

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 715 847**

51 Int. Cl.:

G10L 21/0208 (2013.01)

G10L 21/0388 (2013.01)

G10L 19/24 (2013.01)

G10L 21/0216 (2013.01)

G10L 19/07 (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.08.2013 PCT/US2013/053806**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.08.2014 WO14123579**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.08.2013 E 13753450 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.12.2018 EP 2954523**

54 Título: **Sistemas y procedimientos de realización de filtrado para determinación de ganancia**

30 Prioridad:

08.02.2013 US 201361762807 P
05.08.2013 US 201313959188

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
06.06.2019

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

ATTI, VENKATRAMAN SRINIVASA;
KRISHNAN, VENKATESH;
RAJENDRAN, VIVEK y
VILLETTE, STEPHANE PIERRE

74 Agente/Representante:

FORTEA LAGUNA, Juan José

ES 2 715 847 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Sistemas y procedimientos de realización de filtrado para determinación de ganancia

5 REFERENCIA CRUZADA A SOLICITUDES RELACIONADAS

[0001] La presente solicitud reivindica la prioridad de la solicitud de patente provisional de titularidad común de EE. UU., n.º61/762,807 presentada el 8 de febrero de 2013 y la solicitud de patente no provisional de EE. UU., n.º13/959,188 presentada el 5 de agosto de 2013.

10 CAMPO

[0002] La presente divulgación se refiere en general al procesamiento de señales.

15 DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA RELACIONADA

[0003] Los avances en la tecnología han dado como resultado dispositivos informáticos más pequeños y más potentes. Por ejemplo, existe actualmente una variedad de dispositivos informáticos personales portátiles, que incluyen dispositivos informáticos inalámbricos, tales como teléfonos inalámbricos portátiles, asistentes digitales personales (PDA) y dispositivos de radiolocalización que son pequeños, ligeros y fáciles de transportar por los usuarios. Más específicamente, los teléfonos inalámbricos portátiles, tales como los teléfonos móviles y los teléfonos de protocolo de Internet (IP), pueden transmitir paquetes de voz y datos a través de redes inalámbricas. Además, muchos de dichos teléfonos inalámbricos incluyen otros tipos de dispositivos que están incorporados en los mismos. Por ejemplo, un teléfono inalámbrico también puede incluir una cámara fotográfica digital, una cámara de vídeo digital, un grabador digital y un reproductor de archivos de audio.

[0004] En los sistemas telefónicos tradicionales (por ejemplo, las redes telefónicas conmutadas públicas (PSTN)), el ancho de banda de señal está limitado al intervalo de frecuencias de 300 hercios (Hz) a 3,4 kilohercios (kHz). En aplicaciones de banda ancha (WB), tales como la telefonía móvil y voz sobre protocolo de Internet (VoIP), el ancho de banda de señal puede abarcar el intervalo de frecuencias de 50 Hz a 7 kHz. Las técnicas de codificación de superbanda ancha (SWB) admiten un ancho de banda que se extiende hasta aproximadamente 16 kHz. La extensión del ancho de banda de señal desde la telefonía de banda estrecha a 3,4 kHz hasta la telefonía SWB de 16 kHz puede mejorar la calidad de la reconstrucción, la inteligibilidad y la naturalidad de la señal.

[0005] Las técnicas de codificación SWB típicamente implican codificar y transmitir la parte de frecuencias más bajas de la señal (por ejemplo, de 50 Hz a 7 kHz, también denominada «banda baja»). Por ejemplo, la banda baja se puede representar usando parámetros de filtro y/o una señal de excitación de banda baja. Sin embargo, con el fin de mejorar la eficacia de codificación, la parte de frecuencias más altas de la señal (por ejemplo, de 7 kHz a 16 kHz, también llamada «banda alta») puede no codificarse y transmitirse por completo. En su lugar, un receptor puede utilizar el modelado de señales para predecir la banda alta. En algunas implementaciones, los datos asociados a la banda alta pueden proporcionarse al receptor para facilitar la predicción. Dichos datos pueden denominarse «información secundaria» y pueden incluir información de ganancia, frecuencias espectrales lineales (LSF, también denominadas pares espectrales lineales (LSP)), etc. La predicción de banda alta mediante un modelo de señal puede ser aceptablemente precisa cuando la señal de banda baja está suficientemente correlacionada con la señal de banda alta. Sin embargo, en presencia de ruido, la correlación entre la banda baja y la banda alta puede ser débil, y el modelo de señal puede dejar de representar con precisión la banda alta. Esto puede provocar artefactos (por ejemplo, habla distorsionada) en el receptor. Se puede encontrar un ejemplo de dicha técnica de codificación SWB en la patente publicada US 2005/0004793 A1 «Signal Adaptation for Higher Band coding Utilizing Band Split Coding [Adaptación de señal para codificación de banda más alta utilizando codificación con división de banda]».

50 SUMARIO

[0006] Se divulgan unos sistemas y procedimientos de realización de un filtrado condicional de una señal de audio para determinación de ganancia en un sistema de codificación de audio. Las técnicas descritas incluyen determinar si una señal de audio que se va a codificar para la transmisión incluye un componente (por ejemplo, ruido) que puede producir artefactos audibles al reconstruir la señal de audio. Por ejemplo, el modelo de señal subyacente puede interpretar el ruido como datos de voz, lo que puede dar como resultado una reconstrucción errónea de la señal de audio. De acuerdo con las técnicas descritas, en presencia de componentes que inducen artefactos, se puede aplicar un filtrado condicional a una parte de banda alta de la señal de audio, y la salida de banda alta filtrada puede usarse para generar información de ganancia para la parte de banda alta. La información de ganancia basada en la salida de banda alta filtrada puede llevar a reducir los artefactos audibles durante la reconstrucción de la señal de audio en un receptor.

[0007] En un modo de realización particular, un procedimiento incluye determinar, basándose en la información espectral correspondiente a una señal de audio que incluye una parte de banda baja y una parte de banda alta, que la señal de audio incluye un componente correspondiente a una condición de generación de artefactos. El

procedimiento también incluye filtrar la parte de banda alta de la señal de audio para generar una salida de banda alta filtrada. El procedimiento incluye además generar una señal codificada. Generar la señal codificada incluye determinar información de ganancia basándose en una relación de una primera energía correspondiente a la salida de banda alta filtrada a una segunda energía correspondiente a una señal de banda alta sintetizada generada basándose en la parte de banda baja y una señal de ruido modulado o a la parte de banda baja para reducir un efecto audible de la condición de generación de artefactos.

[0008] En un modo de realización particular, un procedimiento incluye comparar una separación entre pares espectrales interlineal (LSP) asociada con una trama de una señal de audio con al menos un umbral. El procedimiento también incluye un filtrado condicional de una parte de banda alta de la señal de audio para generar una salida de banda alta filtrada basándose al menos parcialmente en la comparación. El procedimiento incluye determinar información de ganancia basándose en una relación de una primera energía correspondiente a la salida de banda alta filtrada a una segunda energía correspondiente a una parte de banda baja de la señal de audio.

[0009] En otro modo de realización particular, un aparato incluye medios para determinar, basándose en información espectral correspondiente a una señal de audio que incluye una parte de banda baja y una parte de banda alta, que la señal de audio incluye un componente correspondiente a una condición de generación de artefactos. El aparato también incluye medios para filtrar una parte de banda alta de la señal de audio para generar una salida de banda alta filtrada. El aparato incluye medios para generar una señal codificada. Los medios para generar la señal codificada incluyen medios para determinar información de ganancia basándose en una relación de una primera energía correspondiente a la salida de banda alta filtrada a una segunda energía correspondiente a la parte de banda baja para reducir un efecto audible de la condición de generación de artefactos.

[0010] En otro modo de realización particular, un medio legible por ordenador no transitorio incluye instrucciones que, cuando son ejecutadas por un ordenador, hacen que el ordenador determine, basándose en información espectral correspondiente a una señal de audio que incluye una parte de banda baja y una parte de banda alta, que la señal de audio incluye un componente correspondiente a una condición de generación de artefactos, para filtrar la parte de banda alta de la señal de audio para generar una salida de banda alta filtrada y generar una señal codificada. Generar la señal codificada incluye determinar información de ganancia basándose en una relación de una primera energía correspondiente a la salida de banda alta filtrada a una segunda energía correspondiente a una señal de banda alta sintetizada generada basándose en la parte de banda baja y una señal de ruido modulado o a la parte de banda baja para reducir un efecto audible de la condición de generación de artefactos.

[0011] Las ventajas particulares proporcionadas por al menos uno de los modos de realización divulgados incluyen una capacidad de detectar componentes inductores de artefactos (por ejemplo, ruido) y de realizar selectivamente un filtrado como respuesta a una detección de dichos componentes inductores de artefactos para afectar a una información de ganancia, lo que puede dar como resultado una reconstrucción de señal más precisa en un receptor y menos artefactos audibles. Otros aspectos, ventajas y características de la presente divulgación resultarán evidentes después de revisar la solicitud completa, que incluye las siguientes secciones: Breve descripción de los dibujos, Descripción detallada y Reivindicaciones.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[0012]

La figura 1 es un diagrama para ilustrar un modo de realización particular de un sistema que es operativo para realizar un filtrado;

la figura 2 es un diagrama para ilustrar un ejemplo de componente inductor de artefactos, una señal reconstruida correspondiente que incluye artefactos, y una señal reconstruida correspondiente que no incluye los artefactos;

la figura 3 es un gráfico para ilustrar un modo de realización particular de correlación entre un factor de ponderación adaptativa (γ) y una separación de pares espectrales lineales (LSP);

la figura 4 es un diagrama para ilustrar otro modo de realización particular de un sistema que es operativo para realizar un filtrado;

la figura 5 es un diagrama de flujo para ilustrar un modo de realización particular de un procedimiento de realización de un filtrado;

la figura 6 es un diagrama de flujo para ilustrar otro modo de realización particular de un procedimiento de realización de un filtrado;

la figura 7 es un diagrama de flujo para ilustrar otro modo de realización particular de un procedimiento de realización de un filtrado; y

la figura 8 es un diagrama de bloques de un dispositivo inalámbrico operativo para realizar operaciones de procesamiento de señales de acuerdo con los sistemas y procedimientos de las figuras 1-7.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

5 **[0013]** Con referencia a la figura 1, se muestra y se designa en general por 100 un modo de realización particular de un sistema que es operativo para realizar un filtrado. En un modo de realización particular, el sistema 100 puede estar integrado en un sistema o aparato de codificación (por ejemplo, en un teléfono inalámbrico o codificador/decodificador (CODEC)).

10 **[0014]** Debe observarse que, en la siguiente descripción, se indica que diversas funciones realizadas por el sistema 100 de la figura 1 son realizadas por ciertos componentes o módulos. Sin embargo, esta división de componentes y módulos sirve solo para ilustrar. En un modo de realización alternativo, una función realizada por un componente o módulo particular puede, en su lugar, dividirse entre múltiples componentes o módulos. Además, en un modo de realización alternativo, dos o más componentes o módulos de la figura 1 pueden estar integrados en un único componente o módulo. Cada componente o módulo ilustrado en la figura 1 puede implementarse usando hardware (por ejemplo, un dispositivo de matriz de puertas programables *in situ* (FPGA), un circuito integrado específico de la aplicación (ASIC), un procesador de señales digitales (DSP), un controlador, etc.), software (por ejemplo, instrucciones ejecutables por un procesador), o cualquier combinación de los mismos.

15 **[0015]** El sistema 100 incluye un banco de filtros de análisis 110 que está configurado para recibir una señal de audio de entrada 102. Por ejemplo, se puede proporcionar la señal de audio de entrada 102 mediante un micrófono u otro dispositivo de entrada. En un modo de realización particular, la señal de audio de entrada 102 puede incluir voz. La señal de audio de entrada puede ser una señal de superbanda ancha (SWB) que incluye datos en el intervalo de frecuencias de aproximadamente 50 hercios (Hz) a aproximadamente 16 kilohercios (kHz). El banco de filtros de análisis 110 puede filtrar la señal de audio de entrada 102 como múltiples partes basándose en la frecuencia. Por ejemplo, el banco de filtros de análisis 110 puede generar una señal de banda baja 122 y una señal de banda alta 124. La señal de banda baja 122 y la señal de banda alta 124 pueden tener anchos de banda iguales o desiguales, y pueden estar superpuestas o no superpuestas. En un modo de realización alternativo, el banco de filtros de análisis 20 110 puede generar más de dos salidas.

