

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 690 096**

51 Int. Cl.:

G10L 19/04 (2013.01)

G10L 21/038 (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.06.2015 PCT/US2015/038120**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **30.12.2015 WO15200859**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.06.2015 E 15734039 (9)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.07.2018 EP 3161822**

54 Título: **Codificación de señal de banda alta usando intervalos de frecuencias no coincidentes**

30 Prioridad:

26.06.2014 US 201462017753 P
25.06.2015 US 201514750784

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
19.11.2018

73 Titular/es:

QUALCOMM INCORPORATED (100.0%)
International IP Administration, 5775 Morehouse
Drive
San Diego, California 92121-1714, US

72 Inventor/es:

ATTI, VENKATRAMAN S. y
KRISHNAN, VENKATESH

74 Agente/Representante:

FORTEA LAGUNA, Juan José

ES 2 690 096 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

Codificación de señal de banda alta usando intervalos de frecuencias no coincidentes

5 **I. Reivindicación de prioridad**

10 **[0001]** La presente solicitud reivindica la prioridad de la solicitud de patente estadounidense N° 14/750,784, presentada el 25 de junio de 2015, y la solicitud de patente provisional estadounidense N° 62/017,753, presentada el 26 de junio de 2014, ambas tituladas "HIGH-BAND SIGNAL CODING USING MISMATCHED FREQUENCY RANGES" ["CODIFICACIÓN DE SEÑAL DE BANDA ALTA QUE USA INTERVALOS DE FRECUENCIAS NO COINCIDENTES"].

II. Campo

15 **[0002]** La presente divulgación se refiere en general al procesamiento de señales.

III. Descripción de la técnica relacionada

20 **[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, incluyendo dispositivos informáticos inalámbricos, tales como teléfonos inalámbricos portátiles, asistentes digitales personales (PDA) y dispositivos de radiobúsqueda que son pequeños, ligeros y que se transportan fácilmente por los usuarios. Más específicamente, los teléfonos inalámbricos portátiles, tales como los teléfonos celulares y los teléfonos de protocolo de Internet (IP), pueden comunicar paquetes de voz y de datos por 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.

30 **[0004]** La transmisión de voz por técnicas digitales está extendida, en particular en aplicaciones radiotelefónicas de larga distancia y digitales. Puede haber interés en determinar la menor cantidad de información que se puede enviar a través de un canal manteniendo a la vez una calidad percibida de voz reconstruida. Si la voz se transmite por muestreo y digitalización, se puede usar una velocidad de transferencia de datos del orden de sesenta y cuatro kilobits por segundo (kbps) para lograr una calidad de voz de un teléfono analógico. Mediante el uso del análisis de la voz, seguido de la codificación, de la transmisión y de la resíntesis en un receptor, se puede lograr una reducción significativa en la velocidad de transferencia de datos.

35 **[0005]** Los dispositivos para comprimir la voz pueden tener uso en muchos campos de las comunicaciones. Un campo a modo de ejemplo son las comunicaciones inalámbricas. El campo de las comunicaciones inalámbricas tiene muchas aplicaciones, incluyendo, por ejemplo, teléfonos sin cable, radiobúsqueda, bucles locales inalámbricos, telefonía inalámbrica, tal como sistemas telefónicos de servicio de comunicación personal y celulares (PCS), telefonía IP móvil y sistemas de comunicación satelital. Una aplicación particular es la telefonía inalámbrica para abonados móviles.

45 **[0006]** Se han desarrollado diversas interfaces aéreas para sistemas de comunicación inalámbrica, incluyendo, por ejemplo, acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA), acceso múltiple por división de tiempo (TDMA), acceso múltiple por división de código (CDMA) y CDMA simultáneo con división de tiempo (TD-SCDMA). En relación con eso, se han establecido diversas normas nacionales e internacionales, incluyendo, por ejemplo, el servicio telefónico móvil avanzado (AMPS), el sistema global para las comunicaciones móviles (GSM) y la norma transitoria 95 (IS-95). Un sistema de comunicación de telefonía inalámbrica a modo de ejemplo es un sistema CDMA. La norma IS-95 y sus derivados, IS-95A, ANSI J-STD-008 e IS-95B (a los que se hace referencia en el presente documento como IS-95), se promulgan por la Asociación de la Industria de las Telecomunicaciones (TIA) y por otros conocidos organismos de normalización para especificar el uso de una interfaz aérea CDMA para sistemas de comunicación de telefonía celular o PCS.

55 **[0007]** Posteriormente, la norma IS-95 se convirtió en sistemas "3G", como cdma2000 y WCDMA, que proporcionan más capacidad y servicios de paquetes de datos de alta velocidad. Se presentan dos variaciones de cdma2000 por los documentos IS-2000 (cdma2000 1xRTT) e IS-856 (cdma2000 1xEV-DO), que se presentan por la TIA. El sistema de comunicación cdma2000 1xRTT ofrece una velocidad de transferencia de datos máxima de 153 kbps, mientras que el sistema de comunicación cdma2000 1xEV-DO define un conjunto de velocidades de transferencia de datos, que varían de 38,4 kbps a 2,4 Mbps. La norma WCDMA se realiza en el Proyecto de Colaboración de Tercera Generación "3GPP", documentos N.os 3G TS 25.211, 3G TS 25.212, 3G TS 25.213 y 3G TS 25.214. La memoria descriptiva de Telecomunicaciones Móviles Internacionales Avanzadas (IMT-Advanced) expone las normas "4G". La norma descriptiva IMT-Advanced establece una velocidad de transferencia de datos máxima para el servicio 4G en 100 megabits por segundo (Mbit/s) para la comunicación de alta movilidad (por ejemplo, de trenes y automóviles) y de 1 gigabit por segundo (Gbit/s) para la comunicación de baja movilidad (por ejemplo, de peatones y usuarios estacionarios).

[0008] Los dispositivos que emplean técnicas para comprimir la voz extrayendo parámetros que se relacionan con un modelo de generación de voz humana se denominan codificadores de voz. Los codificadores de voz pueden comprender un codificador y un decodificador. El codificador divide la señal de voz entrante en bloques de tiempo o tramas de análisis. Se puede seleccionar la duración de cada segmento en tiempo (o "trama") para que sea suficientemente corta como para que se pueda esperar que la envolvente espectral de la señal permanezca relativamente estacionaria. Por ejemplo, una longitud de trama es de veinte milisegundos, que corresponde a 160 muestras a una velocidad de muestreo de ocho kilohercios (kHz), aunque se puede usar cualquier longitud de trama o velocidad de muestreo que se considere adecuada para la aplicación particular.

[0009] El codificador analiza la trama de voz entrante para extraer determinados parámetros relevantes y luego cuantifica los parámetros en representación binaria, por ejemplo, en un conjunto de bits o un paquete de datos binarios. Los paquetes de datos se transmiten por un canal de comunicación (es decir, una conexión de red alámbrica y/o inalámbrica) a un receptor y a un decodificador. El decodificador procesa los paquetes de datos, descuantifica los paquetes de datos procesados para producir los parámetros y resintetiza las tramas de voz usando los parámetros descuantificados.

[0010] La función del codificador de voz es comprimir la señal de voz digitalizada en una señal de tasa de bits baja eliminando las redundancias naturales inherentes en la voz. Se puede lograr la compresión digital representando una trama de voz de entrada con un conjunto de parámetros y empleando la cuantificación para representar los parámetros con un conjunto de bits. Si la trama de voz de entrada tiene un número de bits N_i y un paquete de datos producido por el codificador de voz tiene un número de bits N_o , el factor de compresión logrado por el codificador de voz es $C_r = N_i/N_o$. El desafío es conservar la alta calidad de voz de la voz decodificada a la vez que se logra el factor de compresión objetivo. El rendimiento de un codificador de voz depende de (1) qué tan bien realice el modelo de voz, o la combinación del procedimiento de análisis y síntesis descrito anteriormente, y (2) qué tan bien se realice el procedimiento de cuantificación de parámetro en la tasa de bits objetivo de N_o bits por trama. El objetivo del modelo de voz es por tanto capturar la esencia de la señal de voz, o la calidad de voz objetivo, con un pequeño conjunto de parámetros para cada trama.

[0011] Los codificadores de voz utilizan en general un conjunto de parámetros (incluyendo vectores) para describir la señal de voz. Un buen conjunto de parámetros proporciona, idealmente, un ancho de banda bajo de sistema para la construcción de una señal de voz exacta de manera perceptual. El tono, la potencia de señal, la envolvente espectral (o formantes), la amplitud y los espectros de fase son ejemplos de los parámetros de codificación de voz.

[0012] Se pueden implementar los codificadores de voz como codificadores de dominio de tiempo, que intentan capturar la forma de onda de voz de dominio de tiempo empleando un procesamiento de alta resolución temporal para codificar pequeños segmentos de voz (por ejemplo, subtramas de 5 milisegundos (ms)) de uno en uno. Para cada subtrama, se encuentra un representante de alta precisión de un espacio de libro de códigos por medio de un algoritmo de búsqueda. De forma alternativa, se pueden implementar codificadores de voz como codificadores de dominio de frecuencia, que intentan capturar el espectro de voz a corto plazo de la trama de voz de entrada con un conjunto de parámetros (análisis) y emplear un procedimiento de síntesis correspondiente para recrear la forma de onda de voz a partir de los parámetros espectrales. El cuantificador de parámetros conserva los parámetros representándolos con representaciones almacenadas de vectores de código de acuerdo con técnicas de cuantificación conocidas.

[0013] Un codificador de voz de dominio de tiempo es el codificador de predicción lineal con excitación por código (CELP). En un codificador CELP, se eliminan las correlaciones a corto plazo, o redundancias, en la señal de voz por un análisis de predicción lineal (LP), que encuentra los coeficientes de un filtro formante a corto plazo. La aplicación del filtro de predicción a corto plazo a la trama de voz entrante genera una señal residual LP, que se modela y se cuantifica además con parámetros de filtro de predicción a largo plazo y con un libro de códigos estocástico posterior. Por tanto, la codificación CELP divide la tarea de codificar la forma de onda de voz de dominio de tiempo en tareas separadas de codificación de los coeficientes de filtro a corto plazo LP y de codificación residual LP. Se puede realizar la codificación de dominio de tiempo a una velocidad fija (por ejemplo, usando el mismo número de bits, N_o , para cada trama) o a una velocidad variable (en la que se usan diferentes tasas de bits para diferentes tipos de contenido de trama). Los codificadores de velocidad variable intentan usar la cantidad de bits necesarios para codificar los parámetros de códec a un nivel adecuado para obtener una calidad objetivo.

[0014] Los codificadores de dominio de tiempo, tales como el codificador CELP, pueden depender de un alto número de bits, N_o , por trama para conservar la exactitud de la forma de onda de voz de dominio de tiempo. Dichos codificadores pueden suministrar una excelente calidad de voz siempre que el número de bits, N_o , por trama sea relativamente grande (por ejemplo, 8 kbps o mayores). A bajas tasas de bits (por ejemplo, 4 kbps y menores), los codificadores de dominio de tiempo pueden dejar de mantener una alta calidad y un sólido rendimiento debido al número limitado de bits disponibles. A bajas tasas de bits, el espacio limitado del libro de códigos recorta la capacidad de igualar la forma de onda de los codificadores de dominio de tiempo, que se instalan en aplicaciones comerciales de velocidad más alta. Por tanto, pese a las mejoras en el transcurso del tiempo, muchos sistemas de

codificación CELP que funcionan a tasas de bits bajas sufren una distorsión significativa de manera perceptual caracterizada como ruido.

5 **[0015]** Una alternativa para los codificadores CELP a bajas tasas de bits es el codificador "de predicción lineal con excitación por ruido" (NELP), que funciona bajo principios similares a un codificador CELP. Los codificadores NELP usan una señal de ruido pseudoaleatoria filtrada para modelar la voz, en lugar de un libro de códigos. Puesto que la NELP usa un modelo más simple para la voz codificada, la NELP logra una tasa de bits más baja que la CELP. La NELP puede usarse para comprimir o representar la voz sorda o el silencio.

10 **[0016]** Los sistemas de codificación que funcionan a velocidades del orden de 2,4 kbps son en general de naturaleza paramétrica. Es decir, dichos sistemas de codificación funcionan transmitiendo parámetros que describen el período de tono y la envolvente espectral (o formantes) de la señal de voz a intervalos regulares. El sistema vocoder LP es ilustrativo de estos codificadores denominados paramétricos.

15 **[0017]** Los vocoders LP modelan una señal de voz con sonido con un único pulso por período de tono. Esta técnica básica se puede aumentar para incluir información de transmisión acerca de la envolvente espectral, entre otras cosas. Aunque los vocoders LP proporcionan un rendimiento razonable en general, pueden introducir una distorsión significativa de manera perceptual, caracterizada como zumbido.

20 **[0018]** En los últimos años, han aparecido codificadores que son híbridos tanto de codificadores de forma de onda como de codificadores paramétricos. El sistema de codificación de voz de interpolación de forma de onda prototipo (PWI) es ilustrativo de estos codificadores denominados híbridos. El sistema de codificación PWI también se puede conocer como un codificador de voz de período de tono prototipo (PPP). Un sistema de codificación PWI proporciona un procedimiento eficaz para codificar la voz con sonido. El concepto básico de PWI es extraer un ciclo de tono representativo (la forma de onda prototipo) a intervalos fijos, transmitir su descripción y reconstruir la señal de voz interpolando entre las formas de onda prototipo. El procedimiento PWI puede funcionar en la señal residual LP o bien en la señal de voz.

25 **[0019]** Puede haber interés de investigación e interés comercial en mejorar la calidad de audio de una señal de voz (por ejemplo, una señal de voz codificada, una señal de voz reconstruida, o ambas). Por ejemplo, un dispositivo de comunicación puede recibir una señal de voz con una calidad de voz inferior a la óptima. Para ilustrar esto, el dispositivo de comunicación puede recibir la señal de voz desde otro dispositivo de comunicación durante una llamada de voz. La calidad de la llamada de voz se puede ver afectada debido a diversas razones, tales como ruido ambiental (por ejemplo, viento, ruido de la calle), limitaciones de las interfaces de los dispositivos de comunicación, procesamiento de señales por los dispositivos de comunicación, pérdida de paquete, limitaciones de ancho de banda, limitaciones de tasa de bits, etc.

