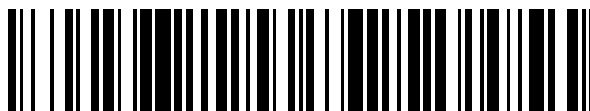


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 755 364**

51 Int. Cl.:

G10L 19/24 (2013.01)

G10L 19/08 (2013.01)

G10L 21/038 (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **31.03.2015 PCT/US2015/023490**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.10.2015 WO15153548**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.03.2015 E 15717337 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.08.2019 EP 3127113**

54 Título: **Codificación de señal de banda alta que utiliza múltiples subbandas**

30 Prioridad:

31.03.2014 US 201461973135 P
30.03.2015 US 201514672868

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
22.04.2020

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

ATTI, VENKATRAMAN S. y
KRISHNAN, VENKATESH

74 Agente/Representante:

FORTEA LAGUNA, Juan José

ES 2 755 364 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 que utiliza múltiples subbandas

5 I. Reivindicación de prioridad

[0001] La presente solicitud reivindica la prioridad de la solicitud estadounidense n.º 14/672.868, presentada el 30 de marzo de 2015, y de la solicitud provisional estadounidense n.º 61/973.135, presentada el 31 de marzo de 2014, ambas tituladas "HIGH-BAND SIGNAL CODING USING MULTIPLE SUB-BANDS [CODIFICACIÓN DE SEÑAL DE BANDA ALTA QUE UTILIZA MÚLTIPLES SUBBANDAS]".

II. Campo

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

III. Descripción de la técnica relacionada

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

[0004] La transmisión de voz mediante 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 la voz reconstruida. Si la voz se transmite mediante 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. A través del uso del análisis de la voz, seguido de la codificación, la transmisión y la resíntesis en un receptor, se puede lograr una reducción significativa en la velocidad de transferencia de datos.

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

[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 síncrono 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 comunicaciones móviles (GSM) y la Norma provisional 95 (IS-95). Un sistema de comunicación de telefonía inalámbrica ejemplar es un sistema de acceso múltiple por división de código (CDMA). La norma IS-95 y sus derivados, IS-95A, ANSI J-STD-008 e IS-95B (denominados conjuntamente en el presente documento IS-95) se promulgan por la Asociación de la Industria de las Telecomunicaciones (TIA) y por otros organismos de normalización conocidos para especificar el uso de una interfaz aérea CDMA para sistemas de comunicación de telefonía celular o PCS.

[0007] Posteriormente, la norma IS-95 se convirtió en sistemas "3G", tales como cdma2000 y WCDMA, que proporcionan más capacidad y servicios de datos por paquetes de alta velocidad. Se presentan dos variaciones de cdma2000 mediante los documentos IS-2000 (cdma2000 1xRTT) e IS-856 (cdma2000 1xEV-DO), publicados 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 está recogida en el Proyecto de Colaboración de Tercera Generación "3GPP", documentos n.º 3G TS 25.211, 3G TS 25.212, 3G TS 25.213 y 3G TS 25.214. La especificación de telecomunicaciones móviles internacionales avanzadas (IMT-Avanzada) expone las normas "4G". La especificación IMT-Avanzada 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).

