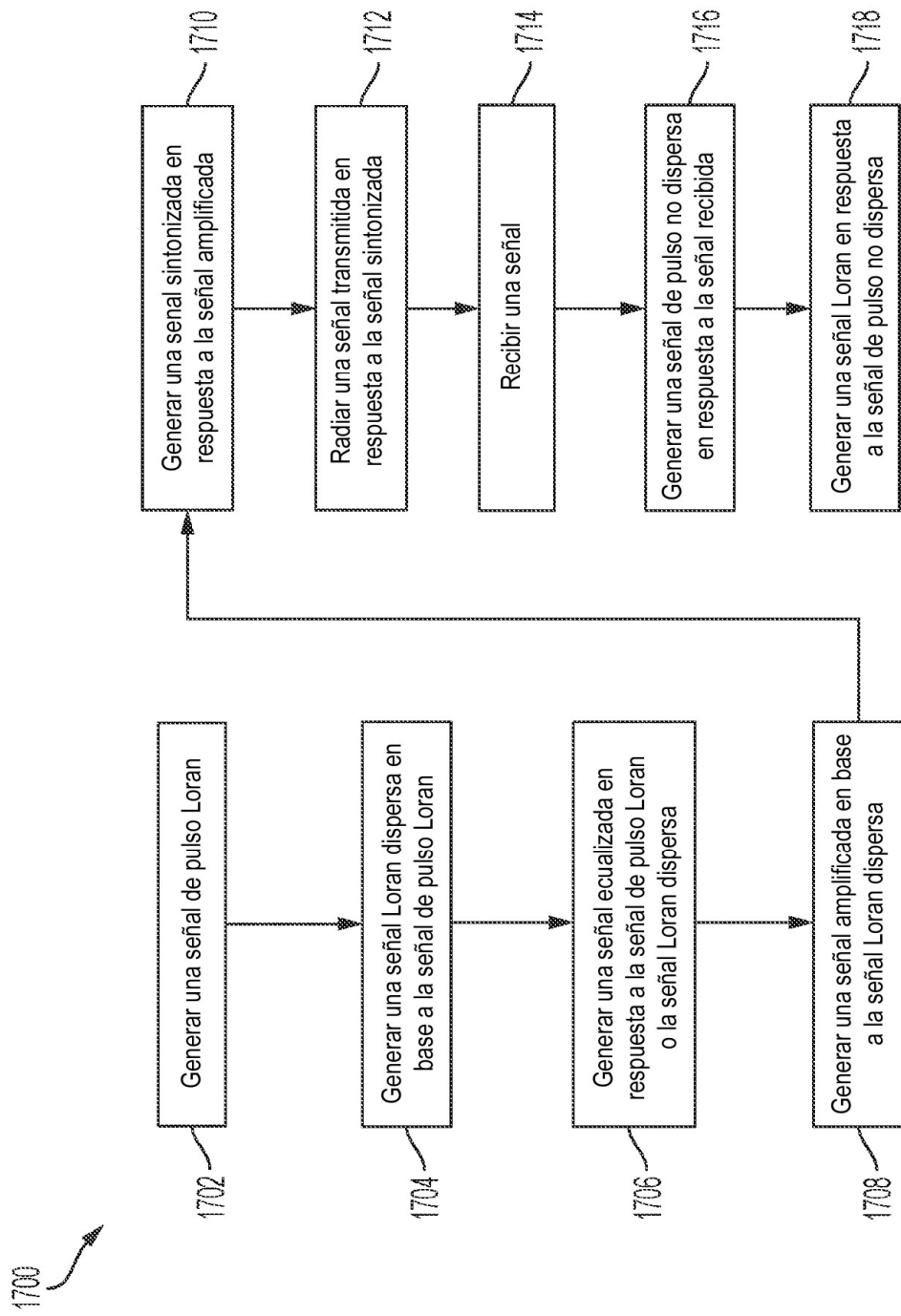


FIG. 17