25 **[0016]** La señal de banda baja 122 y la señal de banda alta 124 pueden ocupar bandas de frecuencias no superpuestas. Por ejemplo, la señal de banda baja 122 y la señal de banda alta 124 pueden ocupar bandas de frecuencias no superpuestas de 50 Hz-7 kHz y 7 kHz-16 kHz. En un modo de realización alternativo, la señal de banda baja 122 y la señal de banda alta 124 pueden ocupar bandas de frecuencias no superpuestas de 50 Hz-8 kHz y 8 kHz-16 kHz. En otro modo de realización alternativo más, la señal de banda baja 122 y la señal de banda alta 124 pueden superponerse (por ejemplo, 50 Hz-8 kHz y 7 kHz-16 kHz), lo que puede permitir que un filtro pasabaja y un filtro pasaalta del banco de filtros de análisis 110 tengan un corte progresivo y suave, lo que puede simplificar el diseño y reducir el coste del filtro pasabaja y el filtro pasaalta. La superposición de la señal de banda baja 122 y de la señal de banda alta 124 también puede permitir un mezclado suave de señales de banda baja y de banda alta en un receptor, lo cual puede dar como resultado menos artefactos audibles.

35 **[0017]** Debe observarse que, aunque el ejemplo de la figura 1 ilustra un procesamiento de una señal SWB, esto se realiza solo con fines ilustrativos. En un modo de realización alternativo, la señal de audio de entrada 102 puede ser una señal de banda ancha (WB) que tiene un intervalo de frecuencias desde aproximadamente 50 Hz hasta aproximadamente 8 kHz. En dicho modo de realización, la señal de banda baja 122 puede corresponder a un intervalo de frecuencias desde aproximadamente 50 Hz hasta aproximadamente 6,4 kHz y la señal de banda alta 124 puede corresponder a un intervalo de frecuencias desde aproximadamente 6,4 kHz hasta aproximadamente 8 kHz. También se debe tener en cuenta que los diversos sistemas y procedimientos que se describen en el presente documento detectan ruido de banda alta y realizan diversas operaciones como respuesta a ruido de banda alta. Sin embargo, estos solo constituyen ejemplos. Las técnicas ilustradas con referencia a las figuras 1-7 también se puede realizar en el contexto de ruido de banda baja.

40 **[0018]** El sistema 100 puede incluir un módulo de análisis de banda baja 130 configurado para recibir la señal de banda baja 122. En un modo de realización particular, el módulo de análisis de banda baja 130 puede representar un modo de realización de un codificador de predicción lineal con excitación por código (CELP). El módulo de análisis de banda baja 130 puede incluir un módulo de análisis y codificación de predicción lineal (LP) 132, un módulo de transformada de coeficiente de predicción lineal (LPC) a par espectral lineal (LTP) 134 y un cuantificador 136. Los LSP también pueden denominarse frecuencias espectrales lineales (LSF), pudiéndose usar indistintamente ambos términos en el presente documento. El módulo de análisis y codificación LP 132 puede codificar una envolvente espectral de la señal de banda baja 122 como un conjunto de LPC. Se pueden generar unos LPC para cada trama de audio (por ejemplo, 20 milisegundos (ms) de audio, correspondientes a 320 muestras a una frecuencia de muestreo de 16 kHz), para cada subtrama de audio (por ejemplo, 5 ms de audio), o para cualquier combinación de las mismas. El número de LPC generados para cada trama o subtrama puede determinarse mediante el «orden» del análisis LP realizado. En un modo de realización particular, el módulo de análisis y codificación LP 132 puede generar un conjunto de once LPC correspondientes a un análisis LP de décimo orden.

[0019] El módulo de transformada de LPC a LSP 134 puede transformar el conjunto de LPC generados por el módulo de análisis y codificación LP 132 en un conjunto correspondiente de LSP (por ejemplo, usando una transformada uno a uno). De forma alternativa, puede realizarse la transformada uno a uno del conjunto de LPC en un conjunto correspondiente de coeficientes de correlación parcial, valores de logaritmo de relación de área, pares espectrales de inmitancia (ISP) o frecuencias espectrales de inmitancia (ISF). La transformada entre el conjunto de LPC y el conjunto de LSP puede revertirse sin errores.

[0020] El cuantificador 136 puede cuantificar el conjunto de LSP generados por el módulo de transformada 134. Por ejemplo, el cuantificador 136 puede incluir, o estar acoplado a, múltiples libros de códigos que incluyen múltiples entradas (por ejemplo, vectores). Para cuantificar el conjunto de LSP, el cuantificador 136 puede identificar entradas de libros de códigos que están «más cerca de» (por ejemplo, basándose en una medida de distorsión tal como unos mínimos cuadrados de error cuadrático medio) el conjunto de LSP. El cuantificador 136 puede facilitar un valor de índice o una serie de valores de índice correspondientes a la ubicación de las entradas identificadas en los libros de códigos. La salida del cuantificador 136 puede por tanto representar parámetros de filtro de banda baja que están incluidos en un flujo de bits de banda baja 142.

[0021] El módulo de análisis de banda baja 130 también puede generar una señal de excitación de banda baja 144. Por ejemplo, la señal de excitación de banda baja 144 puede ser una señal codificada que se genera cuantificando una señal residual LP que se genera durante el proceso LP realizado por el módulo de análisis de banda baja 130. La señal residual LP puede representar un error de predicción.

[0022] El sistema 100 puede incluir además un módulo de análisis de banda alta 150 configurado para recibir la señal de banda alta 124 desde el banco de filtros de análisis 110 y la señal de excitación de banda baja 144 desde el módulo de análisis de banda baja 130. El módulo de análisis de banda alta 150 puede generar información secundaria de banda alta 172 basándose en una o más de la señal de banda alta 124, la señal de excitación de banda baja 144 o una salida de banda alta filtrada 168, como se describe más adelante en mayor detalle con respecto a la figura 4. Por ejemplo, la información secundaria de banda alta 172 puede incluir LSP de banda alta y/o información de ganancia (por ejemplo, basándose en al menos una relación de energía de banda alta a energía de banda baja), como se describe además en el presente documento.

[0023] El módulo de análisis de banda alta 150 puede incluir un generador de excitación de banda alta 160. El generador de excitación de banda alta 160 puede generar una señal de excitación de banda alta extendiendo un espectro de la señal de excitación de banda baja 144 al intervalo de frecuencias de banda alta (por ejemplo, 7 kHz-16 kHz). Para ilustrar, el generador de excitación de banda alta 160 puede aplicar una transformada (por ejemplo, una transformada no lineal tal como una operación de valor absoluto o cuadrado) a la señal de excitación de banda baja y puede mezclar la señal de excitación de banda baja transformada con una señal de ruido (por ejemplo, ruido blanco modulado de acuerdo con una envolvente correspondiente a la señal de excitación de banda baja 144) para generar la señal de excitación de banda alta. Un módulo de determinación de ganancia de banda alta 162 puede usar la señal de excitación de banda alta para determinar uno o más parámetros de ganancia de banda alta que están incluidos en la información secundaria de banda alta 172.

[0024] El módulo de análisis de banda alta 150 también puede incluir un módulo de análisis y codificación LP 152, un módulo de transformada de LPC a LSP 154 y un cuantificador 156. Cada uno del módulo de análisis y codificación LP 152, el módulo de transformada 154 y el cuantificador 156 puede funcionar como se ha descrito anteriormente con referencia a unos componentes correspondientes del módulo de análisis de banda baja 130, pero con una resolución comparativamente reducida (por ejemplo, usando menos bits para cada coeficiente, LSP, etc.). En otro modo de realización de ejemplo, el cuantificador LSP de banda alta 156 puede usar una cuantificación escalar donde un subconjunto de coeficientes LSP se cuantifica individualmente usando un número de bits predefinido. Por ejemplo, el módulo de análisis y codificación LP 152, el módulo de transformada 154 y el cuantificador 156 pueden usar la señal de banda alta 124 para determinar información de filtro de banda alta (por ejemplo, unos LSP de banda alta) que está incluida en la información secundaria de banda alta 172. En un modo de realización particular, la información secundaria de banda alta 172 puede incluir unos LSP de banda alta, así como unos parámetros de ganancia de banda alta.

[0025] Un multiplexor (MUX) 180 pueden multiplexar el flujo de bits de banda baja 142 y la información secundaria de banda alta 172 para generar un flujo de bits de salida 192. El flujo de bits de salida 192 puede representar una señal de audio codificada correspondiente a la señal de audio de entrada 102. Por ejemplo, el flujo de bits de salida 192 puede transmitirse (por ejemplo, por un canal alámbrico, inalámbrico u óptico) y/o almacenarse. En un receptor, un desmultiplexor (DEMUX), un descodificador de banda baja, un descodificador de banda alta y un banco de filtros pueden realizar operaciones inversas para generar una señal de audio (por ejemplo, una versión reconstruida de la señal de audio de entrada 102 que se proporciona a un altavoz o a otro dispositivo de salida). El número de bits usados para representar el flujo de bits de banda baja 142 puede ser sustancialmente mayor que el número de bits usados para representar la información secundaria de banda alta 172. Por tanto, la mayoría de los bits del flujo de bits de salida 192 representan datos de banda baja. La información secundaria de banda alta 172 puede usarse en un receptor para regenerar la señal de excitación de banda alta a partir de los datos de banda baja, de acuerdo con un modelo de

señal. Por ejemplo, el modelo de señal puede representar un conjunto esperado de relaciones o correlaciones entre unos datos de banda baja (por ejemplo, la señal de banda baja 122) y unos datos de banda alta (por ejemplo, la señal de banda alta 124). Por tanto, se pueden usar diferentes modelos de señal para diferentes tipos de datos de audio (por ejemplo, voz, música, etc.), y un transmisor y un receptor pueden negociar el modelo de señal particular que se usa (o este puede estar definido por una norma industrial) antes de la transmisión de datos de audio codificados. Mediante el modelo de señal, el módulo de análisis de banda alta 150 de un transmisor puede ser capaz de generar la información secundaria de banda alta 172 de manera que un correspondiente módulo de análisis de banda alta de un receptor puede usar el modelo de señal para reconstruir la señal de banda alta 124 a partir del flujo de bits de salida 192.

[0026] Sin embargo, en presencia de ruido, la síntesis de banda alta en el receptor puede conducir a artefactos apreciables, debido a que una correlación insuficiente entre la banda baja y la banda alta puede hacer que el modelo de señal subyacente se realice de forma subóptima en una reconstrucción de señal fiable. Por ejemplo, el modelo de señal puede interpretar incorrectamente como voz los componentes de ruido de banda alta y, por tanto, puede causar una generación de parámetros de ganancia que intentan replicar el ruido en un receptor, lo que lleva a los artefactos apreciables. Los ejemplos de dichas condiciones de generación de artefactos incluyen, entre otros, ruidos de alta frecuencia, como bocinas de automóviles y chirridos de frenos. Para ilustrar, un primer espectrograma 210 ilustra en la figura 2 una señal de audio que tiene componentes correspondientes a unas condiciones de generación de artefactos, ilustradas como ruido de banda alta que tiene una energía de señal relativamente grande. Un segundo espectrograma 220 ilustra los artefactos resultantes en la señal reconstruida debido a una sobrestimación de unos parámetros de ganancia.

[0027] Para reducir dichos artefactos, el módulo de análisis de banda alta 150 puede realizar un filtrado de banda alta condicional. Por ejemplo, el módulo de análisis de banda alta 150 puede incluir un módulo de detección de componentes inductores de artefactos 158 que está configurado para detectar componentes inductores de artefactos, por ejemplo, el componente inductor de artefactos mostrado en el primer espectrograma 210 de la figura 2, que es probable que den por resultado artefactos audibles durante la reproducción. En presencia de dichos componentes, un módulo de filtrado 166 puede realizar un filtrado de la señal de banda alta 124 para atenuar componentes generadores de artefactos. El filtrado de la señal de banda alta 124 puede dar como resultado una señal reconstruida de acuerdo con un tercer espectrograma 230 de la figura 2, que carece (o tiene un nivel reducido) de los artefactos mostrados en el segundo espectrograma 220 de la figura 2.

[0028] Se pueden realizar una o más pruebas para evaluar si una señal de audio incluye una condición de generación de artefactos. Por ejemplo, una primera prueba puede incluir comparar una separación mínima entre LSP que se detecta en un conjunto de LSP (por ejemplo, LSP para una trama particular de la señal de audio) con un primer umbral. Una pequeña separación entre LSP corresponde a una señal relativamente intensa en un intervalo de frecuencias relativamente estrecho. En un modo de realización particular, cuando se determina que la señal de banda alta 124 da como resultado una trama que tiene una separación entre LSP mínima que es menor que el primer umbral, se determina que una condición de generación de artefactos está presente en la señal de audio, y puede habilitarse un filtrado para la trama.