30 **[0020]** En sistemas telefónicos tradicionales (por ejemplo, las redes telefónicas conmutadas públicas (PSTN)), el ancho de banda de la señal está limitado al intervalo de frecuencias de 300 hercios (Hz) a 3,4 kHz. En aplicaciones de banda ancha (WB), tales como la telefonía celular y la voz sobre el protocolo de Internet (VoIP), el ancho de banda de la señal puede abarcar el intervalo de frecuencias de 50 Hz a 7 kHz. Las técnicas de codificación de banda superancha (SWB) dan soporte a un ancho de banda que se extiende hasta alrededor de 16 kHz. La extensión del ancho de banda de la 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.

35 **[0021]** Las técnicas de codificación SWB habitualmente implican codificar y transmitir la parte de frecuencias más bajas de la señal (por ejemplo, de 0 Hz a 6,4 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 6,4 kHz a 16 kHz, también llamada "banda alta") puede no codificarse y transmitirse totalmente. En cambio, un receptor puede utilizar el modelado de señales para predecir la banda alta, véase, por ejemplo, el documento WO 2006/116025 A1. En algunas implementaciones, los datos asociados con la banda alta pueden proporcionarse al receptor para ayudar a la predicción. Dichos datos se pueden denominar "información lateral", y pueden incluir información de ganancia, frecuencias espectrales lineales (LSF, también denominadas pares espectrales lineales (LSP)), etc.

40 **[0022]** La predicción de la banda alta que usa el modelado de señal puede incluir generar una señal de excitación de banda alta en base a datos (por ejemplo, una señal de excitación de banda baja) asociada con la banda baja. Sin embargo, la generación de la señal de excitación de banda alta puede incluir operaciones de filtrado de polo-cero y operaciones de mezcla descendente, que pueden ser complejas y costosas desde el punto de vista informático.

60 IV. Resumen

[0023] De acuerdo con la invención, se proporciona un procedimiento como se expone en la reivindicación 1, un aparato como se expone en la reivindicación 7, un procedimiento como se expone en la reivindicación 11, un aparato como se expone en la reivindicación 13 y un medio no transitorio legible por ordenador como se expone en la reivindicación 15. Los modos de realización preferentes se exponen en las reivindicaciones dependientes.

V. Breve descripción de los dibujos**[0024]**

- 5 La FIG. 1 es un diagrama de un sistema que es operable para codificar una parte de banda alta de una señal de audio mediante el uso de intervalos de frecuencias no coincidentes;
- 10 la FIG. 2A es un diagrama que ilustra los componentes de un codificador operable para codificar una parte de banda alta de una señal de audio mediante el uso de intervalos de frecuencias no coincidentes;
- la FIG. 2B es otro diagrama que ilustra los componentes de un codificador operable para codificar una parte de banda alta de una señal de audio mediante el uso de intervalos de frecuencias no coincidentes;
- 15 la FIG. 3 incluye diagramas que ilustran los componentes de frecuencia de las señales de acuerdo con una implementación particular;
- la FIG. 4 es un diagrama que ilustra los componentes de un decodificador operable para sintetizar una parte de banda alta de una señal de audio mediante el uso de intervalos de frecuencias no coincidentes;
- 20 la FIG. 5 representa un diagrama de flujo de un procedimiento de codificación de una señal de audio mediante el uso de intervalos de frecuencias no coincidentes;
- la FIG. 6 representa un diagrama de flujo de un procedimiento de decodificación de una señal de audio codificada mediante el uso de intervalos de frecuencias no coincidentes; y
- 25 la FIG. 7 es un diagrama de bloques de un dispositivo inalámbrico operable para realizar operaciones de procesamiento de señales de acuerdo con los sistemas, diagramas y procedimientos de las FIGS. 1-6.

30 VI. Descripción detallada

- [0025]** Se divulgan técnicas para codificar una señal de audio usando intervalos de frecuencias no coincidentes de una parte de banda alta de la señal de audio. Un codificador (por ejemplo, un codificador de voz o "vocoder") puede generar información de banda lateral tal como coeficientes de filtro correspondientes a un primer componente en un primer intervalo de frecuencias (por ejemplo, 6,4 kHz - 14,4 kHz) de la parte de banda alta de la señal de audio. El codificador también puede generar una señal de excitación de banda alta correspondiente a un segundo componente en un segundo intervalo de frecuencias (por ejemplo, 8 kHz - 16 kHz) de la parte de banda alta de la señal de audio. Aunque el primer intervalo de frecuencias difiere del segundo intervalo de frecuencias (es decir, los intervalos de frecuencia no coinciden), el codificador filtra la señal de excitación de banda alta en base a los coeficientes de filtro para generar una versión sintetizada de la parte de banda alta de la señal de audio. El uso de la señal de excitación de banda alta correspondiente al segundo intervalo de frecuencias en lugar del primer intervalo de frecuencias permite generar la señal de excitación de banda alta sin usar componentes de alta complejidad tales como filtros de polo-cero y/o mezcladores descendentes.
- 35
- 40
- 45 **[0026]** Con referencia a la FIG. 1, se muestra un sistema que es operable para realizar modulación de ruido y ajuste de ganancia y se designa en general con 100. De acuerdo con una implementación, el sistema 100 puede integrarse en un sistema o aparato de codificación (por ejemplo, en un teléfono inalámbrico o codificador/decodificador (CÓDEC)). El sistema 100 está configurado para codificar una parte de banda alta de una señal de entrada usando frecuencias no coincidentes. Por ejemplo, un primer componente de la parte de banda alta en un primer intervalo de frecuencias puede analizarse para generar coeficientes de filtro para un filtro de síntesis, mientras que un segundo componente de la parte de banda alta en un intervalo de frecuencias diferente puede usarse para generar un señal de excitación para el filtro de síntesis.
- 50
- [0027]** Debe observarse que, en la siguiente descripción, diversas funciones realizadas por el sistema 100 de la FIG. 1 se describen como realizadas por ciertos componentes o módulos. Sin embargo, esta división de componentes y módulos es solo para ilustración. De acuerdo con otra implementación, una función realizada por un componente o módulo particular puede dividirse en cambio entre múltiples componentes o módulos. Además, en otra implementación, dos o más componentes o módulos de la FIG. 1 puede integrarse en un único componente o módulo. Cada componente o módulo ilustrado en la FIG. 1 puede implementarse usando hardware (por ejemplo, un dispositivo de matriz de puerta programable por campo (FPGA), un circuito integrado específico de la aplicación (ASIC), un procesador de señales digitales (DSP), un controlador, etc.), software (por ejemplo, instrucciones ejecutable por un procesador), o cualquier combinación de los mismos.
- 55
- 60
- 65 **[0028]** 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. De acuerdo con una implementación, la señal de audio de entrada 102 puede incluir

voz. La señal de audio de entrada 102 puede ser una señal de banda superancha (SWB) que incluya datos en el intervalo de frecuencias de aproximadamente 50 hercios (Hz) a aproximadamente 16 kHz. El banco de filtros de análisis 110 puede filtrar la señal de audio de entrada 102 en múltiples partes en base a 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. De acuerdo con otra implementación, el banco de filtros de análisis 110 puede generar más de dos salidas.

[0029] En el ejemplo de la FIG. 1, la señal de banda baja 122 y la señal de banda alta 124 ocupan bandas de frecuencia no superpuestas. Por ejemplo, la señal de banda baja 122 y la señal de banda alta 124 pueden ocupar bandas de frecuencia no superpuestas de 50 Hz - 7 kHz y 7 kHz - 16 kHz, respectivamente. De acuerdo con otra implementación, la señal de banda baja 122 y la señal de banda alta 124 pueden ocupar bandas de frecuencia no superpuestas de 50 Hz - 8 kHz y 8 kHz - 16 kHz, respectivamente. De acuerdo con otra implementación, la señal de banda baja 122 y la señal de banda alta 124 están superpuestas (por ejemplo, 50 Hz - 8 kHz y 7 kHz - 16 kHz), lo que puede permitir que un filtro de paso bajo y un filtro de paso alto del banco de filtros de análisis 110 tengan un desplazamiento suave, lo que puede simplificar el diseño y reducir el coste del filtro de paso bajo y del filtro de paso alto. La superposición de la señal de banda baja 122 y de la señal de banda alta 124 también puede permitir la mezcla suave de señales de banda baja y de banda alta en un receptor, lo que puede dar como resultado menos distorsiones audibles.

[0030] Debe observarse que, aunque el ejemplo de la FIG. 1 ilustre el procesamiento de una señal SWB, esto es solo para ilustración. De acuerdo con otra implementación, la señal de audio de entrada 102 puede ser una señal de banda ancha (WB) que tenga un intervalo de frecuencias de aproximadamente 50 Hz a aproximadamente 8 kHz. En un modo de realización de este tipo, 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.

[0031] El sistema 100 puede incluir un módulo de análisis de banda baja 130 configurado para recibir la señal de banda baja 122. De acuerdo con una implementación, el módulo de análisis de banda baja 130 puede representar un codificador de predicción lineal con excitación por código (CELP). El módulo de análisis de banda baja 130 puede incluir un módulo de codificación y análisis LP 132, un módulo de transformada de coeficiente de predicción lineal (LPC) a par espectral lineal (LSP) 134 y un cuantificador 136. Los LSP también pueden denominarse frecuencias espectrales de línea (LSF), y los dos términos se pueden usar indistintamente en el presente documento. El módulo de codificación y análisis LP 132 puede codificar una envolvente espectral de la señal de banda baja 122 como un conjunto de LPC. Se pueden generar los LPC para cada trama de audio (por ejemplo, 20 ms de audio, correspondientes a 320 muestras a una velocidad 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 por el "orden" del análisis LP realizado. De acuerdo con una implementación, el módulo de codificación y análisis LP 132 puede generar un conjunto de once LPC correspondientes a un análisis LP de décimo orden.

[0032] El módulo de transformada de LPC a LSP 134 puede transformar el conjunto de los LPC generados por el módulo de codificación y análisis LP 132 en un conjunto correspondiente de LSP (por ejemplo, usando una transformada de uno en uno). Alternativamente, el conjunto de LPC puede transformarse de uno en uno en un conjunto correspondiente de coeficientes de correlación parcial, de valores de relación de logaritmo con área, de pares espectrales de impedancia de corriente alterna (ISP) o de frecuencias espectrales de impedancia de corriente alterna (ISF). La transformada entre el conjunto de los LPC y el conjunto de los LSP puede ser reversible sin error.

[0033] El cuantificador 136 puede cuantificar el conjunto de los LSP generados por el módulo de transformada 134. Por ejemplo, el cuantificador 136 puede incluir o puede estar acoplado a múltiples libros de códigos que incluyan múltiples entradas (por ejemplo, vectores). Para cuantificar el conjunto de los LSP, el cuantificador 136 puede identificar entradas de libros de códigos que estén "más cercanas a" (por ejemplo, en base a una medida de distorsión tal como mínimos cuadrados o error cuadrático medio) el conjunto de LSP. El cuantificador 136 puede emitir un valor de índice o una serie de valores de índice correspondientes a la ubicación de las entradas identificadas en el libro de códigos. La salida del cuantificador 136 puede por tanto representar parámetros de filtro de banda baja que estén incluidos en un flujo de bits de banda baja 142.

[0034] 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 genere cuantificando una señal residual de LP que se genere durante el proceso LP realizado por el módulo de análisis de banda baja 130. La señal residual LP puede representar un error de predicción.

[0035] 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 en base a la señal de banda alta 124 y a la señal de excitación de banda baja 144. Por

ejemplo, la información de lado de banda alta 172 puede incluir LSP de banda alta y/o información de ganancia (por ejemplo, en base a al menos una relación de energía de banda alta con energía de banda baja), como se describe además en el presente documento.

5 **[0036]** 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 161 extendiendo un espectro de la señal de excitación de banda baja 144 al intervalo de frecuencias de banda alta (por ejemplo, entre 8 kHz y 16 kHz). Para ilustrar, el generador de excitación de banda alta 160 puede aplicar una transformada a la señal de excitación de banda baja (por ejemplo, una transformada no lineal tal como una operación de valor absoluto o cuadrado) y puede mezclar la señal de excitación de banda baja con una señal de ruido (por ejemplo, ruido blanco modulado de acuerdo a una envolvente correspondiente a la señal de excitación de banda baja 144 que imita las características temporales de variación lenta de la señal de banda baja 122) para generar la señal de excitación de banda alta 161.

15 **[0037]** La señal de excitación de banda alta 161 se puede usar para determinar uno o más parámetros de ganancia de banda alta que se incluyan en la información lateral de banda alta 172. Como se ilustra, el módulo de análisis de banda alta 150 también puede incluir un módulo de codificación y análisis LP 152, un módulo de transformada de LPC a LSP 154 y un cuantificador 156. Cada uno entre el módulo de codificación y análisis LP 152, el módulo de transformada 154 y el cuantificador 156 puede funcionar como se ha descrito anteriormente con referencia a 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.). El módulo de codificación y análisis LP 152 puede generar un conjunto de los LPC que se transforman en LSP mediante el módulo de transformada 154 y se cuantifican mediante el cuantificador 156 en base a un libro de códigos 163. Por ejemplo, el módulo de codificación y análisis LP 152, el módulo de transformada 154 y el cuantificador 156 pueden usar la señal de banda alta 124 para determinar la información de filtro de banda alta (por ejemplo, los LSP de banda alta) que está incluida en la información lateral de banda alta 172. De acuerdo con una implementación, la información lateral de banda alta 172 puede incluir LSP de banda alta así como parámetros de ganancia de banda alta. El módulo de análisis de banda alta 150 puede incluir un decodificador local que usa coeficientes de filtro en base a los LPC generados por el módulo de transformada 154 y que recibe la señal de excitación de banda alta 161 como una entrada. Una salida del filtro de síntesis del decodificador local (por ejemplo, una versión sintetizada de la señal de banda alta 124) se puede comparar con la señal de banda alta 124, y los parámetros de ganancia (por ejemplo, una ganancia de trama y/o valores de formación de ganancia de envolvente temporal) puede determinarse, cuantificarse e incluirse en la información lateral de banda alta 172.