- 5 **[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 de 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 frecuencia de muestreo de ocho kilohercios (kHz), aunque se puede usar cualquier longitud de trama o frecuencia de muestreo que se considere adecuada para la aplicación particular.
- 10 **[0009]** El codificador analiza la trama de voz entrante para extraer determinados parámetros pertinentes y a continuación 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 a través de 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.
- 15 **[0010]** La función del codificador de voz es comprimir la señal de voz digitalizada en una señal de baja velocidad binaria 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 mediante el codificador de voz es $C_r = N_i/N_o$. El desafío es mantener la alta calidad de voz de la voz descodificada al tiempo que se logra el factor de compresión objetivo. El rendimiento de un codificador de voz depende de (1) lo bien que funcione el modelo de voz, o la combinación del proceso de análisis y síntesis descrito anteriormente, y (2) lo bien que funcione el proceso de cuantificación de parámetros a la velocidad binaria 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.
- 20 **[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 bajo ancho de banda de sistema para la reconstrucción de una señal de voz perceptualmente exacta. El tono, la potencia de señal, la envolvente espectral (o formantes) y los espectros de amplitud y fase son ejemplos de parámetros de codificación de voz.
- 25 **[0012]** Se pueden implementar 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 proceso 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.
- 30 **[0013]** Un codificador de voz de dominio de tiempo es el codificador de predicción lineal excitada por código (CELP). En un codificador CELP, se eliminan las correlaciones a corto plazo, o redundancias, en la señal de voz mediante un análisis de predicción lineal (LP), que encuentra los coeficientes de un filtro de formantes a corto plazo. La aplicación del filtro de predicción a corto plazo a la trama de voz entrante genera una señal residual de LP, que se modela y se cuantifica además con parámetros de filtro de predicción a largo plazo y 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 de LP y de codificación del residuo de LP. Se puede realizar la codificación de dominio de tiempo a una velocidad fija (es decir, usando el mismo número de bits, N_o , para cada trama) o a una velocidad variable (en la que se usan diferentes velocidades binarias 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.
- 35 **[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 proporcionar una excelente calidad de voz siempre que el número de bits, N_o , por trama sea relativamente grande (por ejemplo, 8 kbps o superior). A bajas velocidades binarias (por ejemplo, 4 kbps e inferiores), 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 velocidades binarias, el espacio de libro de códigos limitado reduce la capacidad de adaptación de la forma de onda de los codificadores de dominio de tiempo, que se implantan en aplicaciones comerciales de velocidad más alta. Por lo tanto, a pesar de las mejoras en el transcurso del tiempo, muchos sistemas de codificación CELP que funcionan a bajas velocidades binarias son susceptibles de distorsión perceptualmente significativa caracterizada como ruido.
- 40 **[0012]** Se pueden implementar 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 proceso 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.
- 45 **[0013]** Un codificador de voz de dominio de tiempo es el codificador de predicción lineal excitada por código (CELP). En un codificador CELP, se eliminan las correlaciones a corto plazo, o redundancias, en la señal de voz mediante un análisis de predicción lineal (LP), que encuentra los coeficientes de un filtro de formantes a corto plazo. La aplicación del filtro de predicción a corto plazo a la trama de voz entrante genera una señal residual de LP, que se modela y se cuantifica además con parámetros de filtro de predicción a largo plazo y 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 de LP y de codificación del residuo de LP. Se puede realizar la codificación de dominio de tiempo a una velocidad fija (es decir, usando el mismo número de bits, N_o , para cada trama) o a una velocidad variable (en la que se usan diferentes velocidades binarias 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.
- 50 **[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 proporcionar una excelente calidad de voz siempre que el número de bits, N_o , por trama sea relativamente grande (por ejemplo, 8 kbps o superior). A bajas velocidades binarias (por ejemplo, 4 kbps e inferiores), 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 velocidades binarias, el espacio de libro de códigos limitado reduce la capacidad de adaptación de la forma de onda de los codificadores de dominio de tiempo, que se implantan en aplicaciones comerciales de velocidad más alta. Por lo tanto, a pesar de las mejoras en el transcurso del tiempo, muchos sistemas de codificación CELP que funcionan a bajas velocidades binarias son susceptibles de distorsión perceptualmente significativa caracterizada como ruido.
- 55 **[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 proporcionar una excelente calidad de voz siempre que el número de bits, N_o , por trama sea relativamente grande (por ejemplo, 8 kbps o superior). A bajas velocidades binarias (por ejemplo, 4 kbps e inferiores), 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 velocidades binarias, el espacio de libro de códigos limitado reduce la capacidad de adaptación de la forma de onda de los codificadores de dominio de tiempo, que se implantan en aplicaciones comerciales de velocidad más alta. Por lo tanto, a pesar de las mejoras en el transcurso del tiempo, muchos sistemas de codificación CELP que funcionan a bajas velocidades binarias son susceptibles de distorsión perceptualmente significativa caracterizada como ruido.
- 60 **[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 proporcionar una excelente calidad de voz siempre que el número de bits, N_o , por trama sea relativamente grande (por ejemplo, 8 kbps o superior). A bajas velocidades binarias (por ejemplo, 4 kbps e inferiores), 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 velocidades binarias, el espacio de libro de códigos limitado reduce la capacidad de adaptación de la forma de onda de los codificadores de dominio de tiempo, que se implantan en aplicaciones comerciales de velocidad más alta. Por lo tanto, a pesar de las mejoras en el transcurso del tiempo, muchos sistemas de codificación CELP que funcionan a bajas velocidades binarias son susceptibles de distorsión perceptualmente significativa caracterizada como ruido.
- 65 **[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 proporcionar una excelente calidad de voz siempre que el número de bits, N_o , por trama sea relativamente grande (por ejemplo, 8 kbps o superior). A bajas velocidades binarias (por ejemplo, 4 kbps e inferiores), 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 velocidades binarias, el espacio de libro de códigos limitado reduce la capacidad de adaptación de la forma de onda de los codificadores de dominio de tiempo, que se implantan en aplicaciones comerciales de velocidad más alta. Por lo tanto, a pesar de las mejoras en el transcurso del tiempo, muchos sistemas de codificación CELP que funcionan a bajas velocidades binarias son susceptibles de distorsión perceptualmente significativa caracterizada como ruido.