[0029] En otro ejemplo, una segunda prueba puede incluir comparar una separación mínima media entre LSP para múltiples tramas consecutivas con un segundo umbral. Por ejemplo, cuando una trama particular de una señal de audio tiene una separación mínima entre LSP que es mayor que el primer umbral pero menor que un segundo umbral, aún se puede determinar que una condición de generación de artefactos está presente si una separación mínima media entre LSP para múltiples tramas (por ejemplo, una media ponderada de la separación mínima entre LSP para las cuatro tramas más recientes, incluida la trama particular) es menor que un tercer umbral. Como resultado, se puede habilitar un filtrado para la trama particular.

[0030] En otro ejemplo, una tercera prueba puede incluir determinar si una trama particular sigue a una trama filtrada de la señal de audio. Si la trama particular sigue a una trama filtrada, puede habilitarse un filtrado para la trama particular basándose en que la separación mínima entre LSP de la trama particular es menor que el segundo umbral.

[0031] Se describen tres pruebas con fines ilustrativos. Un filtrado para una trama puede habilitarse como respuesta al cumplimiento de una o más cualesquiera de las pruebas (o combinaciones de las pruebas) o como respuesta al cumplimiento de una o más pruebas o condiciones. Por ejemplo, un modo de realización particular puede incluir determinar si se va a habilitar o no un filtrado basándose en una sola prueba, como la primera prueba descrita anteriormente, sin aplicar la segunda prueba o la tercera prueba. Unos modos de realización alternativos pueden incluir determinar si se habilita o no un filtrado basándose en la segunda prueba sin aplicar la primera prueba o la tercera prueba, o basándose en la tercera prueba sin aplicar la primera prueba o la segunda prueba. En otro ejemplo, un modo de realización particular puede incluir determinar si se va a habilitar o no un filtrado basándose en dos pruebas, tales como la primera prueba y la segunda prueba, sin aplicar la tercera prueba. Unos modos de realización alternativos pueden incluir determinar si se va a habilitar o no un filtrado basándose en la primera prueba y la tercera prueba sin aplicar la segunda prueba, o basándose en la segunda prueba y la tercera prueba sin aplicar la primera prueba.

[0032] En un modo de realización particular, el módulo de detección de componentes inductores de artefactos 158 puede determinar unos parámetros a partir de la señal de audio para determinar si una señal de audio incluye un componente que dará como resultado artefactos audibles. Los ejemplos de dichos parámetros incluyen una separación mínima entre LSP y una separación mínima media entre LSP. Por ejemplo, un proceso LP de décimo orden puede generar un conjunto de once LPC que se transforman en diez LSP. El módulo de detección de componentes inductores de artefactos 158 puede determinar, para una trama de audio particular, una separación mínima (por ejemplo, la más pequeña) entre dos cualesquiera de los diez LSP. Típicamente, los ruidos agudos y bruscos, como las bocinas de los automóviles y los chirridos de frenos, dan como resultado LSP muy poco separados (por ejemplo, el componente de ruido «fuerte» de 13 kHz del primer espectrograma 210 puede estar rodeado muy de cerca por LSP a 12,95 kHz y 13,05 kHz). El módulo de detección de componentes inductores de artefactos 158 puede determinar una separación mínima entre LSP y una separación mínima media entre LSP, como se muestra en el siguiente pseudocódigo de estilo C++ que el módulo de detección de componentes inductores de artefactos 158 puede ejecutar o implementar.

```

lsp_spacing = 0.5; //separación mínima de LSP predeterminada
LPC_ORDER = 10; //se realiza orden de codificación predictiva lineal
for (i = 0; i < LPC_ORDER; i++)
/* Estimar separación inter-LSP, es decir, distancia LSP entre el coeficiente i-ésimo y el coeficiente LSP (i-1)-
ésimo como se indica a continuación */
    lsp_spacing = min(lsp_spacing, (i == 0 ? lsp_shb[0] : (lsp_shb[i] - lsp_shb[i - 1])));
}

```

[0033] El módulo de detección de componentes inductores de artefactos 158 puede determinar además una separación mínima media ponderada entre LSP de acuerdo con el siguiente pseudocódigo. El siguiente pseudocódigo también incluye restablecer la separación entre LSP como respuesta a una transición de modo. Dichas transiciones de modo pueden ocurrir en dispositivos que admiten múltiples modos de codificación para música y/o voz. Por ejemplo, el dispositivo puede usar un modo CELP algebraico (ACELP) para voz y un modo de codificación de audio, es decir, una codificación de señal genérica (GSC) para señales de tipo musical. De forma alternativa, en ciertos contextos de baja velocidad, el dispositivo puede determinar, basándose en parámetros de características (por ejemplo, tonalidad, fluctuación de afinación, disposición del acorde, etc.) que se puede usar un modo ACELP/GSC/transformada discreta de coseno modificada (MDCT).

/* restablecimiento de separación de LSP durante modo de transiciones, es decir, cuando el modo de codificación de la última trama es diferente del modo de codificación de la trama actual */

```

THR1 = 0.008;
if(last_mode != current_mode && lsp_spacing < THR1)
{
    lsp_shb_spacing[0] = lsp_spacing;
    lsp_shb_spacing[1] = lsp_spacing;
    lsp_shb_spacing[2] = lsp_spacing;
    prevPreFilter = TRUE;
}

```

/* Separación promedia LSP ponderado por ordenador sobre la trama actual y tres tramas previas*/

```

WGHT1 = 0.1; WGHT2 = 0.2; WGHT3 = 0.3; WGHT4 = 0.4;

Average_lsp_shb_spacing = WGHT1 * lsp_shb_spacing[0] +
                          WGHT2 * lsp_shb_spacing[1] +
                          WGHT3 * lsp_shb_spacing[2] +
                          WGHT4 * lsp_spacing;

/* Actualizar la búfer de separación lsp pasada */
lsp_shb_spacing[0] = lsp_shb_spacing[1];
lsp_shb_spacing[1] = lsp_shb_spacing[2];
lsp_shb_spacing[2] = lsp_spacing;

```

[0034] Después de determinar la separación mínima entre LSP y la separación mínima media entre LSP, el módulo de detección de componentes inductores de artefactos 158 puede comparar los valores determinados con uno o más umbrales de acuerdo con el siguiente pseudocódigo para determinar si existe ruido inductor de artefactos en la trama de audio. Cuando existe ruido inductor de artefactos, el módulo de detección de componentes inductores de artefactos 158 puede hacer que el módulo de filtrado 166 realice un filtrado de la señal de banda alta 124.

```

THR1 = 0.008; THR2 = 0.0032, THR3 = 0.005;
PreFilter = FALSE;
/* Comprobar las condiciones a continuación y habilitar los parámetros de filtro
Si la separación LSP es muy pequeña, entonces hay gran seguridad de que exista el ruido que causa
artefactos */
if (lsp_spacing <= THR2 ||
    (lsp_spacing < THR1 && (Average_lsp_shb_spacing < THR3 ||
        prevPreFilter == TRUE)))
{
    PreFilter = TRUE;
}
/* Actualizar el indicador de atenuación de ganancia de trama previa a usar en la próxima trama */
prevPreFilter = PreFilter;

```

[0035] En un modo de realización particular, el módulo de filtrado condicional 166 puede realizar selectivamente un filtrado cuando se detecta ruido inductor de artefactos. El módulo de filtrado 166 puede filtrar la señal de banda alta 124 antes de determinar uno o más parámetros de ganancia de la información secundaria de banda alta 172. Por ejemplo, el filtrado puede incluir filtrado de respuesta a impulso finita (FIR). En un modo de realización particular, el filtrado se puede realizar usando LPC de banda alta adaptativos 164 del módulo de análisis y codificación LP 152 y puede generar una salida de banda alta filtrada 168. La salida de banda alta filtrada 168 se puede usar para generar al menos una parte de la información secundaria de banda alta 172.

[0036] En un modo de realización particular, el filtrado se puede realizar de acuerdo con la ecuación de filtrado:

$$A\left(\frac{z}{1-\gamma}\right) = 1 - \sum_{i=1}^L (1-\gamma)^i a_i z^{-i},$$

donde a_i son los LPC de banda alta, L es el orden de LPC (por ejemplo, 10) y γ (gamma) es un parámetro de ponderación. En un modo de realización particular, el parámetro de ponderación γ puede tener un valor constante. En otros modos de realización, el parámetro de ponderación γ puede ser adaptativo y puede determinarse basándose en la separación entre LSP. Por ejemplo, un valor del parámetro de ponderación γ puede determinarse a partir de la correlación lineal de γ con la separación entre LSP ilustrada mediante el gráfico 300 de la figura 3. Como se muestra en la figura 3, cuando la separación entre LSP es estrecha, γ puede ser pequeño (por ejemplo, igual a 0,0001), lo que da como resultado un blanqueo espectral o un filtrado más fuerte de la banda alta. Sin embargo, si la separación entre LSP es grande, γ también puede ser grande (por ejemplo, casi igual a 1), dando por resultado apenas ningún filtrado. En un modo de realización particular, la correlación de la figura 3 puede ser adaptativa basándose en uno o más factores, como la frecuencia de muestreo y la frecuencia a la que los artefactos son prominentes, la relación señal-ruido (SNR), la ganancia de predicción después de análisis LP, etc.

[0037] El sistema 100 de la figura 1 puede, por tanto, realizar un filtrado para reducir o prevenir artefactos audibles debido al ruido en una señal de entrada. El sistema 100 de la figura 1 puede por tanto permitir una reproducción más precisa de una señal de audio en presencia de un componente de ruido generador de artefactos que no es considerado por los modelos de señales de codificación de voz.

[0038] La figura 4 ilustra un modo de realización de un sistema 400 configurado para filtrar una señal de banda alta. El sistema 400 incluye el módulo de análisis y codificación LP 152, el módulo de transformada de LPC a LSP 154, el cuantificador 156, el módulo de detección de componentes inductores de artefactos 158 y el módulo de filtrado 166 de la figura 1. El sistema 400 incluye además un filtro de síntesis 402, un calculador de ganancia de trama 404 y un calculador de ganancia temporal 406. En un modo de realización particular, el calculador de ganancia de trama 404 y el calculador de ganancia temporal 406 son componentes del módulo de determinación de ganancia 162 de la figura 1.

[0039] La señal de banda alta 124 (por ejemplo, la parte de banda alta de la señal de entrada 102 de la figura 1) se recibe en el módulo de análisis y codificación LP 152, y el módulo de análisis y codificación LP 152 genera los LPC de banda alta 164, como se describe con respecto a la figura 1. Los LPC de banda alta 164 se convierten en LSP en el módulo de transformada de LPC a LSP 154, y los LSP se cuantifican en el cuantificador 156 para generar parámetros de filtro de banda alta 450 (por ejemplo, LSP cuantificados).

[0040] El filtro de síntesis 402 se utiliza para emular la descodificación de la señal de banda alta basándose en la señal de excitación de banda baja 144 y los LPC de banda alta 164. Por ejemplo, la señal de excitación de banda baja 144 puede transformarse y mezclarse con una señal de ruido modulado en el generador de excitación de banda alta 160 para generar una señal de excitación de banda alta 440. La señal de excitación de banda alta 440 se proporciona como una entrada al filtro de síntesis 402, que está configurado de acuerdo con los LPC de banda alta 164 para generar una señal de banda alta sintetizada 442. Aunque el filtro de síntesis 402 que se ilustra recibe los LPC de banda alta 164, en otros modos de realización, los LSP facilitados por el módulo de transformada de LPC a LSP 154

se pueden transformar de nuevo en LPC y proporcionar al filtro de síntesis 402. De forma alternativa, la salida del cuantificador 156 se puede descuantificar, volver a transformar en LPC y proporcionar al filtro de síntesis 402, para emular con mayor precisión una reproducción de los LPC que se produce en un dispositivo receptor.

5 **[0041]** Mientras que la señal de banda alta sintetizada 442 puede compararse tradicionalmente con la señal de banda alta 124 para generar información de ganancia para información secundaria de banda alta, cuando la señal de banda alta 124 incluye un componente generador de artefactos, la información de ganancia puede usarse para atenuar el componente generador de artefactos mediante una señal de banda alta filtrada selectivamente 446.