35 **[0038]** El flujo de bits de banda baja 142 y la información lateral de banda alta 172 pueden multiplexarse por un multiplexor (MUX) 180 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, las operaciones inversas pueden realizarse por un demultiplexor (DEMUX), un decodificador de banda baja, un decodificador de banda alta y un banco de filtros, 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 lateral de banda alta 172. Por tanto, la mayoría de los bits en el flujo de bits de salida 192 pueden representar 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 datos de banda baja (por ejemplo, la señal de banda baja 122) y datos de banda alta (por ejemplo, la señal de banda alta 124). Por tanto, se pueden usar diferentes modelos de señales para diferentes tipos de datos de audio (por ejemplo, voz, música, etc.) y el modelo de señal particular que esté en uso puede negociarse por un transmisor y un receptor (o definirse mediante una norma industrial) antes de la comunicación de datos de audio codificados. Usando el modelo de señal, el módulo de análisis de banda alta 150 en un transmisor puede ser capaz de generar la información lateral de banda alta 172 de manera que un correspondiente módulo de análisis de banda alta en un receptor es capaz de usar el modelo de señal para reconstruir la señal de banda alta 124 a partir del flujo de bits de salida 192.

55 **[0039]** Generando la señal de excitación de banda alta 161 correspondiente al segundo intervalo de frecuencias que no coincide con el primer intervalo de frecuencias de la señal de banda alta 124, el sistema 100 puede reducir operaciones complejas y computacionalmente costosas asociadas con un filtrado de polo-cero y con operaciones de mezclado descendente como se describe además con respecto a las FIGS. 2A-4. Ejemplos ilustrativos de uso de frecuencias no coincidentes se describen con más detalle con respecto a las FIGS. 2A-4.

60 **[0040]** Con referencia a la FIG. 2A, se muestran los componentes usados en un codificador 200, y los gráficos que representan componentes de frecuencia de diversas señales que pueden representar señales del codificador 200 se representan en la FIG. 3. El codificador 200 puede corresponder al sistema 100 de la FIG. 1.

65

[0041] El codificador 200 puede recibir una señal de entrada 201 con un ancho de banda de "F" (por ejemplo, una señal que tenga un intervalo de frecuencias de 0 Hz - F Hz, como 0 Hz - 16 kHz cuando $F = 16,000 = 16k$). La señal de entrada 201 puede tener componentes de frecuencia tal como se ilustra en un gráfico 302 de la FIG. 3. Los gráficos en la FIG. 3 son ilustrativos y algunas características pueden enfatizarse para mayor claridad. Los gráficos de la FIG. 3 proporcionan un ejemplo simplificado, no limitativo de acuerdo con una implementación para ilustrar gráficamente los espectros de frecuencia simplificados de diversas señales que pueden generarse durante la codificación y/o la decodificación y no están necesariamente dibujados a escala. Un gráfico 301 de la FIG. 3 ilustra un ejemplo de componentes de frecuencia de la señal de entrada 201 que tiene una parte de banda baja (LB) 390 de 0 Hz a una frecuencia F1 393 y que tiene una parte de banda alta (HB) 391 de F1 Hz a una frecuencia superior F 392 de la señal de entrada 201. Un primer componente de la parte de banda alta tiene un primer intervalo de frecuencias 396 que abarca desde F1 393 hasta una frecuencia F2 394. Un segundo componente de la parte de banda alta tiene un segundo intervalo de frecuencias 397 que abarca desde (F2-F1) 395 a F 392 o F1+(F-F2) hasta F 392. El primer intervalo de frecuencias 396 de la señal de entrada 201 se puede usar para generar coeficientes de filtro, y el segundo intervalo de frecuencias 397 se puede usar para generar una señal de excitación de banda alta, como se describe a continuación.

[0042] Un filtro de análisis 202 puede emitir una parte de banda baja de la señal de entrada 201. La señal 203 emitida desde el filtro de análisis 202 puede tener componentes de frecuencia de 0 Hz a F1 Hz (tal como 0 Hz - 6,4 kHz cuando $F1 = 6,4 k$).

[0043] Un codificador de banda baja 204, tal como un codificador ACELP (por ejemplo, el módulo de codificación y análisis LP 132 en el módulo de análisis de banda baja 130 de la FIG. 1), puede codificar la señal 203. El codificador de banda baja 204 puede generar información de codificación, tal como LPC, y una señal de excitación de banda baja 205. La señal de excitación de banda baja 205 puede tener componentes de frecuencia tales como los ilustrados en el gráfico 304 de la FIG. 3.

[0044] La señal de excitación de banda baja 205 del codificador ACELP (que también puede reproducirse mediante un decodificador ACELP en un receptor, tal como se describe en la FIG. 4) se puede muestrear [upsample] en un muestreador [sampler] 206 para que el ancho de banda efectivo de una señal muestreada [upsampled] 207 esté en un intervalo de frecuencias de 0 Hz a F Hz. La señal de excitación de banda baja 205 puede recibirse por el muestreador 206 como un conjunto de muestras que corresponda a una velocidad de muestreo de 12,8 kHz (por ejemplo, la velocidad de muestreo Nyquist de una señal de excitación de banda baja 205 de 6,4 kHz). Por ejemplo, la señal de excitación de banda baja 205 puede muestrearse a dos o 2,5 veces la velocidad del ancho de banda de la señal de excitación de banda baja 205. La señal muestreada [upsampled] 207 puede tener componentes de frecuencia tales como se ilustra en un gráfico 306 de la FIG. 3.

[0045] Un generador de transformación no lineal 208 puede estar configurado para generar una señal extendida en ancho de banda 209, ilustrada como una señal de excitación no lineal en base a la señal muestreada 207. Por ejemplo, el generador de transformación no lineal 208 puede realizar una operación de transformación no lineal (por ejemplo, una operación de valor absoluto o una operación cuadrada) en la señal muestreada ascendente 207 para generar la señal ampliada de ancho de banda 209. La operación de transformación no lineal puede extender los armónicos de la señal original, la señal de excitación de banda baja 205 de 0 Hz a F1 Hz (por ejemplo, 0 Hz a 6,4 kHz), a una banda más alta, tal como de 0 Hz a F Hz (por ejemplo, de 0 Hz a 16 kHz). La señal extendida de ancho de banda 209 puede tener componentes de frecuencia tales como los ilustrados en un gráfico 308 de la FIG. 3.

[0046] La señal extendida de ancho de banda 209 puede proporcionarse a un primer módulo de volteo de espectro 210. El primer módulo de volteo de espectro 210 puede configurarse para realizar una operación de espejo espectral (por ejemplo, "voltear" el espectro) de la señal extendida de ancho de banda 209 para generar una señal "volteada" 211. El volteo del espectro de la señal extendida de ancho de banda 209 puede cambiar (por ejemplo, "voltear") el contenido de la señal ampliada de ancho de banda 209 a extremos opuestos del espectro que varían de 0 Hz a F Hz (por ejemplo, de 0 Hz a 16 kHz) de la señal volteada 211. Por ejemplo, el contenido a 14,4 kHz de la señal extendida de ancho de banda 209 puede estar en 1,6 kHz de la señal volteada 211, el contenido a 0 Hz de la señal extendida de ancho de banda 209 puede estar en 16 kHz de la señal volteada 211, etc. La señal volteada 211 puede tener componentes de frecuencia tal como se ilustra en un gráfico 310 de la FIG. 3.

[0047] La señal volteada 211 puede proporcionarse a una entrada de un conmutador 212 que enrute selectivamente la señal volteada 211 en un primer modo de funcionamiento a una primera ruta que incluya un filtro 214 y un mezclador descendente 216, o en un segundo modo de funcionamiento a una segunda ruta que incluya un filtro 218. Por ejemplo, el conmutador 212 puede incluir un multiplexor sensible a una señal en una entrada de control que indique el modo de funcionamiento del codificador 200.

[0048] En el primer modo de funcionamiento, la señal volteada 211 puede filtrarse por paso de banda en el filtro 214 para generar una señal de paso de banda 215 con contenido de señal reducido o eliminado fuera del intervalo de frecuencias de (F-F2) Hz a (F-F1) Hz, donde $F2 > F1$. Por ejemplo, cuando $F = 16k$, $F = 6,4k$, y $F2 = 14,4k$, la señal volteada 211 puede filtrarse por paso de banda al intervalo de frecuencias de 1,6 kHz a 9,6 kHz. El filtro 214 puede incluir un filtro de polo-cero configurado para funcionar como un filtro de paso bajo que tenga una frecuencia

de corte en aproximadamente $F-F1$ (por ejemplo, a $16 \text{ kHz} - 6,4 \text{ kHz} = 9,6 \text{ kHz}$). Por ejemplo, el filtro de polo-cero puede ser un filtro de alto orden que tenga una caída brusca en la frecuencia de corte y configurado para filtrar componentes de alta frecuencia de la señal volteada 211 (por ejemplo, componentes de salida de la señal volteada 211 entre $(F-F1)$ y F , tal como entre $9,6 \text{ kHz}$ y 16 kHz). Además, el filtro 214 puede incluir un filtro de paso alto configurado para atenuar las componentes de frecuencia en una señal de salida que esté por debajo de $F-F2$ (por ejemplo, por debajo de $16 \text{ kHz} - 14,4 \text{ kHz} = 1,6 \text{ kHz}$).

[0049] La señal de paso de banda 215 puede proporcionarse al mezclador descendente 216, que puede generar una señal 217 que tenga un ancho de banda de señal efectivo que se extienda de 0 Hz a $(F2-F1) \text{ Hz}$, tal como de 0 Hz a 8 kHz . Por ejemplo, el mezclador descendente 216 puede configurarse para mezclar la señal de paso de banda 215 del intervalo de frecuencias entre $1,6 \text{ kHz}$ y $9,6 \text{ kHz}$ a la banda de base (por ejemplo, un intervalo de frecuencias entre 0 Hz y 8 kHz) para generar la señal 217. El mezclador descendente [downmixer] 216 puede implementarse usando transformadas de Hilbert de dos etapas. Por ejemplo, el mezclador descendente 216 puede implementarse usando dos filtros de respuesta de impulso infinito (IIR) de quinto orden que tengan componentes imaginarios y reales, lo que puede dar como resultado operaciones complejas y computacionalmente costosas. La señal 217 puede tener componentes de frecuencia tales como los ilustrados en un gráfico 312 de la FIG. 3.

[0050] En el segundo modo de funcionamiento, el conmutador 212 proporciona la señal volteada 211 al filtro 218 para generar una señal 219. El filtro 218 puede funcionar como un filtro de paso bajo para atenuar los componentes de frecuencia por encima de $(F2-F1) \text{ Hz}$ (por ejemplo, por encima de 8 kHz). El filtrado de paso bajo en el filtro 218 se puede realizar como parte de un proceso de remuestreo donde la velocidad de muestreo se convierta en $2*(F2-F1)$ (por ejemplo, a $2*(14,4 \text{ Hz} - 6,4 \text{ Hz} = 16 \text{ kHz})$). La señal 219 puede tener componentes de frecuencia tales como los ilustrados en un gráfico 314 de la FIG. 3.

[0051] Un conmutador 220 emite una de las señales 217, 219 que se van a procesar en un módulo adaptativo de blanqueamiento y escalado 222 de acuerdo con el modo de funcionamiento, y se proporciona una salida del módulo adaptativo de blanqueamiento y escalado a una primera entrada de un combinador 240, tal como un sumador. Una segunda entrada del combinador 240 recibe una señal que resulta de una salida de un generador de ruido aleatorio 230 que se ha procesado de acuerdo con un módulo de envolvente de ruido 232 (por ejemplo, un modulador) y un módulo de escalado 234. El combinador 240 genera una señal de excitación de banda alta 241, tal como la señal de excitación de banda alta 161 de la FIG. 1.

[0052] La señal de entrada 201 que tiene un ancho de banda efectivo en el intervalo de frecuencias entre 0 Hz y $F \text{ Hz}$ también se puede procesar en una ruta de generación de señal de banda base. Por ejemplo, la señal de entrada 201 puede voltearse espectralmente en un segundo módulo de volteo de espectro 242 para generar una señal volteada 243. La señal volteada 243 puede filtrarse por paso de banda en un filtro 244 para generar una señal de paso de banda 245 que tenga componentes de señal eliminados o reducidos fuera del intervalo de frecuencias desde $(F-F2) \text{ Hz}$ a $(F-F1) \text{ Hz}$ (por ejemplo, desde $1,6 \text{ kHz}$ a $9,6 \text{ kHz}$). La señal de paso de banda 245 se puede mezclar a continuación en un mezclador descendente 246 para generar la señal 247 "objetivo" de banda alta que tenga un ancho de banda de señal efectivo en el intervalo de frecuencias de 0 Hz a $(F2-F1) \text{ Hz}$ (por ejemplo, de 0 Hz a 8 kHz , o de 0 Hz a $F1 + (F-F2) \text{ Hz}$). La señal volteada 243 puede tener componentes de frecuencia tal como se ilustra en el gráfico 310 de la FIG. 3. La señal de paso de banda 245 puede tener componentes de frecuencia tal como se ilustra en el gráfico 316 de la FIG. 3. La señal objetivo de banda alta 247 es una señal de banda de base correspondiente al primer intervalo de frecuencias y puede tener componentes de frecuencia tales como los ilustrados en el gráfico 312 de la FIG. 3.