[0015] Una alternativa a los codificadores CELP a bajas velocidades binarias es el codificador de "predicción lineal excitada por ruido" (NELP), que funciona siguiendo principios similares a un codificador CELP. Los codificadores NELP usan una señal de ruido pseudoaleatorio filtrado para modelar la voz, en lugar de un libro de códigos. Puesto que NELP usa un modelo más simple para la voz codificada, la NELP logra una velocidad binaria más baja que la CELP. La NELP puede usarse para comprimir o representar la voz sorda o el silencio.

[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 vocodificador de LP es ilustrativo de estos codificadores denominados paramétricos.

[0017] Los vocodificadores de LP modelan una señal de voz sonora con un único impulso 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 vocodificadores de LP proporcionan un rendimiento razonable en general, pueden introducir distorsión perceptualmente significativa, caracterizada como zumbido.

[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 sonora. 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 de LP o bien en la señal de voz.

[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 la señal por los dispositivos de comunicación, pérdida de paquetes, limitaciones de ancho de banda, limitaciones de la velocidad binaria, etc.

[0020] El documento US 2014/0088973 A1 divulga un codificador híbrido que detecta cambios de sonidos similares a la música a sonidos de voz. Los sonidos similares a la música son codificados por un primer codificador y los sonidos similares a la voz son codificados por un segundo codificador. Cuando se produce un cambio de los sonidos similares a la música a los sonidos similares a la voz, el codificador rellena un espacio en la señal con una parte de la señal que se produce después de dicho espacio.

[0021] En sistemas telefónicos tradicionales (por ejemplo, redes telefónicas públicas conmutadas (PSTN)), el ancho de banda de señal está limitado al intervalo de frecuencia de 300 hercios (Hz) a 3,4 kHz. En aplicaciones de banda ancha (WB), tales como la telefonía celular y voz sobre protocolo de Internet (VoIP), el ancho de banda de señal puede abarcar el intervalo de frecuencia de 50 Hz a 7 kHz. Las técnicas de codificación de banda superancha (SWB) admiten un ancho de banda que se extiende hasta aproximadamente 16 kHz. La ampliación del ancho de banda de señal desde la telefonía de banda estrecha a 3,4 kHz hasta la telefonía SWB de 16 kHz puede mejorar la calidad de la reconstrucción, la inteligibilidad y la naturalidad de la señal.

[0022] Las técnicas de codificación SWB típicamente 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, a fin de mejorar la eficacia de codificación, puede que la parte de frecuencias más altas de la señal (por ejemplo, de 6,4 kHz a 16 kHz, también denominada "banda alta") no se codifique y transmita totalmente. En su lugar, un receptor puede usar el modelado de señales para predecir la banda alta. En algunas implementaciones, los datos asociados a la banda alta pueden proporcionarse al receptor para facilitar la predicción. Dichos datos pueden denominarse "información secundaria" y pueden incluir información de ganancia, frecuencias espectrales lineales (LSF, también denominadas pares espectrales lineales (LSP)), etc.