10 **[0042]** Para ilustrar, el módulo de filtrado 166 puede estar configurado para recibir una señal de control 444 desde el módulo de detección de componentes inductores de artefactos 158. Por ejemplo, la señal de control 444 puede incluir un valor correspondiente a una separación entre LSP más pequeña detectada, y el módulo de filtrado 166 puede aplicar selectivamente un filtrado basándose en la separación entre LSP mínima detectada para generar una salida de banda alta filtrada como la señal de banda alta selectivamente filtrada 446. En otro ejemplo, el módulo de filtrado 166 puede aplicar un filtrado para generar una salida de banda alta filtrada como la señal de banda alta filtrada selectivamente 446 usando un valor de la separación entre LSP para determinar un valor del factor de ponderación γ , por ejemplo, de acuerdo con la correlación ilustrada en la figura 3. En consecuencia, una señal de banda alta filtrada selectivamente y/o adaptativamente 446 puede tener una energía de señal reducida en comparación con la señal de banda alta 124 cuando se detectan componentes de ruido generadores de artefactos en la señal de banda alta 124.

20 **[0043]** La señal de banda alta filtrada selectivamente y/o adaptativamente 446 puede compararse con la señal de banda alta sintetizada 442 y/o compararse con la señal de banda baja 122 de la figura 1 en el calculador de ganancia de trama 404. El calculador de ganancia de trama 404 puede generar información de ganancia de trama de banda alta 454 basándose en la comparación (por ejemplo, una relación codificada o cuantificada de valores de energía, como una relación de una primera energía correspondiente a la salida de banda alta filtrada a una segunda energía correspondiente a la señal de banda baja) para permitir que un receptor ajuste una ganancia de trama a fin de reproducir más fielmente la señal de banda alta filtrada 446 durante la reconstrucción de la señal de banda alta 124. Al filtrar la señal de banda alta 124 antes de determinar la información de ganancia de trama de banda alta, los efectos audibles de artefactos debidos al ruido en la señal de banda alta 124 pueden atenuarse o eliminarse.

30 **[0044]** La señal de banda alta sintetizada 442 puede también proporcionarse al calculador de ganancia temporal 406. El calculador de ganancia temporal 406 puede determinar una relación de una energía correspondiente a la señal de banda alta sintetizada y/o una energía correspondiente a la señal de banda baja 122 de la figura 1 a una energía correspondiente a la señal de banda alta filtrada 446. La relación se puede codificar (por ejemplo, cuantificar) y proporcionar como información de ganancia temporal de banda alta 452 correspondiente a unas estimaciones de ganancia de subtrama. La información de ganancia temporal de banda alta puede permitir que un receptor ajuste una ganancia de banda alta para reproducir más fielmente una relación de energía de banda alta a banda baja de una señal de audio de entrada.

40 **[0045]** Los parámetros de filtro de banda alta 450, la información de ganancia temporal de banda alta 452 y la información de ganancia de trama de banda alta 454 pueden corresponder colectivamente a la información secundaria de banda alta 172 de la figura 1. Parte de la información secundaria, como la información de ganancia de trama de banda alta 454, puede basarse al menos parcialmente en la señal filtrada 446 y al menos parcialmente en la señal de banda alta sintetizada 442. Parte de la información secundaria puede no verse afectada por el filtrado. Como se ilustra en la figura 4, la salida de banda alta filtrada del filtro 166 se puede usar solo para determinar información de ganancia. Para ilustrar, la señal 466 de banda alta filtrada selectivamente se proporciona solo al módulo 162 de determinación de ganancia de banda alta y no se proporciona al módulo de análisis y codificación LP 152 para su codificación. Como resultado, los LSP (por ejemplo, los parámetros de filtro de banda alta 450) se generan al menos parcialmente basándose en la señal de banda alta 124 y pueden no verse afectados por el filtrado.

50 **[0046]** Con referencia a la figura 5, se muestra y se designa en general por 500 un diagrama de flujo de un modo de realización particular de un procedimiento de realización de un filtrado. En un modo de realización ilustrativo, el procedimiento 500 puede realizarse en el sistema 100 de la figura 1 o el sistema 400 de la figura 4.

55 **[0047]** El procedimiento 500 puede incluir recibir una señal de audio que se va a reproducir (por ejemplo, un modelo de señal de codificación de voz), en 502. En un modo de realización particular, la señal de audio puede tener un ancho de banda de aproximadamente 50 Hz a aproximadamente 16 kHz y puede incluir voz. Por ejemplo, en la figura 1, el banco de filtros de análisis 110 puede recibir la señal de audio de entrada 102 que se va a reproducir en un receptor.

60 **[0048]** El procedimiento 500 puede incluir determinar, basándose en información espectral correspondiente a la señal de audio, que la señal de audio incluye un componente correspondiente a una condición de generación de artefactos, en 504. Puede determinarse que la señal de audio incluye el componente correspondiente a una condición de generación de artefactos como respuesta a una separación entre LSP menor que un primer umbral, tal como «THR2» en el seudocódigo correspondiente a la figura 1. Se puede determinar una separación media entre LSP basándose en la separación entre LSP asociada con la trama y al menos otra separación entre LSP asociada con al menos otra trama de la señal de audio. Se puede determinar que la señal de audio incluye el componente

correspondiente a una condición de generación de artefactos como respuesta a que la separación entre LSP es menor que un segundo umbral y al menos uno de: que la separación media entre LSP es menor que un tercer umbral o que se habilita una atenuación de ganancia correspondiente a otra trama de la señal de audio, precediendo la otra trama a la trama de la señal de audio.

5 [0049] El procedimiento 500 incluye filtrar la señal de audio, en 506. Por ejemplo, la señal de audio puede incluir una parte de banda baja y una parte de banda alta, tal como la señal de banda baja 122 y la señal de banda alta 124 de la figura 1. Filtrar la señal de audio puede incluir filtrar la parte de banda alta. La señal de audio puede filtrarse usando coeficientes de predicción lineal (LPC) adaptativa asociados con una parte de banda alta de la señal de audio para generar una salida de banda alta filtrada. Por ejemplo, los LPC pueden usarse junto con el parámetro de ponderación y como se describe con respecto a la figura 1.

10 [0050] En un ejemplo, una separación entre pares espectrales interlineal (LSP) asociada con una trama de la señal de audio puede determinarse como una menor de una pluralidad de separaciones entre LSP correspondiente a una pluralidad de LSP generados durante la codificación predictiva lineal (LPC) de la trama. El procedimiento 500 puede incluir determinar un factor de ponderación adaptativo basándose en la separación entre LSP y realizar el filtrado utilizando el factor de ponderación adaptativa. Por ejemplo, el factor de ponderación adaptativa se puede aplicar a unos coeficientes de predicción lineal de banda alta, por ejemplo, aplicando el término $(1-\gamma)^i$ a los coeficientes de predicción lineal α_i como se describe con respecto a la ecuación de filtro descrita con respecto a la figura 1.

15 [0051] El factor de ponderación adaptativa puede determinarse de acuerdo con una correlación que asocia valores de separación entre LSP con valores del factor de ponderación adaptativa, como se ilustra en la figura 3. La correlación puede ser una correlación lineal de tal forma que exista una relación lineal entre un intervalo de valores de separación entre LSP y un intervalo de valores de factor de ponderación. De forma alternativa, la correlación puede ser no lineal. La correlación puede ser estática (por ejemplo, la correlación de la figura 3 puede aplicarse en todas las condiciones operativas) o puede ser adaptativa (por ejemplo, la correlación de la figura 3 puede variar sobre la base de las condiciones operativas). Por ejemplo, la correlación puede basarse adaptativamente en al menos una frecuencia de muestreo o una frecuencia correspondiente a la condición de generación de artefactos. En otro ejemplo, la correlación puede basarse adaptativamente en una relación señal-ruido. En otro ejemplo, la correlación puede basarse adaptativamente en una ganancia de predicción después de un análisis de predicción lineal.

20 [0052] El procedimiento 500 puede incluir generar una señal codificada basándose en el filtrado para reducir un efecto audible de la condición de generación de artefactos, en 508. El procedimiento 500 termina en 510.

25 [0053] El sistema 100 de la figura 1 o el sistema 400 de la figura 4 pueden realizar el procedimiento 500. Por ejemplo, la señal de audio de entrada 102 puede recibirse en el banco de filtros de análisis 110, y la parte de banda baja y la parte de banda alta pueden generarse en el banco de filtros de análisis 110. El módulo de análisis de banda baja 130 puede generar el flujo de bits de banda baja 142 basándose en la parte de banda baja. El módulo de análisis de banda alta 150 puede generar la información secundaria de banda alta 172 basándose en al menos una de la parte de banda alta 124, la señal de excitación de banda baja 144 asociada con la parte de banda baja o la salida con filtrado de banda alta 168. El MUX 180 puede multiplexar el flujo de bits de banda baja 142 y la información secundaria de banda alta 172 para generar el flujo de bits de salida 192 correspondiente a la señal codificada.

30 [0054] Para ilustrar, la información secundaria de banda alta 172 de la figura 1 puede incluir información de ganancia de trama que se genera al menos parcialmente basándose en la salida 168 de banda alta filtrada y en la parte de banda alta, tal como se describe con respecto a la información de ganancia de trama de banda alta 454 de la figura 4. La información secundaria de banda alta 172 puede incluir además información de ganancia temporal correspondiente a unas estimaciones de ganancia de subtrama. La información de ganancia temporal puede generarse al menos parcialmente basándose en la parte de banda alta 124 y la salida de banda alta filtrada 168, tal como se describe con respecto a la información de ganancia temporal de banda alta 452 de la figura 4. La información secundaria de banda alta 172 puede incluir pares espectrales lineales (LSP) generados al menos parcialmente basándose en la parte de banda alta 124, tal como se describe con respecto a los parámetros de filtro de banda alta 450 de la figura 4.

35 [0055] En unos modos de realización particulares, el procedimiento 500 de la figura 5 puede implementarse a través de hardware (por ejemplo, un dispositivo de matriz de puertas programables *in situ* (FPGA), un circuito integrado específico de la aplicación (ASIC), etc.) de una unidad de procesamiento, tal como una unidad de procesamiento central (CPU), un procesador de señales digitales (DSP), o un controlador, a través de un dispositivo de firmware, o cualquier combinación de los mismos. En un ejemplo, un procesador que ejecuta instrucciones puede realizar el procedimiento 500 de la figura 5, como se describe con respecto a la figura 8.

40 [0056] Con referencia a la figura 6, se muestra y se designa en general por 600 un diagrama de flujo de un modo de realización particular de un procedimiento de realización de un filtrado. En un modo de realización ilustrativo, el procedimiento 600 puede realizarse en el sistema 100 de la figura 1 o el sistema 400 de la figura 4.

45 [0057] Una separación entre pares espectrales interlineal (LSP) asociada con una trama de una señal de audio se compara con al menos un umbral, en 602, y la señal de audio se puede filtrar basándose al menos parcialmente en

un resultado de la comparación, en 604. Aunque comparar la separación entre LSP con al menos un umbral puede indicar la presencia de un componente generador de artefactos en la señal de audio, la comparación no necesita indicar, detectar ni requerir la presencia real de un componente generador de artefactos. Por ejemplo, puede establecerse que uno o más umbrales usados en la comparación proporcionan una mayor probabilidad de que el control de ganancia se realice cuando un componente generador de artefactos está presente en la señal de audio, mientras que también proporcionan una mayor probabilidad de que se realice un filtrado sin ningún componente generador de artefactos presente en la señal de audio (por ejemplo, un «falso positivo»). Por tanto, el procedimiento 600 puede realizar un filtrado sin determinar si un componente generador de artefactos está presente en la señal de audio.

[0058] Una separación entre pares espectrales interlineal (LSP) asociada con una trama de la señal de audio se puede determinar como una más pequeña de una pluralidad de separaciones entre LSP correspondiente a una pluralidad de LSP generados durante una codificación predictiva lineal (LPC) de la trama. La señal de audio se puede filtrar como respuesta a que la separación entre LSP es menor que un primer umbral. En otro ejemplo, la señal de audio se puede filtrar como respuesta a que la separación entre LSP es menor que un segundo umbral y al menos uno de: que una separación media entre LSP es menor que un tercer umbral, basándose la separación media entre LSP en la separación entre LSP asociada con la trama y al menos otra separación entre LSP asociada con al menos otra trama de la señal de audio, o que se habilita un filtrado correspondiente a otra trama de la señal de audio, precediendo la otra trama a la trama de la señal de audio.