[0053] Los parámetros que representan las modificaciones a la señal de excitación de banda alta 241 para que represente la señal objetivo de banda alta 247 pueden extraerse y transmitirse al decodificador. Para ilustrar, la señal objetivo de banda alta 247 puede procesarse mediante un módulo de análisis LP 248 para generar LPC que se conviertan en LSP en un convertidor 250 de LPC a LSP y se cuantifiquen en un módulo de cuantificación 252. El módulo de cuantificación 252 puede generar índices de cuantificación de LSP para enviarse al decodificador, tal como en la información lateral de banda alta 172 de la FIG. 1.

[0054] Los LPC pueden usarse para configurar un filtro de síntesis 260 que reciba la señal de excitación de banda alta 241 como una entrada y genera una señal de banda alta sintetizada 261 como salida. La señal de banda alta sintetizada 261 se compara con la señal objetivo de banda alta 247 (por ejemplo, las energías de las señales 261 y 247 pueden compararse en cada subtrama de las señales respectivas) en un módulo de estimación de envolvente temporal 262 para generar información de ganancia 263, tal como valores de parámetros de forma de ganancia. La información de ganancia 263 se proporciona a un módulo de cuantificación 264 para generar índices de información de ganancia cuantificados para enviarse al decodificador, tal como en la información lateral de banda alta 172 de la FIG. 1.

[0055] Como se describe con respecto a la primera ruta, en el primer modo de funcionamiento la ruta de generación de la señal de excitación de banda alta 241 incluye una operación de mezcla descendente para generar la señal 217. Esta operación de mezcla descendente puede ser compleja si se implementa a través de transformadores Hilbert. Una implementación alternativa en base a filtros de espejo en cuadratura (QMF) puede

ocasionar demoras totales del sistema significativamente más altas. Sin embargo, en el segundo modo de funcionamiento, la operación de mezcla descendente no está incluida en la ruta de generación de la señal de excitación de banda alta 241. Esto puede dar como resultado una falta de coincidencia entre la señal de excitación de banda alta 241 y la señal objetivo de banda alta 247, como se puede visualizar gráficamente mediante la comparación del gráfico 312 con el gráfico 314 de la FIG. 3.

[0056] Se apreciará que generar la señal de excitación de banda alta 241 de acuerdo con el segundo modo (por ejemplo, usar el filtro 218) puede desviar el filtro 214 (por ejemplo, el filtro de polo-cero) y el mezclador descendente 216 y reducir las operaciones complejas y costosas computacionalmente asociadas con el filtrado de polo-cero y el mezclador descendente. Aunque la FIG. 2A describe la primera ruta (que incluye el filtro 214 y el mezclador descendente 216) y la segunda ruta (que incluye el filtro 218) como asociada a modos de funcionamiento distintos del codificador 200, en otras implementaciones, el codificador 200 puede configurarse para funcionar en el segundo modo sin ser configurable para funcionar también en el primer modo (por ejemplo, el codificador 200 puede omitir el conmutador 212, el filtro 214, el mezclador descendente 216 y el conmutador 220, teniendo la entrada del filtro 218 acoplada para recibir la señal volteada 211 y tener la señal 219 proporcionada a la entrada del módulo adaptativo de blanqueamiento y escalado 222).

[0057] Con referencia a la FIG. 2B, se muestran los componentes usados en un codificador 290. Los componentes en el codificador 290 pueden estar incluidos en el sistema 100 de la FIG. 1. El codificador 290 puede funcionar sustancialmente similar al codificador 200 de la FIG. 2A. Por ejemplo, componentes similares en el codificador 290 y en el codificador 200 de la FIG. 2A tienen indicadores numéricos idénticos y pueden funcionar sustancialmente similar.

[0058] El codificador 290 incluye un módulo espectral de volteo y síntesis 292 en la ruta de generación de señal de banda base. El módulo espectral de volteo y síntesis 292 puede estar configurado para recibir la señal de entrada 201. El módulo espectral de volteo y síntesis 292 puede configurarse para realizar una operación espectral de volteo y síntesis en la señal de entrada 201 para generar la señal de banda base 247. De acuerdo con una implementación, el módulo espectral de volteo y síntesis 292 puede incluir un banco de filtros QMF que sea operable para realizar la operación espectral de volteo y síntesis en la señal de entrada 201.

[0059] Para ilustrar, la señal de entrada 201 puede tener componentes de señal de 0 Hz a 16 kHz. El banco de filtros QMF (por ejemplo, el módulo de volteo y síntesis 292) puede realizar una operación de síntesis para "mapear" componentes de señal de 6 kHz a 14 kHz en una etapa de síntesis, y la señal resultante puede voltearse para generar la señal de banda base 247. Por tanto, en algunas implementaciones, las operaciones de volteo de espectro del segundo módulo de volteo de espectro 242 de la FIG. 2A, las operaciones de filtrado de paso de banda del filtro 244 de la FIG. 2A y las operaciones de mezcla descendente del mezclador descendente 246 de la FIG. 2A se pueden realizar implícitamente usando un banco de filtros QMF para generar la señal de banda base 247. Por tanto, las operaciones de volteo de espectro, las operaciones de filtrado de paso de banda y las operaciones de mezcla descendente descritas con respecto a la ruta de generación de señal de banda de base de la FIG. 2A puede desviarse, y el módulo espectral de volteo y síntesis 292 de la FIG. 2B puede realizar implícitamente una operación de síntesis para generar la señal de banda base 247.

[0060] La señal volteada 211 desde el primer módulo de volteo de espectro 210 puede proporcionarse al filtro 218, y el filtro 218 puede filtrar la señal volteada 211 para generar la señal 219. La señal 219 puede proporcionarse a la entrada del módulo adaptativo de blanqueamiento y escalado 222. Pueden reducirse el coste y la complejidad de diseño del codificador 200 de la FIG. 2A implementando las técnicas descritas en el presente documento usando el codificador 290 de la FIG. 2B (por ejemplo, retirando los conmutadores 212, 220, el filtro 214 y el mezclador descendente 216 de la FIG. 2A).

[0061] La FIG. 4 representa un decodificador 400 que puede usarse para decodificar una señal de audio codificada, tal como una señal de audio codificada generada por el sistema 100 de la FIG. 1 o por el codificador 200 de la FIG. 2A.

[0062] El decodificador 400 incluye un decodificador de banda baja 404, tal como un decodificador de núcleo ACELP, que recibe una señal de audio codificada 401. La señal de audio codificada 401 es una versión codificada de una señal de audio, tal como la señal de entrada 201 de la FIG. 2A, e incluye primeros datos 402 (por ejemplo, una señal de excitación de banda baja 205 e índices de LSP cuantificados) correspondientes a una parte de banda baja de la señal de audio y segundos datos 403 (por ejemplo, datos de envolvente de ganancia 463 e índices de LSP cuantificados 461) correspondiente a una parte de banda alta de la señal de audio.

[0063] El decodificador de banda baja 404 genera una señal decodificada de banda baja sintetizada 471. La síntesis de señal de banda alta incluye proporcionar la señal de excitación de banda baja 205 de la FIG. 2A (o una representación de la señal de excitación de banda baja 205, tal como una versión cuantificada de la señal de excitación de banda baja 205 recibida de un codificador) al muestreador 206 de la FIG. 2A. La síntesis de banda alta incluye generar la señal de excitación de banda alta 241 usando el muestreador 206, el generador de transformación no lineal 208, el primer módulo de inversión de espectro 210, el filtro 218 y el módulo adaptativo de blanqueamiento

y escalado 222 para proporcionar una primera entrada al combinador 240 de la FIG. 2A. Una segunda entrada al combinador se genera mediante una salida del generador de ruido aleatorio 230 procesado por el módulo de envolvente de ruido 232 y escalado en el módulo de escala 234 de la FIG. 2A.

5 **[0064]** El filtro de síntesis 260 de la FIG. 2A se puede configurar en el decodificador 400 de acuerdo con los índices de cuantificación LSP recibidos de un codificador, tal como la salida por el módulo de cuantificación 252 del codificador 200 de la FIG. 2A, y procesa la señal de excitación 241 emitida por el combinador 240 para generar una señal sintetizada. La señal sintetizada se proporciona a un módulo de aplicación de envolvente temporal 462 que está configurado para aplicar una o más ganancias, tales como valores de parámetros de forma de ganancia (por ejemplo, de acuerdo con los índices de envolvente de ganancia emitidos desde el módulo de cuantificación 264 del codificador 200 de la FIG. 2A) para generar una señal ajustada 463.

15 **[0065]** La síntesis de banda alta continúa con el procesamiento mediante un mezclador 464 configurado para mezclar de manera ascendente la señal ajustada desde el intervalo de frecuencias de 0 Hz a (F2-F1) Hz con el intervalo de frecuencias de (F-F2) Hz a (F-F1) Hz (por ejemplo, de 1,6 kHz a 9,6 kHz). Una salida de señal mezclada por el mezclador 464 se muestrea hacia arriba [upsample] en un muestreador 466, y se proporciona una salida muestreada hacia arriba [upsampled] del muestreador 466 a un módulo de volteo espectral 468 que puede funcionar como se describe con respecto al primer módulo de volteo de espectro 210 para generar una señal decodificada de banda alta 469 que tiene una banda de frecuencia que se extiende desde F1 Hz hasta F2 Hz.

20 **[0066]** La señal decodificada de banda baja 471 emitida por el decodificador de banda baja 404 (de 0 Hz a F1 Hz) y la señal decodificada de banda alta 469 emitida por el módulo de volteo espectral 468 (de F1 Hz a F2 Hz) se proporcionan a un banco de filtros de síntesis 470. El banco de filtros de síntesis 470 genera una señal de audio sintetizada 473, tal como una versión sintetizada de la señal de audio 201 de la FIG. 2A, en base a una combinación de la señal decodificada de banda baja 471 y la señal decodificada de banda alta 469, y que tiene un intervalo de frecuencias de 0 Hz a F2 Hz.

25 **[0067]** Como se describe con respecto a la FIG. 2A, se apreciará que generar la señal de excitación de banda alta 241 de acuerdo con el segundo modo (por ejemplo, usar el filtro 218) puede desviar el filtro 214 (por ejemplo, el filtro de polo-cero) y el mezclador descendente 216 y reducir las operaciones complejas y computacionalmente caras asociadas con el filtrado de polo-cero y el mezclador descendente. Aunque la FIG. 4 describe la primera ruta (que incluye el filtro 214 y el mezclador descendente 216) y la segunda ruta (que incluye el filtro 218) como asociada a modos de funcionamiento distintos del decodificador 400, en otras implementaciones, el decodificador 400 puede configurarse para funcionar en el segundo modo sin ser configurable para funcionar también en el primer modo (por ejemplo, el decodificador 400 puede omitir el conmutador 212, el filtro 214, el mezclador descendente 216 y el conmutador 220, teniendo la entrada del filtro 218 acoplada para recibir la señal volteada 211 y que tiene la señal 219 proporcionada a la entrada del módulo adaptativo de blanqueamiento y escalado 222).

30 **[0068]** Con referencia a la FIG. 5, se ilustra un procedimiento que puede realizarse por un codificador, tal como el sistema 100 de la FIG. 1 o el codificador 200 de la FIG. 2A. Se recibe una señal de audio en el codificador, en 502. Por ejemplo, la señal de audio puede ser la señal de audio de entrada 102 de la FIG. 1 o la señal de audio de entrada 201 de la FIG. 2A.

35 **[0069]** Una primera señal correspondiente a un primer componente de una parte de banda alta de la señal de audio se genera en el codificador, en 504. El primer componente puede tener un primer intervalo de frecuencias. Por ejemplo, la primera señal puede ser una señal de banda base y puede corresponder a la señal de banda alta 124 de la FIG. 1 o a la señal de banda de base 247 de la FIG. 2A. El primer intervalo de frecuencias puede corresponder al primer intervalo de frecuencias 396 de la FIG. 3.

40 **[0070]** Una señal de excitación de banda alta correspondiente a un segundo componente de la parte de banda alta de la señal de audio se genera en el codificador, en 506. El segundo componente tiene un segundo intervalo de frecuencias que difiere del primer intervalo de frecuencias. El codificador puede generar la señal de excitación de banda alta sin usar un filtro de polo-cero y sin usar una operación de mezcla descendente, tal como usando el filtro 218 de la FIG. 2A (por ejemplo, desviando u omitiendo el filtro 214 y el mezclador descendente 216). Por ejemplo, la señal de excitación de banda alta puede corresponder a la señal de excitación de banda alta 124 de la FIG. 1 o a la señal de excitación de banda alta 241 de la FIG. 2A.

45 **[0071]** El segundo intervalo de frecuencias puede corresponder al segundo intervalo de frecuencias 397 de la FIG. 3. Por ejemplo, el primer intervalo de frecuencias puede corresponder a una primera banda de frecuencia que abarca desde una primera frecuencia (por ejemplo, F1 393) hasta una segunda frecuencia (por ejemplo, F2 394), y el segundo intervalo de frecuencias puede corresponder a una segunda banda de frecuencia que abarca desde una diferencia entre la segunda frecuencia y la primera frecuencia (por ejemplo, F2-F1 395) hasta una frecuencia superior (por ejemplo, F392) de la señal de audio de la parte de banda alta. Para ilustrar, la primera banda de frecuencia puede abarcar desde aproximadamente 6,4 kHz hasta aproximadamente 14,4 kHz y la segunda banda de frecuencia puede abarcar desde aproximadamente 8 kHz hasta aproximadamente 16 kHz.

[0072] La señal de excitación de banda alta se proporciona a un filtro que tiene coeficientes de filtro generados en base a la primera señal para generar una versión sintetizada de la parte de banda alta de la señal de audio, en 508. Por ejemplo, la señal de excitación de banda alta 241 de la FIG. 2A se puede proporcionar al filtro de síntesis 260, que responde a los datos del módulo de análisis LP 248 generado en base a la señal de banda base 247 correspondiente al primer intervalo de frecuencias.

[0073] El procedimiento de la FIG. 5 puede reducir operaciones complejas y computacionalmente costosas asociadas con el filtro 214 y el mezclador descendente 216.