[0023] La predicción de la banda alta usando el modelado de señal puede incluir generar una señal de excitación de banda alta en función de datos (por ejemplo, una señal de excitación de banda baja) asociados a 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 un punto de vista computacional. Adicionalmente, la señal de excitación de banda alta puede estar limitada a un ancho de banda de 8 kHz y, por tanto, puede no predecir con exactitud el ancho de banda de 9,6 kHz de la banda alta (por ejemplo, de 6,4 kHz a 16 kHz).

IV. Sumario

[0024] Se divulgan sistemas y procedimientos para generar señales extendidas armónicamente de múltiples bandas para mejorar la predicción de banda alta. Un codificador de voz (por ejemplo, un "vocodificador") puede generar dos o más señales de excitación de banda alta en la banda base para modelar dos o más subpartes de una parte de banda alta de una señal de audio de entrada. Por ejemplo, la parte de banda alta de una señal de audio de entrada puede abarcar desde aproximadamente 6,4 kHz hasta aproximadamente 16 kHz. Un codificador de voz puede generar una primera señal de banda base que representa una primera señal de excitación de banda alta extendiendo de forma no lineal una excitación de banda baja de la señal de audio de entrada y también puede generar una segunda señal de banda base que representa una segunda señal de excitación de banda alta extendiendo de forma no lineal la excitación de banda baja de la señal de audio de entrada. La primera señal de banda base puede abarcar de 0 Hz a 6,4 kHz para representar una primera subbanda de la parte de banda alta de la señal de audio de entrada (por ejemplo, de aproximadamente 6,4 kHz a 12,8 kHz), y la segunda señal de banda base puede abarcar de 0 Hz a 3,2 kHz para representar una segunda subbanda de la parte de banda alta de la señal de audio de entrada (por ejemplo, de aproximadamente 12,8 kHz a 16 kHz). La primera señal de banda base y la segunda señal de banda base, conjuntamente, pueden representar señales de excitación para toda la parte de banda alta de la señal de audio de entrada (por ejemplo, de 6,4 kHz a 16 kHz).

[0025] En un aspecto particular, un procedimiento incluye recibir, en un vocodificador, una señal de audio muestreada a una primera frecuencia de muestreo. El procedimiento también incluye generar una primera señal de banda base correspondiente a una primera subbanda de una parte de banda alta de la señal de audio y generar una segunda señal de banda base correspondiente a una segunda subbanda de la parte de banda alta de la señal de audio. La primera subbanda puede ser distinta de la segunda subbanda. Se pueden omitir las operaciones de filtro de polo cero y las operaciones de mezcla descendente durante la codificación de la primera subbanda y la segunda subbanda.

[0026] En otro aspecto particular, un aparato incluye un vocodificador configurado para recibir una señal de audio muestreada a una primera frecuencia de muestreo. El vocodificador también está configurado para generar una primera señal de banda base correspondiente a una primera subbanda de una parte de banda alta de la señal de audio y para generar una segunda señal de banda base correspondiente a una segunda subbanda de la parte de banda alta de la señal de audio. La primera subbanda puede ser distinta de la segunda subbanda.

[0027] En otro aspecto particular, un medio legible por ordenador no transitorio incluye instrucciones que, cuando son ejecutadas por un procesador dentro de un vocodificador, hacen que el procesador reciba una señal de audio muestreada a una primera frecuencia de muestreo. Las instrucciones también pueden ejecutarse para hacer que el procesador genere una primera señal de banda base correspondiente a una primera subbanda de una parte de banda alta de la señal de audio y para generar una segunda señal de banda base correspondiente a una segunda subbanda de la parte de banda alta de la señal de audio. La primera subbanda puede ser distinta de la segunda subbanda.

[0028] En otro aspecto particular, un aparato incluye medios para recibir una señal de audio muestreada a una primera frecuencia de muestreo. El aparato también incluye medios para generar una primera señal de banda base correspondiente a una primera subbanda de una parte de banda alta de la señal de audio y para generar una segunda señal de banda base correspondiente a una segunda subbanda de la parte de banda alta de la señal de audio. La primera subbanda puede ser distinta de la segunda subbanda.