[0059] Filtrar la señal de audio puede incluir filtrar la señal de audio usando coeficientes de predicción lineal adaptativa (LPC) asociados con una parte de banda alta de la señal de audio para generar una salida de banda alta filtrada. El filtrado se puede realizar usando un factor de ponderación adaptativa. Por ejemplo, el factor de ponderación adaptativa puede determinarse basándose en la separación entre LSP, como el factor de ponderación adaptativa y descrito con respecto a la figura 3. Para ilustrar, el factor de ponderación adaptativa puede determinarse de acuerdo con una correlación que asocia valores de separación entre LSP a valores del factor de ponderación adaptativa. El filtrado de la señal de audio puede incluir aplicar el factor de ponderación adaptativa a los coeficientes de predicción lineal de banda alta, por ejemplo, aplicando el término $(1-\gamma)^i$ a los coeficientes de predicción lineal α_i como se describe con respecto a la ecuación de filtro de la figura 1.

[0060] En unos modos de realización particulares, el procedimiento 600 de la figura 6 puede implementarse a través de hardware (por ejemplo, un dispositivo de matriz de puertas programables *in situ* (FPGA), un circuito integrado específico de la aplicación (ASIC), etc.) de una unidad de procesamiento, tal como una unidad de procesamiento central (CPU), un procesador de señales digitales (DSP), o un controlador, a través de un dispositivo de firmware, o cualquier combinación de los mismos. En un ejemplo, un procesador que ejecuta instrucciones puede realizar el procedimiento 600 de la figura 6, como se describe con respecto a la figura 8.

[0061] Con referencia a la figura 7, se muestra y se designa en general por 700 un diagrama de flujo de otro modo de realización particular de un procedimiento de realización de un filtrado. En un modo de realización ilustrativo, el procedimiento 700 puede realizarse en el sistema 100 de la figura 1 o el sistema 400 de la figura 4.

[0062] El procedimiento 700 puede incluir determinar una separación entre LSP asociada con una trama de una señal de audio, en 702. La separación entre LSP puede ser la más pequeña de una pluralidad de separaciones entre LSP correspondiente a una pluralidad de LSP generados durante una codificación predictiva lineal de la trama. Por ejemplo, la separación entre LSP se puede determinar como se ilustra con referencia a la variable «lsp_spacing» en el seudocódigo correspondiente a la figura 1.

[0063] El procedimiento 700 también puede incluir determinar una separación media entre LSP basándose en la separación entre LSP asociada con la trama y al menos otra separación entre LSP asociada con al menos otra trama de la señal de audio, en 704. Por ejemplo, la separación media entre LSP puede determinarse como se ilustra con referencia a la variable «Average_lsp_shb_spacing» del seudocódigo correspondiente a la figura 1.

[0064] El procedimiento 700 puede incluir determinar si la separación entre LSP es menor que un primer umbral, en 706. Por ejemplo, en el seudocódigo de la figura 1, el primer umbral puede ser «THR2» = 0,0032. Cuando la separación entre LSP es menor que el primer umbral, el procedimiento 700 puede incluir habilitar un filtrado, en 708, y puede terminar, en 714.

[0065] Cuando la separación entre LSP no es menor que el primer umbral, el procedimiento 700 puede incluir determinar si la separación entre LSP es menor que un segundo umbral, en 710. Por ejemplo, en el seudocódigo de la figura 1, el segundo umbral puede ser «THR1» = 0,008. Cuando la separación entre LSP no es menor que el segundo umbral, el procedimiento 700 puede terminar, en 714. Cuando la separación entre LSP es menor que el segundo umbral, el procedimiento 700 puede incluir determinar si la separación media entre LSP es menor que un tercer umbral, o si la trama representa (o está asociada de alguna manera con) una transición de modo, o si se ha realizado un filtrado para una trama anterior, en 712. Por ejemplo, en el seudocódigo de la figura 1, el tercer umbral puede ser «THR3» = 0,005. Cuando la separación media entre LSP es menor que el tercer umbral, o si la trama representa una transición de modo, o si se ha realizado un filtrado de una trama anterior, el procedimiento 700 habilita

un filtrado, en 708, y a continuación termina, en 714. Cuando la separación media entre LSP no es menor que el tercer umbral y la trama no representa una transición de modo y no se realiza un filtrado para una trama anterior, el procedimiento 700 termina, en 714.

5 **[0066]** En unos modos de realización particulares, el procedimiento 700 de la figura 7 puede implementarse a través de hardware (por ejemplo, un dispositivo de matriz de puertas programables *in situ* (FPGA), un circuito integrado específico de la aplicación (ASIC), etc.) de una unidad de procesamiento, tal como una unidad de procesamiento central (CPU), un procesador de señales digitales (DSP), o un controlador, a través de un dispositivo de firmware, o cualquier combinación de los mismos. En un ejemplo, un procesador que ejecuta instrucciones puede realizar el procedimiento 700 de la figura 7, como se describe con respecto a la figura 8.

10 **[0067]** Con referencia a la figura 8, se representa y se designa en general por 800 un diagrama de bloques de un modo de realización ilustrativo particular de un dispositivo de comunicación inalámbrica. El dispositivo 800 incluye un procesador 810 (por ejemplo, una unidad central de procesamiento (CPU), un procesador de señales digitales (DSP), etc.), acoplado a una memoria 832. La memoria 832 puede incluir instrucciones 860 ejecutables por el procesador 810 y/o un codificador/descodificador (CÓDEC) 834, para realizar unos procedimientos y procesos divulgados en el presente documento, tales como los procedimientos de las figuras 5-7.

15 **[0068]** El CÓDEC 834 puede incluir un sistema de filtrado 874. En un modo de realización particular, el sistema de filtrado 874 puede incluir uno o más componentes del sistema 100 de la figura 1. Un procesador que ejecuta instrucciones para realizar una o más tareas, o una combinación de las mismas, puede implementar el sistema de filtrado 874 a través de hardware dedicado (por ejemplo, unos circuitos). En un ejemplo, la memoria 832 o una memoria del CÓDEC 834 puede ser un dispositivo de memoria, tal como una memoria de acceso aleatorio (RAM), una memoria de acceso aleatorio magnetorresistiva (MRAM), una MRAM por transferencia de par de espín (STT-MRAM), una memoria flash, una memoria de solo lectura (ROM), una memoria de solo lectura programable (PROM), una memoria de solo lectura programable y borrable (EPROM), una memoria de solo lectura programable y borrable eléctricamente (EEPROM), unos registros, un disco duro, un disco extraíble o una memoria de solo lectura de disco compacto (CD-ROM). El dispositivo de memoria puede incluir instrucciones (por ejemplo, las instrucciones 860) que, cuando son ejecutadas por un ordenador (por ejemplo, un procesador del CÓDEC 834 y/o el procesador 810), hacen que el ordenador determine, basándose en información espectral correspondiente a una señal de audio, que la señal de audio incluye un componente correspondiente a una condición de generación de artefactos, filtre la señal de audio y genere una señal codificada basándose en el filtrado. En un ejemplo, la memoria 832, o una memoria del CÓDEC 834, puede ser un medio legible por ordenador no transitorio que incluye instrucciones (por ejemplo, las instrucciones 860) que, cuando son ejecutadas por un ordenador (por ejemplo, un procesador del CÓDEC 834 y/o el procesador 810), hacen que el ordenador compare una separación entre pares espectrales interlineal (LSP) asociada con una trama de una señal de audio con al menos un umbral y filtre la señal de audio basándose al menos parcialmente en la comparación.

20 **[0069]** La figura 8 también muestra un controlador de pantalla 826 que está acoplado al procesador 810 y a una pantalla 828. El CÓDEC 834 puede estar acoplado al conector 810, tal como se muestra. Un altavoz 836 y un micrófono 838 pueden estar acoplados al CÓDEC 834. Por ejemplo, el micrófono 838 puede generar la señal de audio de entrada 102 de la figura 1, y el CÓDEC 834 puede generar el flujo de bits de salida 192 para su transmisión a un receptor basándose en la señal de audio de entrada 102. En otro ejemplo, el altavoz 836 puede usarse para facilitar una señal reconstruida por el CÓDEC 834 a partir del flujo de bits de salida 192 de la figura 1, donde el flujo de bits de salida 192 se recibe desde un transmisor. La figura 8 también indica que un controlador inalámbrico 840 se puede acoplar al procesador 810 y a una antena inalámbrica 842.

25 **[0070]** En un modo de realización particular, el procesador 810, el controlador de pantalla 826, la memoria 832, el CÓDEC 834 y el controlador inalámbrico 840 están incluidos en un dispositivo de sistema en paquete o sistema en chip (por ejemplo, un módem de estación móvil (MSM)) 822. En un modo de realización particular, un dispositivo de entrada 830, tal como una pantalla táctil y/o un teclado, y una fuente de alimentación 844, están acoplados al dispositivo de sistema en chip 822. Además, en un modo de realización particular, ilustrado en la figura 8, la pantalla 828, el dispositivo de entrada 830, el altavoz 836, el micrófono 838, la antena inalámbrica 842 y la fuente de alimentación 844 son externos al dispositivo de sistema en chip 822. Sin embargo, cada uno de la pantalla 828, el dispositivo de entrada 830, el altavoz 836, el micrófono 838, la antena inalámbrica 842 y la fuente de alimentación 844 se puede acoplar a un componente del dispositivo de sistema en chip 822, tal como una interfaz o un controlador.

30 **[0071]** Junto con los modos de realización descritos, se divulga un aparato que incluye medios para determinar, basándose en información espectral correspondiente a una señal de audio, que la señal de audio incluye un componente correspondiente a una condición de generación de artefactos. Por ejemplo, los medios para determinar pueden incluir el módulo de detección de componentes inductores de artefactos 158 de la figura 1 o la figura 4, el sistema de filtrado 874 de la figura 8 o un componente del mismo, uno o más dispositivos configurados para determinar que una señal de audio incluye dicho componente (por ejemplo, un procesador que ejecuta instrucciones en un medio de almacenamiento legible por ordenador no transitorio), o cualquier combinación de los mismos.