[0074] Con referencia a la FIG. 6, se ilustra un procedimiento que puede realizarse por un decodificador, tal como el decodificador 400 de la FIG. 4. Se recibe una versión codificada de una señal de audio en un decodificador, en 602. La versión codificada incluye primeros datos correspondientes a una parte de banda baja de la señal de audio y segundos datos correspondientes a un primer componente de una parte de banda alta de la señal de audio. El primer componente tiene un primer intervalo de frecuencias. Por ejemplo, la versión codificada de la señal de audio puede ser la señal de audio codificada 401 de la FIG. 4 que incluye los primeros datos 402 y los segundos datos 404.

[0075] Se genera una señal de excitación de banda alta en base a los primeros datos, en 604. La señal de excitación de banda alta corresponde a un segundo componente de la parte de banda alta de la señal de audio. El segundo componente tiene un segundo intervalo de frecuencias que difiere del primer intervalo de frecuencias. El decodificador puede generar la señal de excitación de banda alta sin usar un filtro de polo-cero y sin usar una operación de mezcla descendente, tal como usando el filtro 218 de la FIG. 4 (por ejemplo, al desviar u omitir el filtro 214 y el mezclador descendente 216). Por ejemplo, la señal de excitación de banda alta puede corresponder a la señal de excitación de banda alta 241 de la FIG. 4.

[0076] El segundo intervalo de frecuencias puede corresponder al segundo intervalo de frecuencias 397 de la FIG. 3. Por ejemplo, el primer intervalo de frecuencias puede corresponder a una primera banda de frecuencia que abarca desde una primera frecuencia (por ejemplo, F1 393) hasta una segunda frecuencia (por ejemplo, F2 394) y el segundo intervalo de frecuencias puede corresponder a una segunda banda de frecuencia que abarca desde una diferencia entre la segunda frecuencia y la primera frecuencia (por ejemplo, F2-F1 395 o F1+(F-F2)) hasta una frecuencia superior (por ejemplo, F392) de la señal de audio de la parte de banda alta. Para ilustrar, la primera banda de frecuencia puede abarcar desde aproximadamente 6,4 kHz hasta aproximadamente 14,4 kHz y la segunda banda de frecuencia puede abarcar desde aproximadamente 8 kHz hasta aproximadamente 16 kHz.

[0077] La señal de excitación de banda alta se proporciona a un filtro que tiene coeficientes de filtro generados en base a los segundos datos para generar una versión sintetizada de la parte de banda alta de la señal de audio, en 606. Por ejemplo, la señal de excitación de banda alta 241 de la FIG. 4 se proporciona al filtro de síntesis 260 de la FIG. 4, y el filtro de síntesis 260 de la FIG. 4 puede tener coeficientes de filtro que se generen en base a los índices LSP cuantificados 461 recibidos en los segundos datos 403 de la FIG. 4.

[0078] El procedimiento de la FIG. 6 puede reducir operaciones complejas y computacionalmente costosas asociadas con el filtro 214 y el mezclador descendente 216.

[0079] Uno o más de los procedimientos de las FIGS. 5-6 pueden implementarse a través de hardware (por ejemplo, un dispositivo FPGA, ASIC, etc.) de una unidad de procesamiento, tal como una unidad de procesamiento central (CPU), un DSP o un controlador, a través de un dispositivo de firmware o cualquier combinación de lo anterior. Como ejemplo, se pueden realizar uno o más de los procedimientos de las FIGS. 5-6 por un procesador que ejecute instrucciones, como se describe con respecto a la FIG. 7.

[0080] Con referencia a la FIG. 7, se representa un diagrama de bloques de un dispositivo (por ejemplo, un dispositivo de comunicación inalámbrica) y en general se designa con 700. En diversos ejemplos, el dispositivo 700 puede tener menos o más componentes de los ilustrados en la FIG. 7. En una implementación ilustrativa, el dispositivo 700 puede corresponder a uno o más de los sistemas de las FIGS. 1, 2A, 2B o 4. En una implementación ilustrativa, el dispositivo 700 puede funcionar de acuerdo con uno o más de los procedimientos de las FIGS. 5-6.

[0081] De acuerdo con una implementación, el dispositivo 700 incluye un procesador 706 (por ejemplo, una CPU). El dispositivo 700 puede incluir uno o más procesadores 710 adicionales (por ejemplo, uno o más DSP). Los procesadores 710 pueden incluir un codificador-decodificador (CÓDEC) de voz y música 708 y un cancelador de eco 712. El CÓDEC de voz y música 708 puede incluir un codificador de vocoder 736, un decodificador de vocoder 738 o ambos.

[0082] De acuerdo con una implementación, el codificador de vocoder 736 puede incluir el sistema 100 de la FIG. 1 o el codificador 200 de la FIG. 2A. El codificador de vocoder 736 puede estar configurado para usar intervalos de frecuencia no coincidentes (por ejemplo, el primer intervalo de frecuencias 396 y el segundo intervalo de frecuencias 397 de la FIG. 3). El decodificador de vocoder 738 puede incluir el decodificador 400 de la FIG. 4. El decodificador de vocoder 738 puede configurarse para usar intervalos de frecuencia no coincidentes (por ejemplo, el primer

intervalo de frecuencias 396 y el segundo intervalo de frecuencias 397 de la FIG. 3). Aunque se ilustra el CÓDEC de voz y música 708 como un componente de los procesadores 710, en otras implementaciones se pueden incluir uno o más componentes del CÓDEC de voz y música 708 en el procesador 706, el CÓDEC 734, otro componente de procesamiento o una combinación de los mismos.

[0083] El dispositivo 700 puede incluir una memoria 732 y un controlador inalámbrico 740 acoplado a una antena 742 a través de un transceptor 750. El dispositivo 700 puede incluir una pantalla 728 acoplada a un controlador de pantalla 726. Se puede acoplar un altavoz 748, un micrófono 746 o ambos al CÓDEC 734. El CÓDEC 734 puede incluir un convertidor de digital a analógico (DAC) 702 y un convertidor de analógico a digital (ADC) 704.

[0084] De acuerdo con una implementación, el CÓDEC 734 puede recibir señales analógicas desde el micrófono 746, convertir las señales analógicas en señales digitales usando el convertidor de analógico a digital 704 y proporcionar las señales digitales al CÓDEC de voz y música 708, tal como en un formato de modulación por código de pulsos (PCM). El CÓDEC de voz y música 708 puede procesar las señales digitales. De acuerdo con una implementación, el CÓDEC de voz y música 708 pueden proporcionar señales digitales al CÓDEC 734. El CÓDEC 734 puede convertir las señales digitales en señales analógicas usando el convertidor de digital a analógico 702 y puede proporcionar las señales analógicas al altavoz 748.

[0085] La memoria 732 puede incluir instrucciones 756 ejecutables por el procesador 706, los procesadores 710, el CÓDEC 734, otra unidad de procesamiento del dispositivo 700 o una combinación de los mismos, para realizar procedimientos y procesos divulgados en el presente documento, tal como uno o más de los procedimientos de las FIGS. 5-6. Uno o más componentes de los sistemas de las FIGS. 1, 2A, 2B o 4 pueden implementarse a través de hardware dedicado (por ejemplo, circuitería), mediante un procesador que ejecute instrucciones para realizar una o más tareas, o una combinación de las mismas. Como ejemplo, la memoria 732 o uno o más componentes del procesador 706, los procesadores 710 y/o el CÓDEC 734 pueden ser 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 giro (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 borrrable (EPROM), una memoria de solo lectura programable y borrrable eléctricamente (EEPROM), 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 756) que, cuando se ejecutan por un ordenador (por ejemplo, un procesador en el CÓDEC 734, el procesador 706 y/o los procesadores 710), pueden causar que el ordenador realice al menos parte de uno o más de los procedimientos de las FIGS. 5-6. Como ejemplo, la memoria 732 o el uno o más componentes del procesador 706, los procesadores 710, el CÓDEC 734 pueden ser un medio legible por ordenador no transitorio que incluya instrucciones (por ejemplo, las instrucciones 756) que, cuando se ejecutan por un ordenador (por ejemplo, un procesador en el CÓDEC 734, el procesador 706 y/o los procesadores 710), causan que el ordenador realice al menos una parte de uno o más de los procedimientos de las FIGS. 5-6.

[0086] De acuerdo con una implementación, el dispositivo 700 puede incluirse en un dispositivo de sistema en paquete o de sistema en chip 722, tal como un módem de estación móvil (MSM). De acuerdo con una implementación, el procesador 706, los procesadores 710, el controlador de visualización 726, la memoria 732, el CÓDEC 734, el controlador inalámbrico 740 y el transceptor 750 se incluyen en un sistema en paquete o en el sistema en funcionamiento. dispositivo de chip 722. De acuerdo con una implementación, un dispositivo de entrada 730, tal como una pantalla táctil y/o un teclado, y una fuente de alimentación 744 están acoplados al dispositivo en chip 722. Además, de acuerdo con una implementación, como se ilustra en la FIG. 7, la pantalla 728, el dispositivo de entrada 730, el altavoz 748, el micrófono 746, la antena 742 y la fuente de alimentación 744 son externos al dispositivo de sistema en chip 722. Sin embargo, cada uno de la pantalla 728, del dispositivo de entrada 730, del altavoz 748, del micrófono 746, de la antena 742 y de la fuente de alimentación 744 se puede acoplar a un componente del dispositivo de sistema en chip 722, tal como una interfaz o un controlador. El dispositivo 700 corresponde a un dispositivo de comunicación móvil, un teléfono inteligente, un teléfono celular, un ordenador portátil, un ordenador, una tableta, un PDA, un dispositivo de visualización, un televisor, una consola de juegos, un reproductor de música, una radio, un reproductor de video digital, un reproductor de discos ópticos, un sintonizador, una cámara, un dispositivo de navegación, un sistema decodificador, un sistema codificador o cualquier combinación de los mismos.

[0087] Los procesadores 710 pueden ser operables para realizar operaciones de codificación y de decodificación de señal de acuerdo con las técnicas descritas. Por ejemplo, el micrófono 746 puede capturar una señal de audio. El ADC 704 puede convertir la señal de audio capturada de una forma de onda analógica en una forma de onda digital que incluya muestras de audio digitales. Los procesadores 710 pueden procesar las muestras de audio digitales. El cancelador de eco 712 puede reducir un eco que se pueda haber creado por una salida del altavoz 748 que entre en el micrófono 746.

[0088] El codificador de vocoder 736 puede comprimir muestras de audio digitales correspondientes a una señal de voz procesada y puede formar un paquete de transmisión (por ejemplo, una representación de los bits comprimidos de las muestras de audio digitales). Por ejemplo, el paquete de transmisión puede corresponder a al menos una parte del flujo de bits 192 de la FIG. 1. El paquete de transmisión puede almacenarse en la memoria 732.

El transceptor 750 puede modular alguna forma del paquete de transmisión (por ejemplo, se puede adjuntar otra información al paquete de transmisión) y puede transmitir los datos modulados por medio de la antena 742.

[0089] Como otro ejemplo más, la antena 742 puede recibir paquetes entrantes que incluyan un paquete de recepción. Se puede enviar el paquete de recepción por otro dispositivo por medio de una red. Por ejemplo, el paquete de recepción puede corresponder a al menos una parte del flujo de bits recibido en el decodificador de núcleo ACELP 404 de la FIG. 4. El decodificador de vocoder 738 puede descomprimir y decodificar el paquete de recepción para generar muestras de audio reconstruidas (por ejemplo, correspondientes a la señal de audio sintetizada 473). El cancelador de eco 712 puede eliminar el eco de las muestras de audio reconstruidas. El DAC 702 puede convertir una salida del decodificador de vocoder 738 de una forma de onda digital en una forma de onda analógica y puede proporcionar la forma de onda convertida al altavoz 748 para su salida.

[0090] Junto con las implementaciones descritas, un primer aparato incluye medios para generar una primera señal correspondiente a un primer componente de una parte de banda alta de una señal de audio de entrada. El primer componente puede tener un primer intervalo de frecuencias. Por ejemplo, los medios para generar la primera señal pueden incluir el sistema 100 de la FIG. 1, el segundo módulo de volteo de espectro 242 de la FIG. 2A, el filtro 244 de la FIG. 2A, el mezclador descendente 246 de la FIG. 2A, el módulo espectral de volteo y síntesis 292 de la FIG. 2B, el codificador de vocoder 736 de la FIG. 7, los procesadores 710 de la FIG. 7, el procesador 706 de la FIG. 7, uno o más procesadores adicionales configurados para ejecutar instrucciones, tales como las instrucciones 756 de la FIG. 7, o una combinación de los mismos.

[0091] El primer aparato también puede incluir medios para generar una señal de excitación de banda alta correspondiente a un segundo componente de la parte de banda alta de la señal de audio. El segundo componente puede tener un segundo intervalo de frecuencias que difiere del primer intervalo de frecuencias. Por ejemplo, los medios para generar la señal de excitación de banda alta pueden incluir el módulo de análisis de banda alta 150 de la FIG. 1, el filtro de análisis 202 de las FIGS. 2A y 2B, el codificador de banda baja 204 de las FIGS. 2A y 2B, el muestreador 206 de las FIGS. 2A y 2B, el generador de transformación no lineal 208 de las FIGS. 2A y 2B, el primer módulo de volteo de espectro 210 de las FIGS. 2A y 2B, el filtro 218 de las FIGS. 2A y 2B, el módulo adaptativo de blanqueamiento y escalado 222 de las FIGS. 2A y 2B, el codificador de vocoder 736 de la FIG. 7, los procesadores 710 de la FIG. 7, el procesador 706 de la FIG. 7, uno o más procesadores adicionales configurados para ejecutar instrucciones, tales como las instrucciones 756 de la FIG. 7, o una combinación de los mismos.

[0092] El primer aparato también puede incluir medios para generar una versión sintetizada de la parte de banda alta de la señal de audio. Los medios para generar la versión sintetizada pueden configurarse para recibir la señal de excitación de banda alta y tienen coeficientes de filtro generados en base a la primera señal. Por ejemplo, los medios para generar la versión sintetizada pueden incluir el módulo de análisis de banda alta 150 de la FIG. 1, el filtro de síntesis 260 de las FIGS. 2A y 2B, el codificador de vocoder 736 de la FIG. 7, los procesadores 710 de la FIG. 7, el procesador 706 de la FIG. 7, uno o más procesadores adicionales configurados para ejecutar instrucciones, tales como las instrucciones 756 de la FIG. 7, o una combinación de los mismos.

[0093] Junto con las implementaciones divulgadas, un segundo aparato puede incluir medios para generar una señal de excitación de banda alta en base a los primeros datos correspondientes a una parte de banda baja de una señal de audio. La señal de audio puede corresponder a una señal de audio codificada recibida que incluya los primeros datos y que además incluya segundos datos correspondientes a un primer componente de una parte de banda alta de la señal de audio. El primer componente puede tener un primer intervalo de frecuencias. La señal de excitación de banda alta puede corresponder a un segundo componente de la parte de banda alta de la señal de audio. El segundo componente puede tener un segundo intervalo de frecuencias que difiera del primer intervalo de frecuencias. Los medios para generar la señal de excitación de banda alta pueden incluir el codificador de banda baja 404 de la FIG. 4, el muestreador 206 de la FIG. 4, el generador de transformación no lineal 208 de la FIG. 4, el primer módulo de volteo de espectro 210 de la FIG. 4, el filtro 218 de la FIG. 4, el módulo adaptativo de blanqueamiento y escalado 222 de la FIG. 4, el decodificador de vocoder 738 de la FIG. 7, los procesadores 710 de la FIG. 7, el procesador 706 de la FIG. 7, uno o más procesadores adicionales configurados para ejecutar instrucciones, tales como las instrucciones 756 de la FIG. 7, o una combinación de los mismos.

[0094] El segundo aparato también puede incluir medios para generar una versión sintetizada de la parte de banda alta de la señal de audio. Los medios para generar la versión sintetizada pueden configurarse para recibir la señal de excitación de banda alta y tienen coeficientes de filtro generados en base a los segundos datos. Por ejemplo, los medios para generar la versión sintetizada pueden incluir el banco de filtros de síntesis 470 de la FIG. 4, el decodificador de vocoder 738 de la FIG. 7, los procesadores 710 de la FIG. 7, el procesador 706 de la FIG. 7, uno o más procesadores adicionales configurados para ejecutar instrucciones, tales como las instrucciones 756 de la FIG. 7, o una combinación de los mismos. El banco de filtros de síntesis 470 puede recibir la señal decodificada de banda alta 469. Como se describe con respecto a la FIG. 4, la señal decodificada de banda alta 469 puede generarse usando los segundos datos 403 (por ejemplo, los datos de envolvente de ganancia 463 y los índices cuantificados LSP 461). Como se explica con respecto a la FIG. 7, el decodificador 400 de la FIG. 4 puede estar incluido en el decodificador de vocoder 738 de la FIG. 7. Por tanto, los componentes en el decodificador de vocoder 738 pueden funcionar de manera sustancialmente similar al banco de filtros de síntesis 470. Por ejemplo, uno o más

componentes en el decodificador de vocoder 738 pueden recibir la señal decodificada de banda alta 469 de la FIG. 4 que se genere usando los segundos datos 403 (por ejemplo, los datos de envolvente de ganancia 463 y los índices cuantificados LSP 461)

- 5 **[0095]** Los expertos en la técnica apreciarían además que los diversos bloques lógicos, configuraciones, módulos, circuitos y etapas de algoritmo ilustrativos descritos en relación con los aspectos 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. Diversos componentes, bloques, configuraciones, módulos, circuitos y etapas ilustrativos se han descrito anteriormente, en general, en
10 términos 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 técnica pueden implementar la funcionalidad descrita de varias maneras para cada aplicación particular, pero no se debería interpretar que dichas decisiones de implementación suponen apartarse del alcance de la presente divulgación.
- 15 **[0096]** Las etapas de un procedimiento o algoritmo descrito en relación con las implementaciones divulgadas en el presente documento se pueden realizar directamente en hardware, en un módulo de software ejecutado por un procesador o en una combinación de los dos. Un módulo de software puede residir en un dispositivo de memoria, tal como RAM, MRAM, STT-MRAM, memoria flash, ROM, PROM, EPROM, EEPROM, registros, disco duro, un disco extraíble o un CD-ROM. Un dispositivo de memoria a modo de ejemplo está acoplado al procesador de manera que
20 el procesador puede leer información de, y escribir información en, el dispositivo de memoria. Como alternativa, el dispositivo de memoria puede estar integrado en el procesador. El procesador y el medio de almacenamiento pueden residir en un ASIC. El ASIC puede residir en un dispositivo informático o en un terminal de usuario. Como alternativa, el procesador y el medio de almacenamiento pueden residir como componentes discretos en un dispositivo informático o en un terminal de usuario.
- 25 **[0097]** La descripción anterior de las implementaciones divulgadas se proporciona para permitir que un experto en la técnica elabore o use las implementaciones divulgadas. Diversas modificaciones de estas implementaciones resultarán fácilmente evidentes para los expertos en la técnica, y los principios definidos en el presente documento se pueden aplicar a otros ejemplos sin apartarse del alcance de la divulgación. Por tanto, la presente divulgación no pretende limitarse a los aspectos mostrados en el presente documento, sino que se le ha de conceder el alcance
30 más amplio posible compatible con los principios y características novedosas, según lo definido en las reivindicaciones siguientes.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento que comprende:
- 5 recibir una señal de audio en un codificador;
- generar, en el codificador, una primera señal correspondiente a un primer componente de una parte de banda alta de la señal de audio, teniendo el primer componente un primer intervalo de frecuencias;
- 10 generar, en el codificador, una señal de excitación de banda alta correspondiente a un segundo componente de la parte de banda alta de la señal de audio, teniendo el segundo componente un segundo intervalo de frecuencias que difiere del primer intervalo de frecuencias; y
- 15 proporcionar, en el codificador, la señal de excitación de banda alta a un filtro que tenga coeficientes de filtro generados en base a la primera señal para generar una versión sintetizada de la parte de banda alta de la señal de audio.
2. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que el primer intervalo de frecuencias corresponde a una primera banda de frecuencia que abarca desde una primera frecuencia a una segunda frecuencia, y en el que el segundo intervalo de frecuencias corresponde a una segunda banda de frecuencia que abarca desde una diferencia entre la segunda frecuencia y la primera frecuencia hasta una frecuencia superior de la parte de banda alta de la señal de audio.
3. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que el primer intervalo de frecuencias corresponde a una primera banda de frecuencia que abarca desde aproximadamente 6,4 kilohercios, kHz, hasta aproximadamente 14,4 kHz, y en el que el segundo intervalo de frecuencias corresponde a una segunda banda de frecuencia que abarca desde aproximadamente 8 kHz hasta aproximadamente 16 kHz.
4. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la generación de la señal de excitación de banda alta incluye:
- 30 recibir, en una ruta de generación de excitación de banda alta del codificador, una señal de excitación de banda baja generada por un codificador de banda baja; y muestrear de manera ascendente la señal de excitación de banda baja para generar una señal muestreada de manera ascendente.
- 35 5. El procedimiento según la reivindicación 4, en el que la generación de la señal de excitación de banda alta incluye además:
- 40 realizar una operación de transformación no lineal en la señal muestreada de manera ascendente para generar una señal extendida de ancho de banda; y
- realizar una operación de volteo de espectro en la señal extendida de ancho de banda para generar una señal de espectro volteado.
- 45 6. El procedimiento según la reivindicación 5, en el que la generación de la señal de excitación de banda alta incluye además el filtrado de paso bajo de la señal de espectro volteado.
7. Un aparato que comprende:
- 50 medios para generar una primera señal correspondiente a un primer componente de una parte de banda alta de una señal de audio, teniendo el primer componente un primer intervalo de frecuencias;
- medios para generar una señal de excitación de banda alta correspondiente a un segundo componente de la parte de banda alta de la señal de audio, teniendo el segundo componente un segundo intervalo de frecuencias que difiere del primer intervalo de frecuencias; y
- 55 medios para generar una versión sintetizada de la parte de banda alta de la señal de audio, en el que los medios para generar la versión sintetizada están configurados para recibir la señal de excitación de banda alta y tienen coeficientes de filtro generados en base a la primera señal.
- 60 8. El aparato según la reivindicación 7, en el que el primer intervalo de frecuencias corresponde a una primera banda de frecuencia que abarca desde una primera frecuencia a una segunda frecuencia, y en el que el segundo intervalo de frecuencias corresponde a una segunda banda de frecuencia que abarca desde una diferencia entre la segunda frecuencia y la primera frecuencia hasta una frecuencia superior de la parte de banda alta de la señal de audio.
- 65

- 5
9. El aparato según la reivindicación 7, en el que el primer intervalo de frecuencias corresponde a una primera banda de frecuencia que abarca desde aproximadamente 6,4 kilohercios, kHz, hasta aproximadamente 14,4 kHz, y en el que el segundo intervalo de frecuencias corresponde a una segunda banda de frecuencia que abarca desde aproximadamente 8 kHz hasta aproximadamente 16 kHz.
- 10
10. El aparato según la reivindicación 7, en el que el medio para generar una señal de excitación de banda alta está configurado para:
- 10
- recibir una señal de excitación de banda baja generada por un codificador de banda baja; y
- 15
- muestrear de manera ascendente la señal de excitación de banda baja para generar una señal de muestreo ascendente y preferentemente en la que los medios para generar una señal de excitación de banda alta están configurados además para:
- 15
- realizar una operación de transformación no lineal en la señal muestreada de manera ascendente para generar una señal extendida de ancho de banda; y
- 20
- realizar una operación de volteo de espectro en la señal extendida de ancho de banda para generar una señal de espectro volteado y además preferentemente en el que los medios para generar una señal de excitación de banda alta están configurados además para realizar una operación de filtro de paso bajo en la señal de espectro volteado.
- 25
11. Un procedimiento que comprende:
- 25
- recibir una versión codificada de una señal de audio en un decodificador, en el que la versión codificada de la señal de audio incluye primeros datos correspondientes a una parte de banda baja de la señal de audio y segundos datos correspondientes a un primer componente de una parte de banda alta de la señal de audio, teniendo el primer componente un primer intervalo de frecuencias;
- 30
- generar, en el decodificador, una señal de excitación de banda alta en base a los primeros datos, la señal de excitación de banda alta correspondiente a un segundo componente de la parte de banda alta de la señal de audio, teniendo el segundo componente un segundo intervalo de frecuencias que difiere desde el primer intervalo de frecuencias; y
- 35
- proporcionar, en el decodificador, la señal de excitación de banda alta a un filtro que tenga coeficientes de filtro generados en base a los segundos datos para generar una versión sintetizada de la parte de banda alta de la señal de audio.
- 40
12. El procedimiento según la reivindicación 11, en el que el primer intervalo de frecuencias corresponde a una primera banda de frecuencia que abarca desde una primera frecuencia hasta una segunda frecuencia, y en el que el segundo intervalo de frecuencias corresponde a una segunda banda de frecuencia que abarca desde una diferencia entre la segunda frecuencia y la primera frecuencia hasta una frecuencia superior de la parte de banda alta de la señal de audio y/o en el que el primer intervalo de frecuencias corresponde a una primera banda de frecuencia que abarca desde aproximadamente 6,4 kilohercios, kHz, hasta aproximadamente 14,4 kHz, y en el que el segundo intervalo de frecuencias corresponde a una segunda banda de frecuencia que abarca desde aproximadamente 8 kHz hasta aproximadamente 16 kHz y/o en el que la generación de la señal de excitación de banda alta incluye:
- 45
- 50
- recibir, en una ruta de generación de excitación de banda alta del decodificador, una señal de excitación de banda baja; y
- 55
- muestrear de manera ascendente la señal de excitación de banda baja para generar una señal muestreada de manera ascendente y preferentemente en el que la generación de la señal de excitación de banda alta incluye además:
- 55
- realizar una operación de transformación no lineal en la señal muestreada de manera ascendente para generar una señal extendida de ancho de banda; y
- 60
- realizar una operación de volteo de espectro en la señal extendida de ancho de banda para generar una señal de espectro volteado y aún más preferentemente en el que la generación de la señal de excitación de banda alta incluye además el filtrado de paso bajo de la señal de espectro volteado.
- 65
13. Un aparato que comprende:
- 65
- medios para generar una señal de excitación de banda alta en base a los primeros datos correspondientes a una parte de banda baja de una señal de audio, correspondiendo la señal de audio a

una señal de audio codificada recibida que incluye los primeros datos y que incluye además segundos datos correspondientes a un primer componente de una parte de banda alta de la señal de audio, teniendo el primer componente un primer intervalo de frecuencias, en el que la señal de excitación de banda alta corresponde a un segundo componente de la parte de banda alta de la señal de audio, teniendo el segundo componente un segundo intervalo de frecuencias que difiere del primer intervalo de frecuencias; y

medios para generar una versión sintetizada de la parte de banda alta de la señal de audio, en el que los medios para generar la versión sintetizada están configurados para recibir la señal de excitación de banda alta y tienen coeficientes de filtro generados en base a los segundos datos.