65

- 5 **[0072]** El aparato también puede incluir medios para filtrar la señal de audio como respuesta a los medios para determinar. Por ejemplo, los medios para filtrar pueden incluir el módulo de filtrado 168 de la figura 1 o la figura 4, el sistema de filtrado 874 de la figura 8, o un componente del mismo, uno o más dispositivos configurados para filtrar una señal (por ejemplo, un procesador que ejecuta instrucciones en un medio de almacenamiento legible por ordenador no transitorio), o cualquier combinación de los mismos.
- 10 **[0073]** El aparato también puede incluir medios para generar una señal codificada basándose en la señal de audio filtrada para reducir un efecto audible de la condición de generación de artefactos. Por ejemplo, los medios para generar pueden incluir el módulo de análisis de banda alta 150 de la figura 1, o más componentes del sistema 400 de la figura 4, el sistema de filtrado 874 de la figura 8, o uno de los componentes del mismo, uno o más dispositivos configurados para generar una señal codificada basándose en la señal de audio filtrada (por ejemplo, un procesador que ejecuta instrucciones en un medio de almacenamiento legible por ordenador no transitorio), o cualquier combinación de los mismos.
- 15 **[0074]** Los expertos en la materia apreciarían además que los diversos bloques lógicos, configuraciones, módulos, circuitos y etapas de algoritmo ilustrativos descritos en relación con los modos de realización divulgados en el presente documento se pueden implementar como hardware electrónico, software informático ejecutado por un dispositivo de procesamiento, tal como un procesador de hardware, o combinaciones de los mismos. Hasta aquí se han descrito diversos componentes, bloques, configuraciones, módulos, circuitos y etapas ilustrativos, en general, desde el punto de vista de su funcionalidad. Que dicha funcionalidad se implemente como hardware o software ejecutable depende de la aplicación particular y de las restricciones de diseño impuestas al sistema global. Los expertos en la materia pueden implementar la funcionalidad descrita de distintas maneras para cada aplicación particular, pero no se debería interpretar que dichas decisiones de implementación suponen apartarse del alcance de la presente divulgación.
- 20 **[0075]** Las etapas de un procedimiento o algoritmo descritas en relación con los modos de realización divulgados en el presente documento se pueden incorporar directamente en hardware, en un módulo de software ejecutado por un procesador o en una combinación de ambos. Un módulo de software puede residir en un dispositivo de memoria, tal como una memoria de acceso aleatorio (RAM), una memoria de acceso aleatorio magnetorresistiva (MRAM), una MRAM de transferencia de par de espín (STT-MRAM), una memoria flash, una memoria de solo lectura (ROM), una memoria de solo lectura programable (PROM), una memoria de solo lectura programable y borrable (EPROM), una memoria de solo lectura programable y borrable eléctricamente (EEPROM), unos registros, un disco duro, un disco extraíble o una memoria de solo lectura de disco compacto (CD-ROM). Un dispositivo de memoria a modo de ejemplo está acoplado al procesador de tal manera que el procesador puede leer información de, y escribir información en, el dispositivo de memoria. De forma alternativa, el dispositivo de memoria puede estar integrado en el procesador. El procesador y el medio de almacenamiento pueden residir en un circuito integrado específico de la aplicación (ASIC). El ASIC puede residir en un dispositivo informático o en un terminal de usuario. De forma alternativa, el procesador y el medio de almacenamiento pueden residir como componentes discretos en un dispositivo informático o en un terminal de usuario.
- 25 **[0076]** La descripción anterior de los modos de realización divulgados se proporciona para permitir a un experto en la materia crear o usar los modos de realización divulgados. Diversas modificaciones de estos modos de realización resultarán muy evidentes a los expertos en la materia, pudiéndose aplicar los principios definidos en el presente documento a otros modos de realización sin apartarse del alcance de la divulgación. Por tanto, la presente divulgación no pretende limitarse a los modos de realización mostrados en el presente documento, sino que se le ha de conceder el alcance más amplio posible compatible con los principios y características novedosas, según lo definido en las reivindicaciones siguientes.
- 30 **[0075]** Las etapas de un procedimiento o algoritmo descritas en relación con los modos de realización divulgados en el presente documento se pueden incorporar directamente en hardware, en un módulo de software ejecutado por un procesador o en una combinación de ambos. Un módulo de software puede residir en un dispositivo de memoria, tal como una memoria de acceso aleatorio (RAM), una memoria de acceso aleatorio magnetorresistiva (MRAM), una MRAM de transferencia de par de espín (STT-MRAM), una memoria flash, una memoria de solo lectura (ROM), una memoria de solo lectura programable (PROM), una memoria de solo lectura programable y borrable (EPROM), una memoria de solo lectura programable y borrable eléctricamente (EEPROM), unos registros, un disco duro, un disco extraíble o una memoria de solo lectura de disco compacto (CD-ROM). Un dispositivo de memoria a modo de ejemplo está acoplado al procesador de tal manera que el procesador puede leer información de, y escribir información en, el dispositivo de memoria. De forma alternativa, el dispositivo de memoria puede estar integrado en el procesador. El procesador y el medio de almacenamiento pueden residir en un circuito integrado específico de la aplicación (ASIC). El ASIC puede residir en un dispositivo informático o en un terminal de usuario. De forma alternativa, el procesador y el medio de almacenamiento pueden residir como componentes discretos en un dispositivo informático o en un terminal de usuario.
- 35 **[0075]** Las etapas de un procedimiento o algoritmo descritas en relación con los modos de realización divulgados en el presente documento se pueden incorporar directamente en hardware, en un módulo de software ejecutado por un procesador o en una combinación de ambos. Un módulo de software puede residir en un dispositivo de memoria, tal como una memoria de acceso aleatorio (RAM), una memoria de acceso aleatorio magnetorresistiva (MRAM), una MRAM de transferencia de par de espín (STT-MRAM), una memoria flash, una memoria de solo lectura (ROM), una memoria de solo lectura programable (PROM), una memoria de solo lectura programable y borrable (EPROM), una memoria de solo lectura programable y borrable eléctricamente (EEPROM), unos registros, un disco duro, un disco extraíble o una memoria de solo lectura de disco compacto (CD-ROM). Un dispositivo de memoria a modo de ejemplo está acoplado al procesador de tal manera que el procesador puede leer información de, y escribir información en, el dispositivo de memoria. De forma alternativa, el dispositivo de memoria puede estar integrado en el procesador. El procesador y el medio de almacenamiento pueden residir en un circuito integrado específico de la aplicación (ASIC). El ASIC puede residir en un dispositivo informático o en un terminal de usuario. De forma alternativa, el procesador y el medio de almacenamiento pueden residir como componentes discretos en un dispositivo informático o en un terminal de usuario.
- 40 **[0076]** La descripción anterior de los modos de realización divulgados se proporciona para permitir a un experto en la materia crear o usar los modos de realización divulgados. Diversas modificaciones de estos modos de realización resultarán muy evidentes a los expertos en la materia, pudiéndose aplicar los principios definidos en el presente documento a otros modos de realización sin apartarse del alcance de la divulgación. Por tanto, la presente divulgación no pretende limitarse a los modos de realización mostrados en el presente documento, sino que se le ha de conceder el alcance más amplio posible compatible con los principios y características novedosas, según lo definido en las reivindicaciones siguientes.
- 45 **[0076]** La descripción anterior de los modos de realización divulgados se proporciona para permitir a un experto en la materia crear o usar los modos de realización divulgados. Diversas modificaciones de estos modos de realización resultarán muy evidentes a los expertos en la materia, pudiéndose aplicar los principios definidos en el presente documento a otros modos de realización sin apartarse del alcance de la divulgación. Por tanto, la presente divulgación no pretende limitarse a los modos de realización mostrados en el presente documento, sino que se le ha de conceder el alcance más amplio posible compatible con los principios y características novedosas, según lo definido en las reivindicaciones siguientes.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento que comprende:
 - 5 determinar, basándose en información espectral correspondiente a una señal de audio que incluye una parte de banda baja y una parte de banda alta, que la señal de audio incluye un componente correspondiente a una condición de generación de artefactos;
 - 10 filtrar la parte de banda alta de la señal de audio para generar una salida de banda alta filtrada basándose en una separación entre pares espectrales interlineal (LSP) asociada con la parte de banda alta de la señal de audio; y
 - 15 generar una señal codificada, en el que generar la señal codificada incluye determinar información de ganancia basándose en una relación de una primera energía correspondiente a la salida de banda alta filtrada a una segunda energía correspondiente a una señal de banda alta sintetizada generada basándose en la parte de banda baja y una señal de ruido modulado o la parte de banda baja para reducir un efecto audible de la condición de generación de artefactos.
2. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que filtrar la parte de banda alta de la señal de audio comprende filtrar la parte de banda alta usando coeficientes de predicción lineal (LPC) asociados con la parte de banda alta de la señal de audio para generar una salida de banda alta con filtrado LPC.
3. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además determinar una separación entre LSP asociada con una trama de la señal de audio.
4. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 3, en el que la separación entre LSP asociada con la trama es una más pequeña de una pluralidad de separaciones entre LSP correspondientes a una pluralidad de LSP generados durante una codificación predictiva lineal (LPC) de la trama.
5. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 3, en el que el filtrado se realiza usando un factor de ponderación adaptativa, el procedimiento que comprende además determinar el factor de ponderación adaptativa basándose en la separación entre LSP asociada con la trama, en el que filtrar la parte de banda alta de la señal de audio puede incluir aplicar el factor de ponderación adaptativa a unos coeficientes de predicción lineal de banda alta.
6. El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 5, en el que la correlación es una de:
 - una correlación lineal;
 - una basada adaptativamente en al menos una de una frecuencia de muestreo o una frecuencia correspondiente a la condición de generación de artefactos,
 - una relación señal-ruido o una ganancia de predicción después de un análisis de predicción lineal.
7. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 3, en el que se determina que la señal de audio incluye el componente como respuesta a que la separación entre LSP asociada con la trama es menor que un primer umbral.
8. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 3, que comprende además determinar una separación media entre LSP basándose en la separación entre LSP asociada con la trama y al menos otra separación entre LSP asociada con al menos otra trama de la señal de audio.
9. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 7, que comprende además determinar la separación entre LSP asociada con la trama, en el que la separación entre LSP asociada con la trama es una más pequeña de una pluralidad de separaciones entre LSP correspondiente a una pluralidad de LSP generados durante una codificación predictiva lineal (LPC) de la trama.
10. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 9, en el que la parte de banda alta de la señal de audio se filtra como respuesta a que la separación entre LSP asociada con la trama es:
 - menor que un primer umbral, o
 - menor que un segundo umbral y al menos uno de:

una separación media entre LSP que es menor que un tercer umbral, basándose la separación media entre LSP en la separación entre LSP asociada con la trama y al menos otra separación entre LSP asociada con al menos una otra trama de la señal de audio; o

5 que se habilita un filtrado de banda alta correspondiente a otra trama de la señal de audio, precediendo la otra trama a la trama de la señal de audio.

11. Un aparato que comprende:

10 medios para determinar, basándose en información espectral correspondiente a una señal de audio que incluye una parte de banda baja y una parte de banda alta, que la señal de audio incluye un componente correspondiente a una condición de generación de artefactos;

15 medios para filtrar una parte de banda alta de la señal de audio para generar una salida de banda alta filtrada basándose en una separación entre pares espectrales interlineal (LSP) asociada con la parte de banda alta de la señal de audio; y

20 medios para generar una señal codificada, en el que los medios para generar la señal codificada incluyen medios para determinar información de ganancia basándose en una relación de una primera energía correspondiente a la salida de banda alta filtrada a una segunda energía correspondiente a la parte de banda baja para reducir un efecto audible de la condición de generación de artefactos.

12. Un medio legible por ordenador no transitorio que comprende instrucciones que, cuando son ejecutadas por un ordenador, hacen que el ordenador realice el procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10.