- 14.** El aparato según la reivindicación 13, en el que el primer intervalo de frecuencias corresponde a una primera banda de frecuencia que abarca desde una primera frecuencia hasta una segunda frecuencia, y en el que el segundo intervalo de frecuencias corresponde a una segunda banda de frecuencia que abarca desde una diferencia entre la segunda frecuencia y la primera frecuencia hasta una frecuencia superior de la parte de banda alta de la señal de audio y preferentemente en el que el primer intervalo de frecuencias corresponde a una primera banda de frecuencia que abarca desde aproximadamente 6,4 kilohercios, kHz, hasta aproximadamente 14,4 kHz, y en el que el segundo intervalo de frecuencias corresponde a segunda banda de frecuencia que abarca desde aproximadamente 8 kHz hasta aproximadamente 16 kHz y más preferentemente en el que los medios para generar una señal de excitación de banda alta están configurados para:

recibir una señal de excitación de banda baja; y

muestrear de manera ascendente la señal de excitación de banda baja para generar una señal muestreada de manera ascendente y además preferentemente en el que los medios para generar una señal de excitación de banda alta están configurados además para:

realizar una operación de transformación no lineal en la señal muestreada de manera ascendente para generar una señal extendida de ancho de banda; y

realizar una operación de volteo de espectro sobre la señal extendida de ancho de banda para generar una señal de espectro volteado y aún más preferentemente en el que los medios para generar una señal de excitación de banda alta están configurados además para realizar una operación de filtro de paso bajo en la señal de espectro volteado.

- 15.** Un medio no transitorio legible por ordenador que comprende instrucciones que, cuando se ejecutan por un procesador, hacen que el procesador ejecute el procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, 11, 12.