25

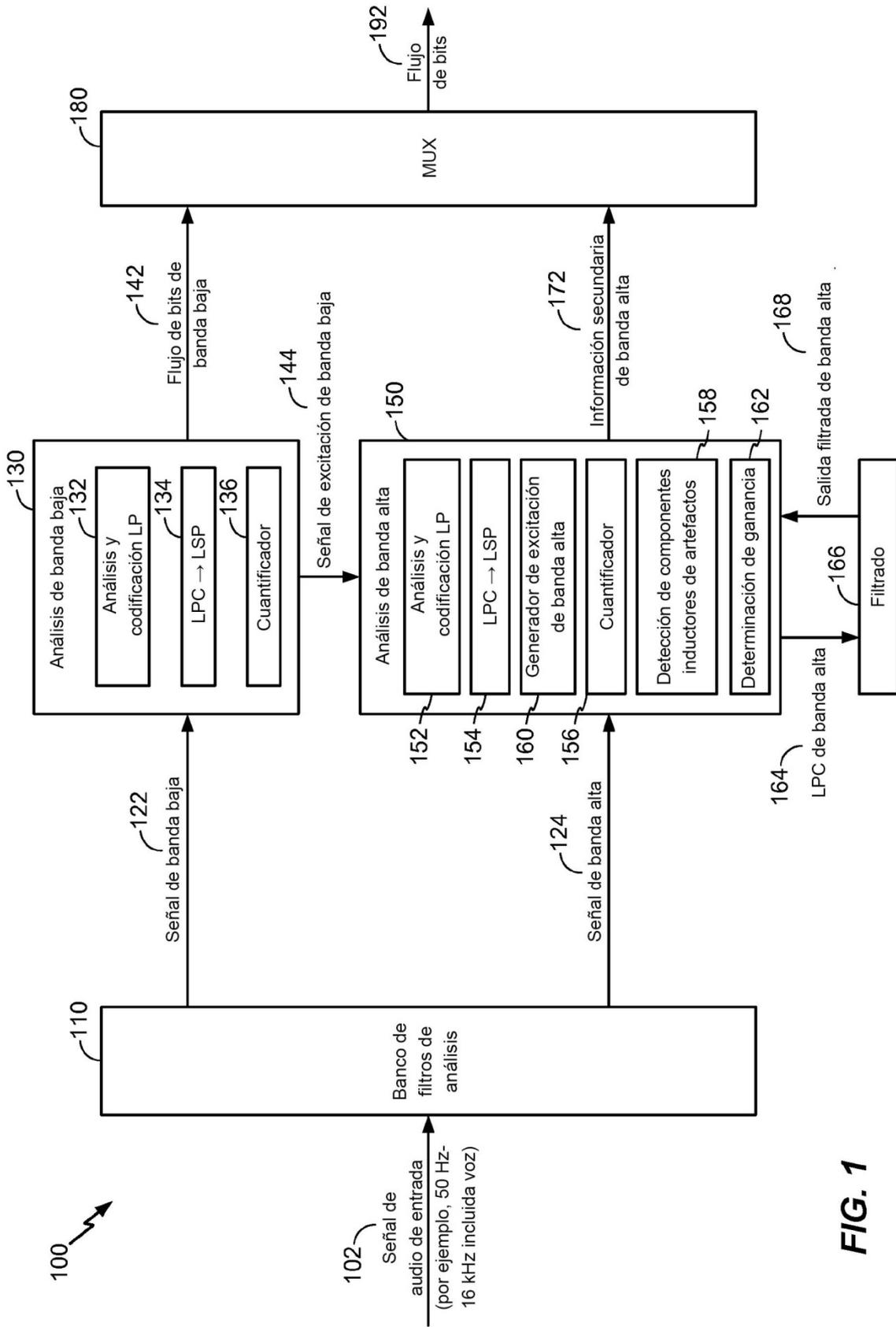


FIG. 1

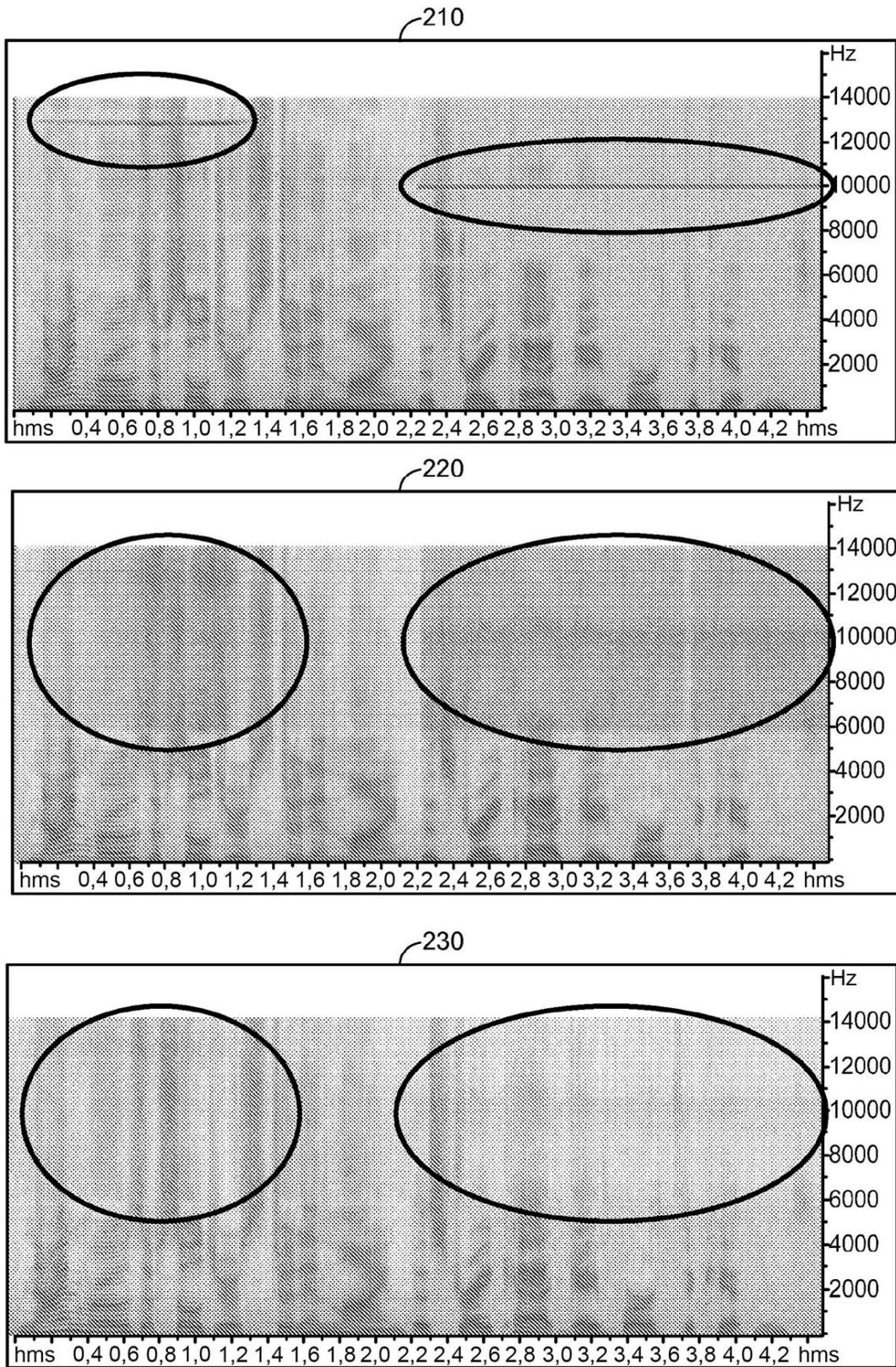


FIG. 2

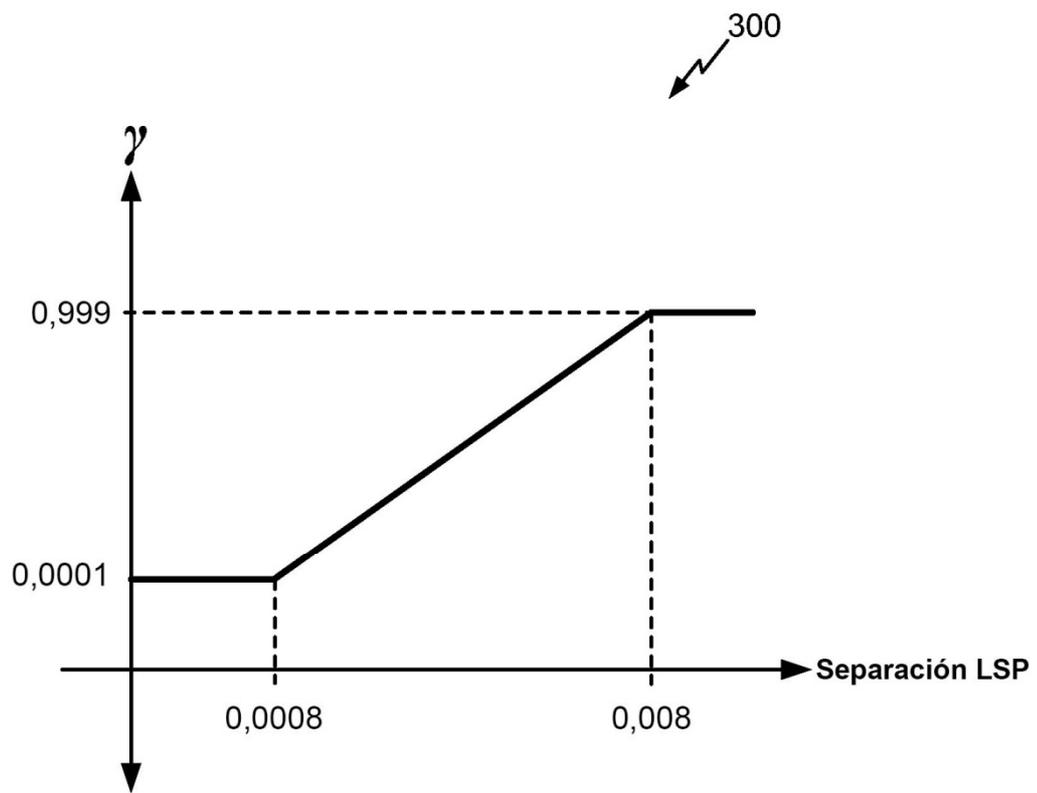


FIG. 3

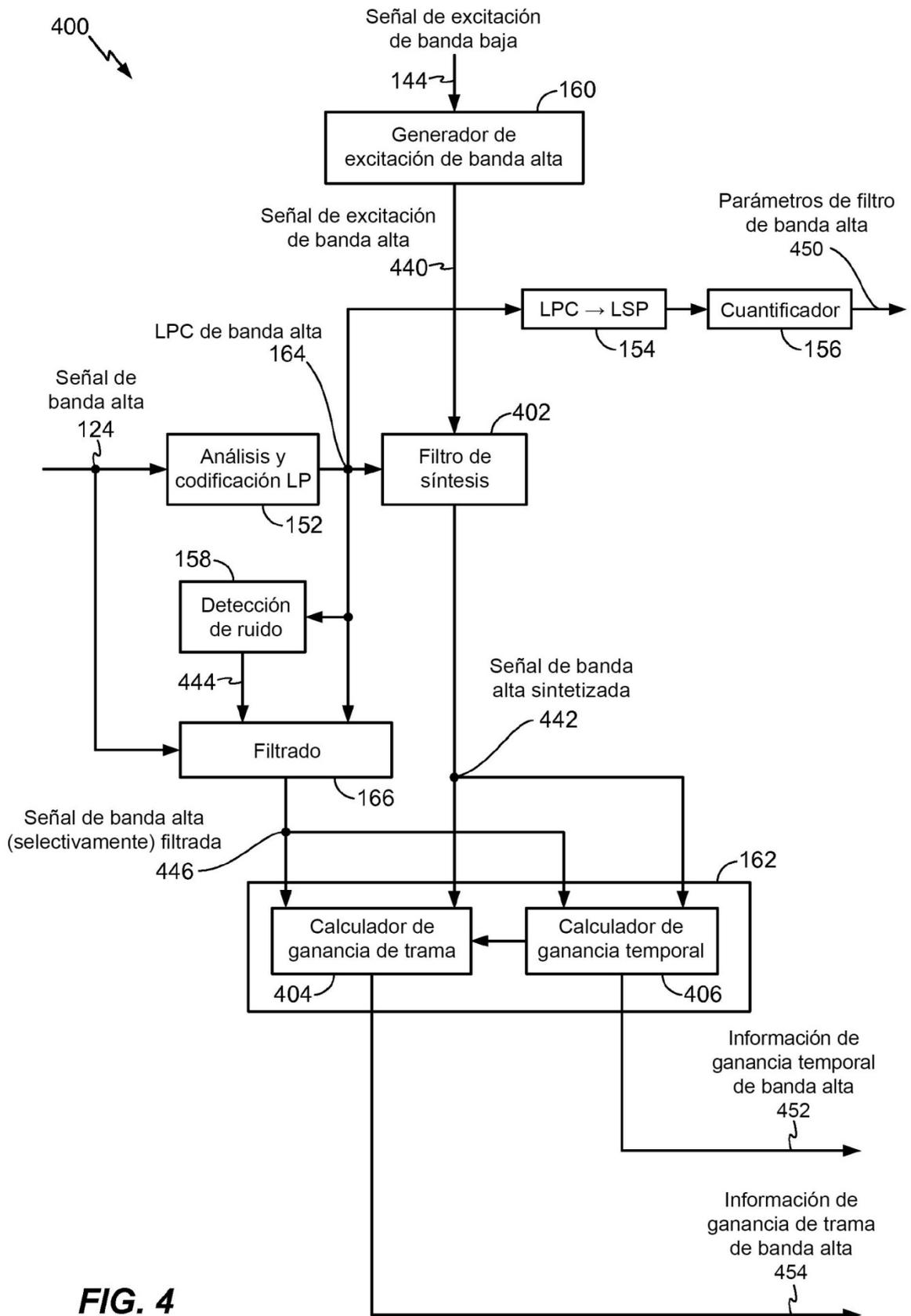


FIG. 4