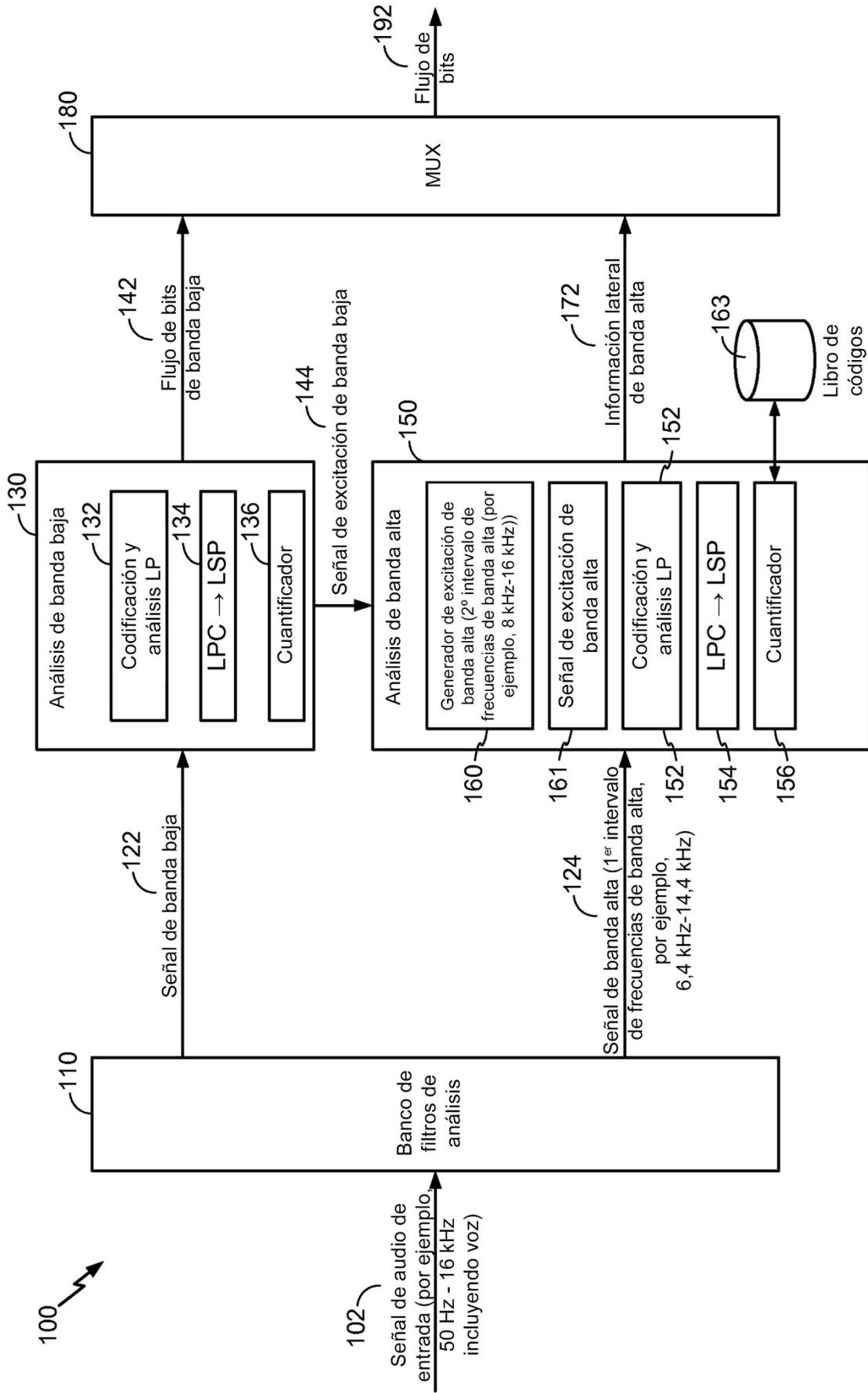


FIG. 1

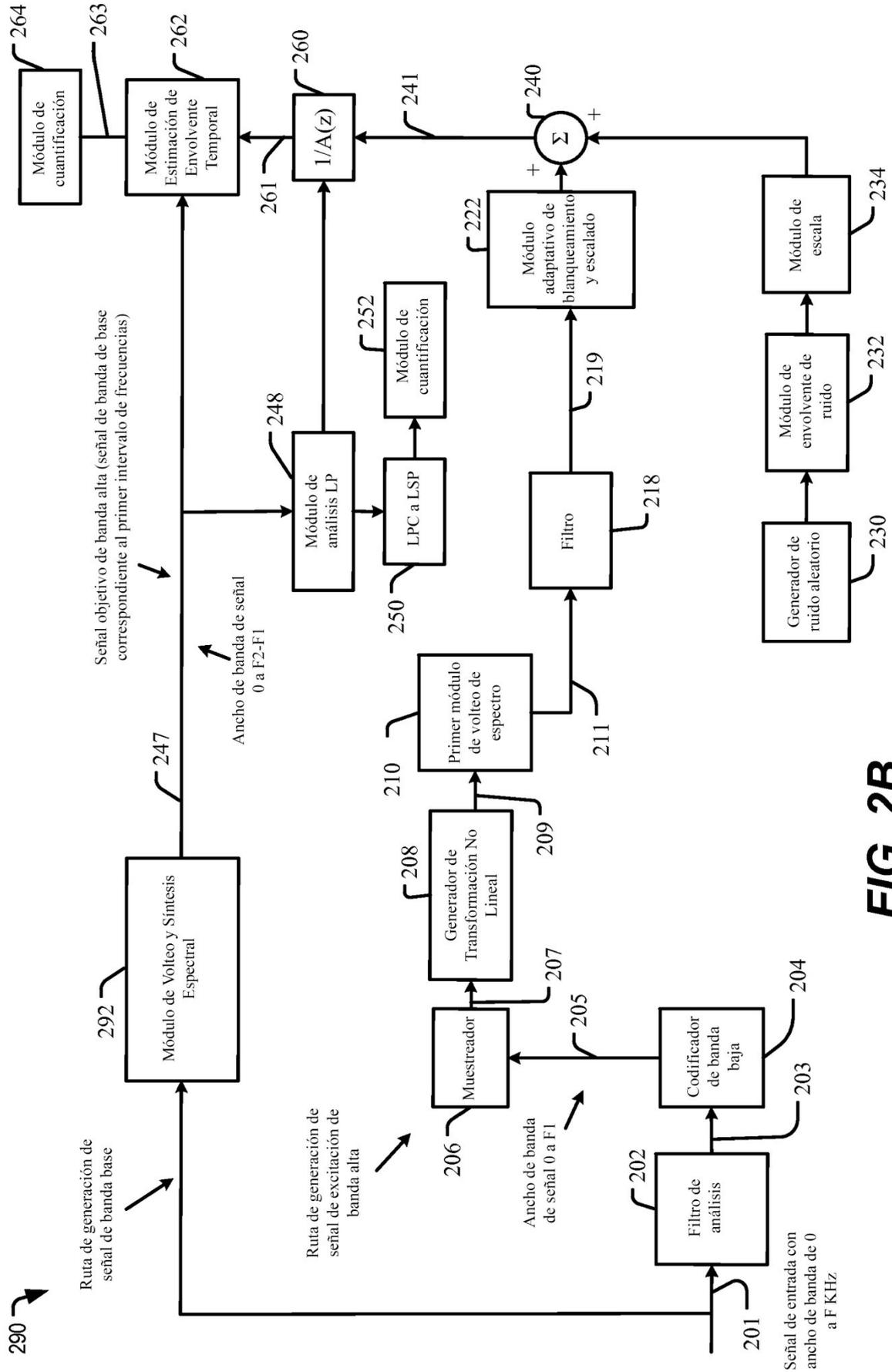


FIG. 2B

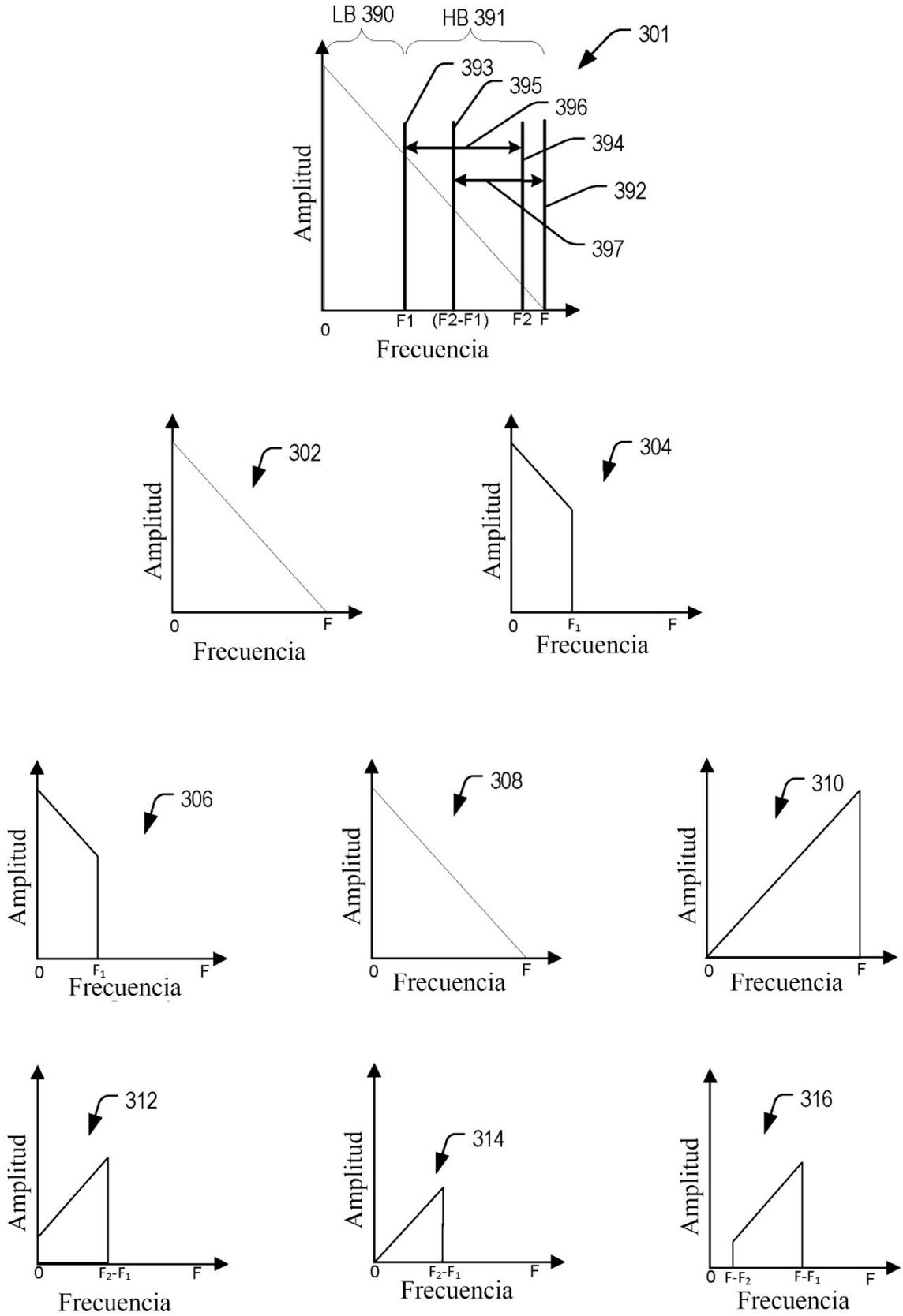


FIG. 3

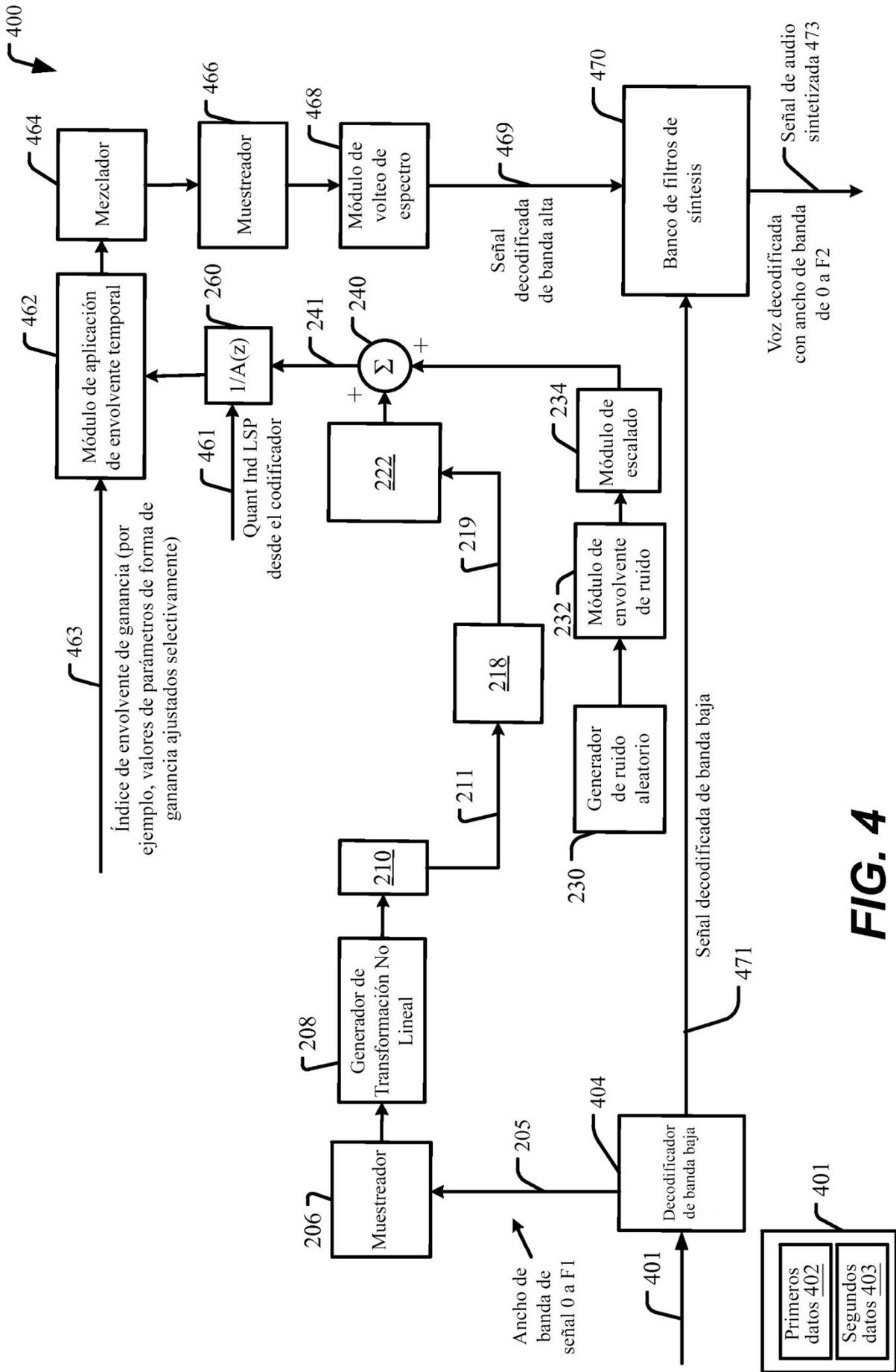


FIG. 4

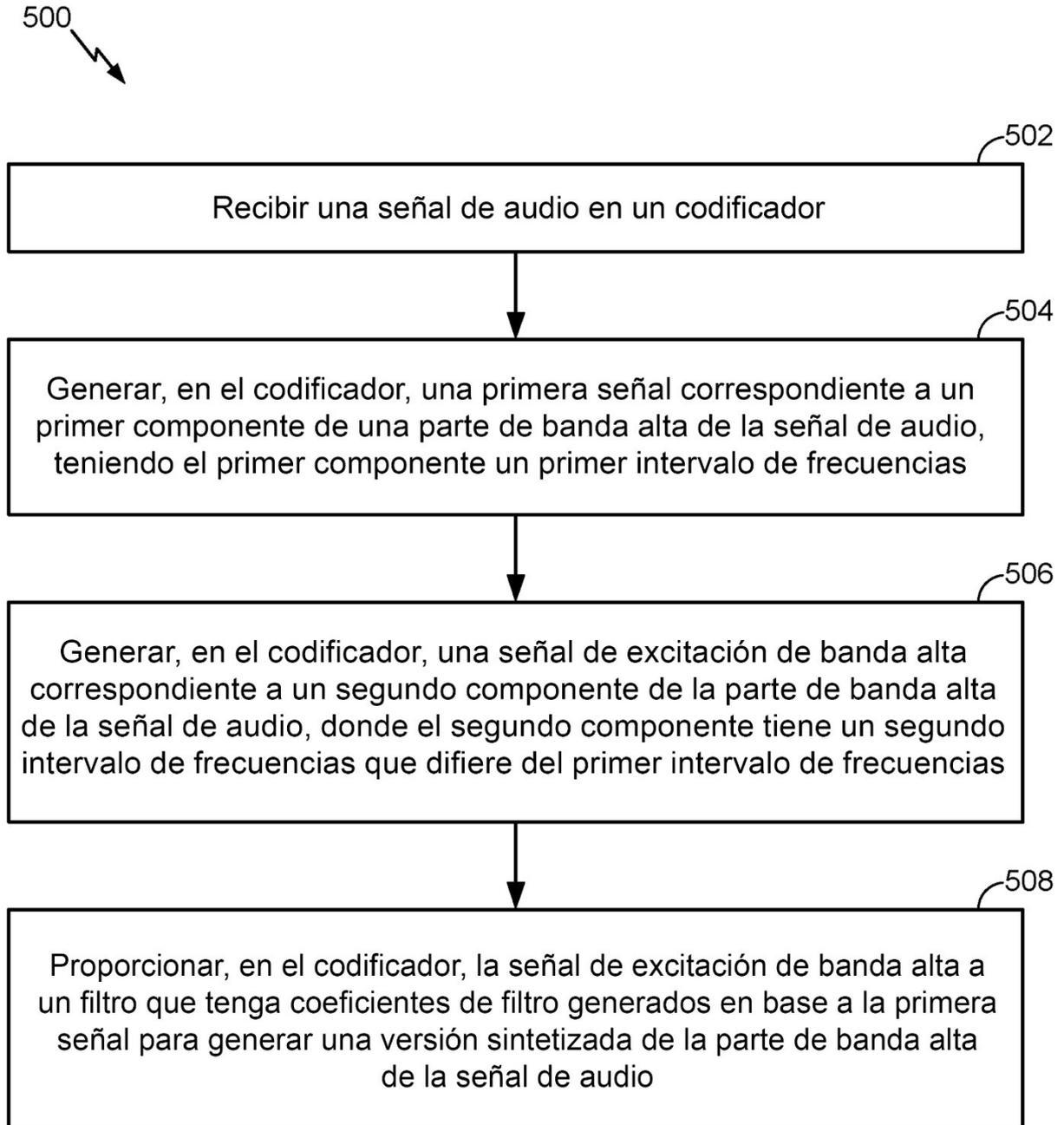


FIG. 5

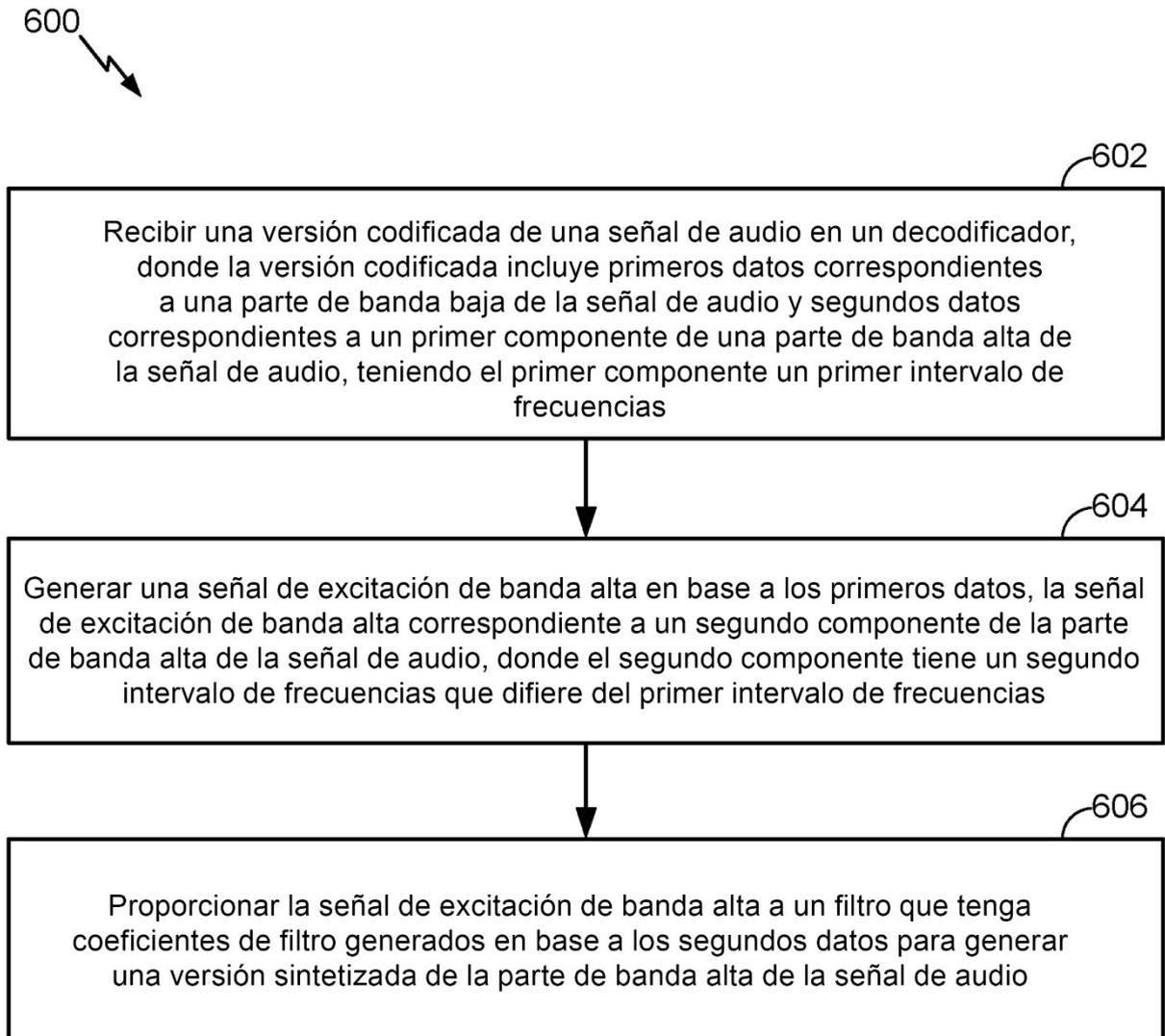


FIG. 6

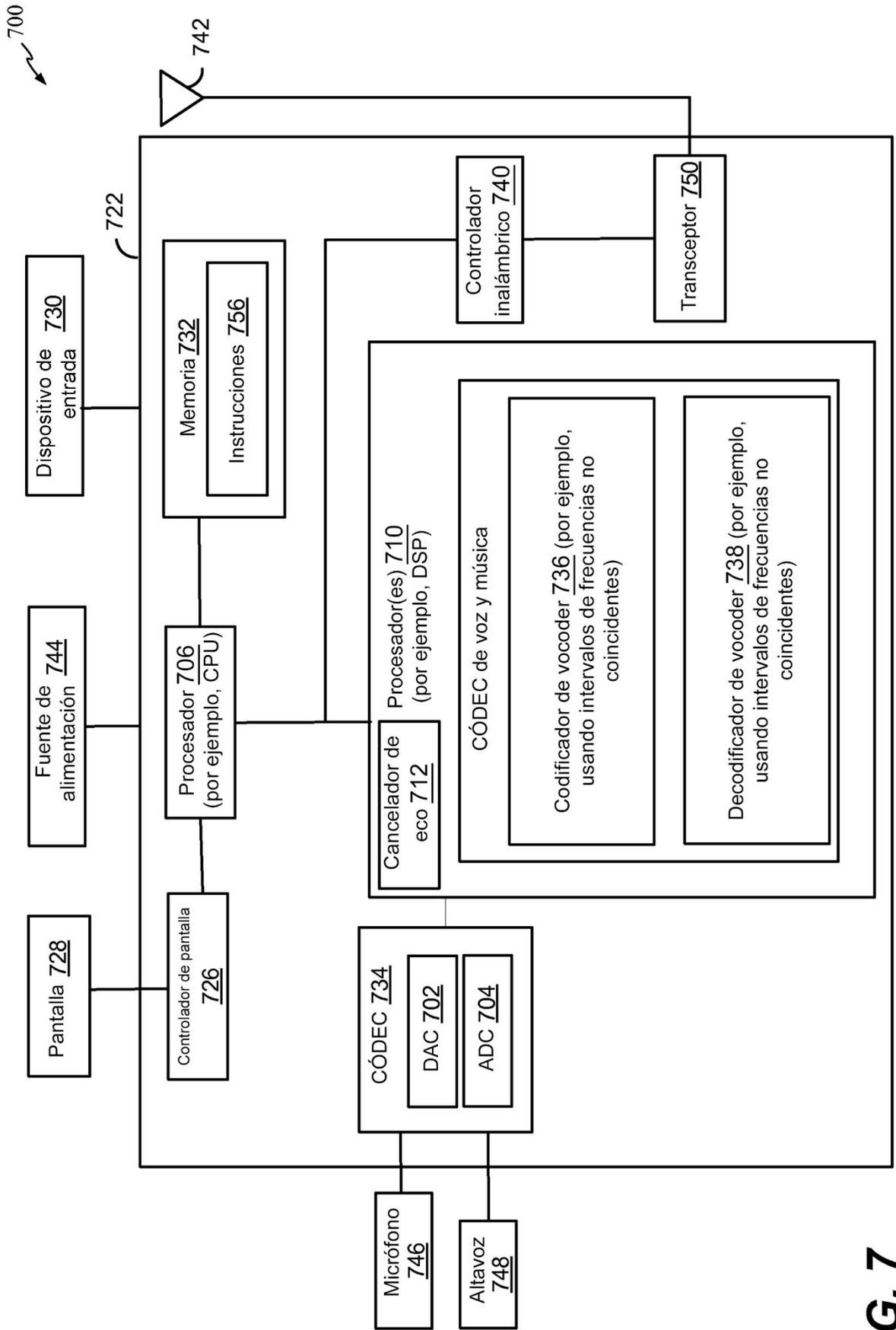


FIG. 7