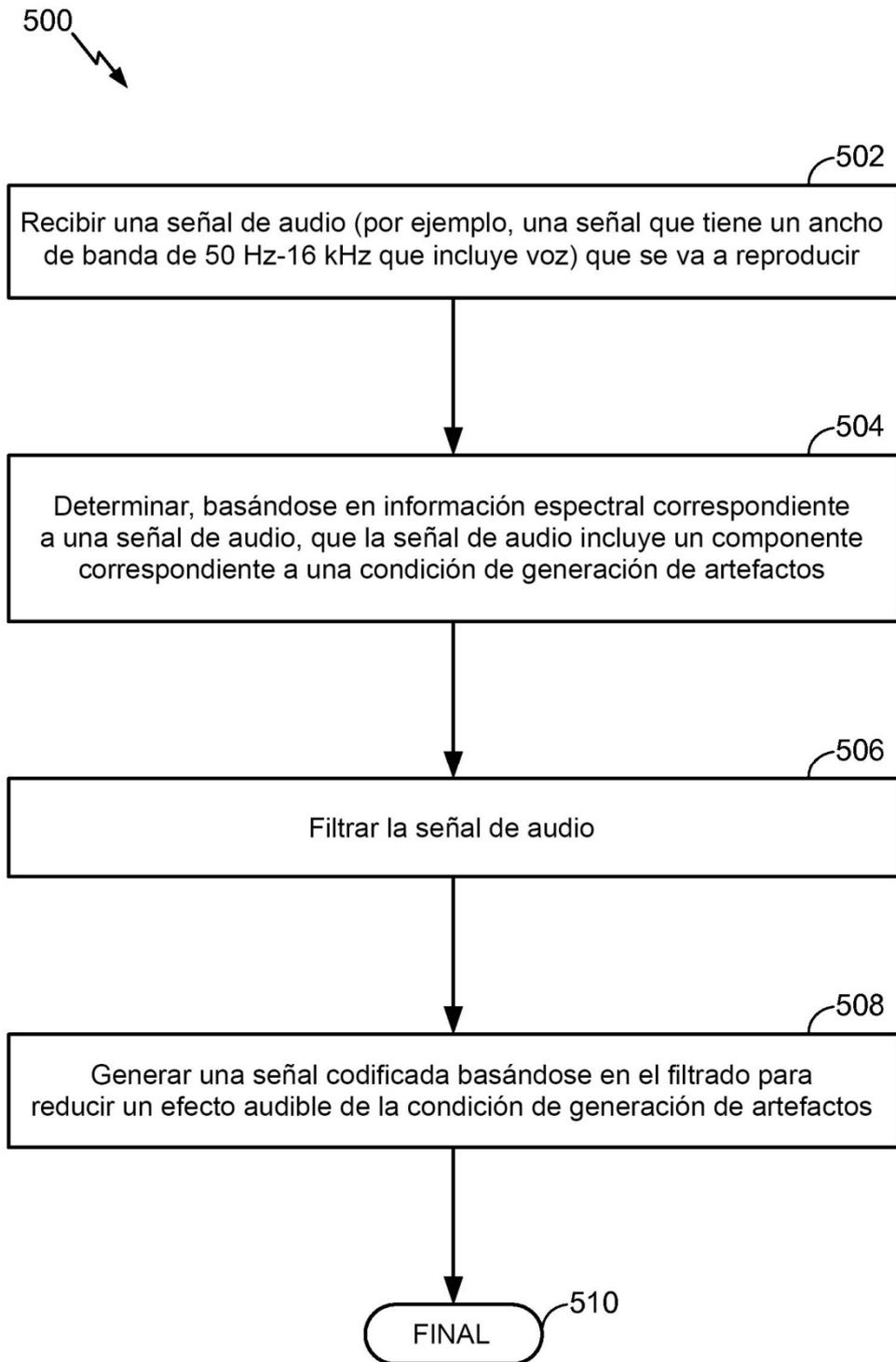


FIG. 5

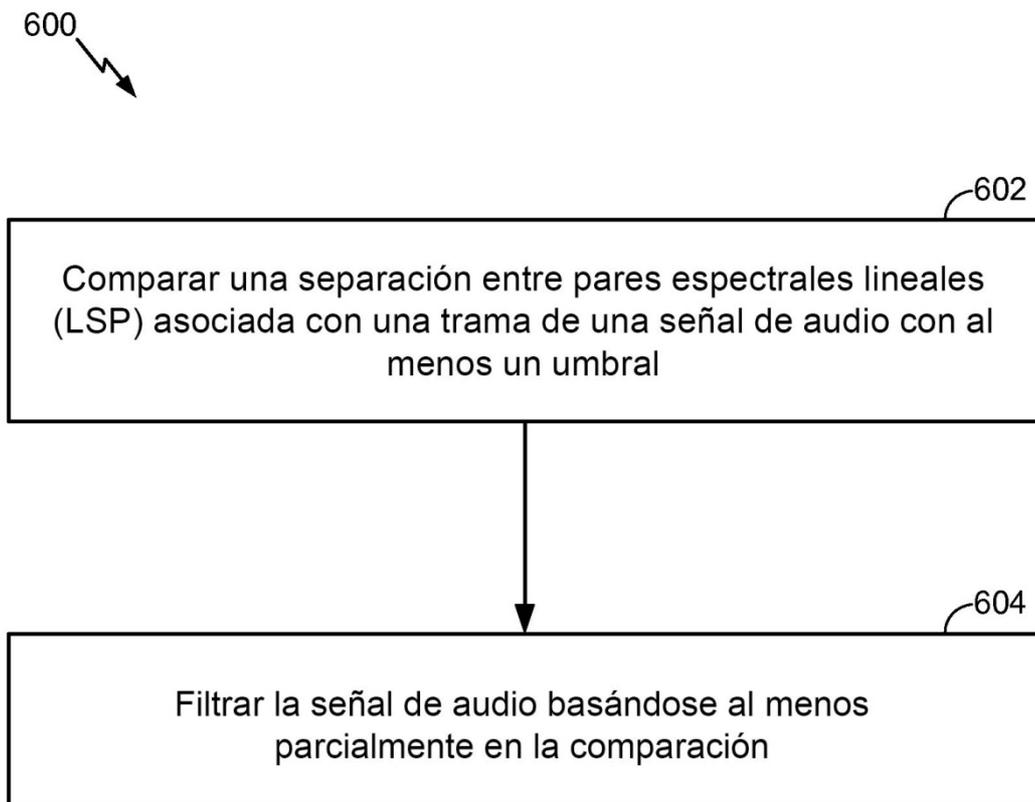


FIG. 6

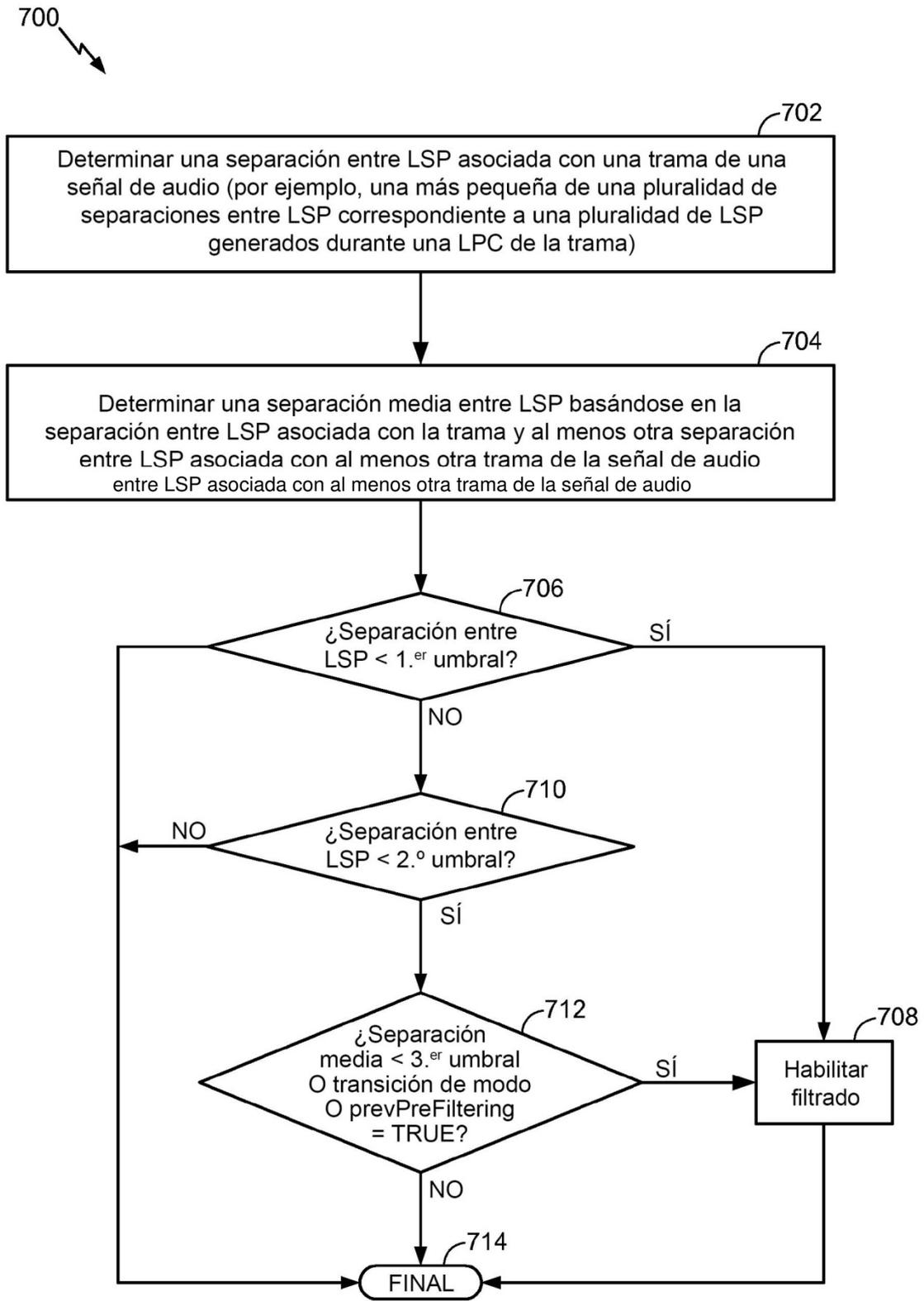


FIG. 7

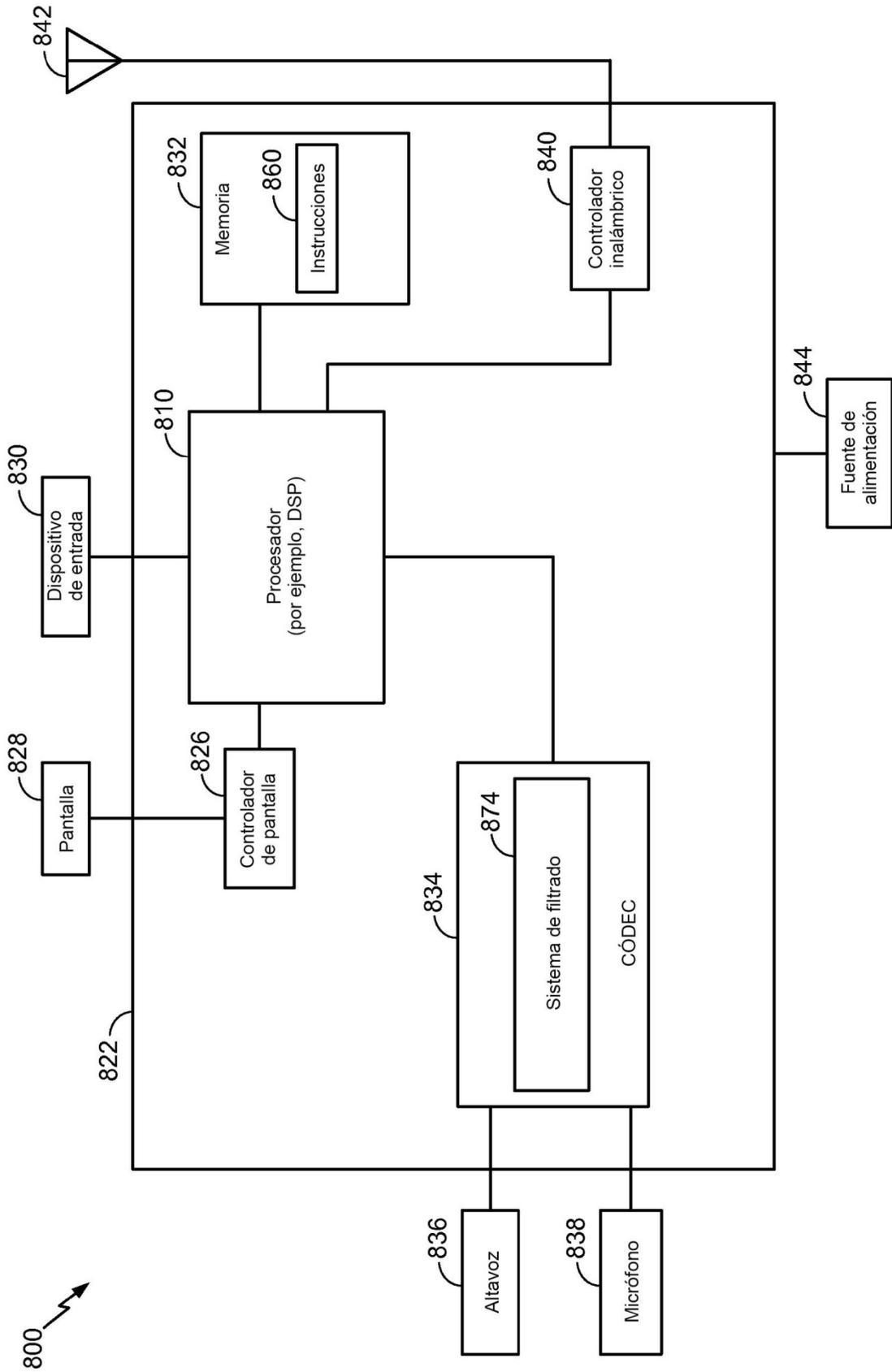


FIG. 8