[0029] En otro aspecto particular, un procedimiento incluye recibir, en un vocodificador, una señal de audio muestreada a una primera frecuencia de muestreo. El procedimiento también incluye generar, en un codificador de banda baja del vocodificador, una señal de excitación de banda baja en función de una parte de banda baja de la señal de audio. El procedimiento incluye, además, generar una primera señal de banda base (por ejemplo, una primera señal de excitación de banda alta) en un codificador de banda alta del vocodificador. Generar la primera señal de banda base incluye realizar una operación de volteo espectral en una versión transformada de forma no lineal (por ejemplo, usando una función de valor absoluto ($| \cdot |$) o una función de elevación al cuadrado $(\cdot)^2$) de la señal de excitación de banda baja. La realización de dicha transformación no lineal en una señal de excitación de banda baja de muestreo ascendente puede extender armónicamente las frecuencias bajas (por ejemplo, hasta 6,4 kHz) a bandas más altas (por ejemplo, 6,4 kHz y superiores). La primera señal de banda base corresponde a una primera subbanda de una parte de banda alta de la señal de audio. El procedimiento también incluye generar una segunda señal de banda base (por ejemplo, una segunda señal de excitación de banda alta) correspondiente a una segunda subbanda de la parte de banda alta de la señal de audio. La primera subbanda es distinta de la segunda subbanda.

[0030] En otro aspecto particular, un aparato incluye un codificador de banda baja de un vocodificador y un codificador de banda alta de un vocodificador. El codificador de banda baja está configurado para recibir una señal de audio muestreada a una primera frecuencia de muestreo. El codificador de banda baja también está configurado para generar una señal de excitación de banda baja basada en una parte de banda baja de la señal de audio. El codificador de banda alta está configurado para generar una primera señal de banda base (por ejemplo, una primera señal de excitación de banda alta). Generar la primera señal de banda base incluye realizar una operación de volteo espectral en una versión transformada de forma no lineal de la señal de excitación de banda baja. La primera señal de banda base corresponde a una primera subbanda de una parte de banda alta de la señal de audio. El codificador de banda

alta también está configurado para generar una segunda señal de banda base (por ejemplo, una segunda señal de excitación de banda alta) correspondiente a una segunda subbanda de la parte de banda alta de la señal de audio. La primera subbanda es distinta de la segunda subbanda.

5 **[0031]** En otro aspecto particular, un medio legible por ordenador no transitorio incluye instrucciones que, cuando son ejecutadas por un procesador dentro de un vocodificador, hacen que el procesador realice operaciones. Las operaciones incluyen recibir una señal de audio muestreada a una primera frecuencia de muestreo. Las operaciones también incluyen generar, en un codificador de banda baja del vocodificador, una señal de excitación de banda baja basada en una parte de banda baja de la señal de audio. Las operaciones incluyen, además, generar una primera
10 señal de banda base (por ejemplo, una primera señal de excitación de banda alta) en un codificador de banda alta del vocodificador. Generar la primera señal de banda base incluye realizar una operación de volteo espectral en una versión transformada de forma no lineal de la señal de excitación de banda baja. La primera señal de banda base corresponde a una primera subbanda de una parte de banda alta de la señal de audio. Las operaciones también incluyen generar una segunda señal de banda base (por ejemplo, una segunda señal de excitación de banda alta)
15 correspondiente a una segunda subbanda de la parte de banda alta de la señal de audio. La primera subbanda es distinta de la segunda subbanda.

[0032] En otro aspecto particular, un aparato incluye medios para recibir una señal de audio muestreada a una primera frecuencia de muestreo. El aparato también incluye medios para generar una señal de excitación de banda
20 baja basada en una parte de banda baja de la señal de audio. El aparato incluye, además, medios para generar una primera señal de banda base (por ejemplo, una primera señal de excitación de banda alta). Generar la primera señal de banda base incluye realizar, en un codificador de banda alta del vocodificador, una operación de volteo espectral en una versión transformada de forma no lineal de la señal de excitación de banda baja. La primera señal de banda base corresponde a una primera subbanda de una parte de banda alta de la señal de audio. El aparato también incluye
25 medios para generar una segunda señal de banda base (por ejemplo, una segunda señal de excitación de banda alta) correspondiente a una segunda subbanda de la parte de banda alta de la señal de audio. La primera subbanda es distinta de la segunda subbanda.

[0033] En otro aspecto particular, un procedimiento incluye recibir, en un vocodificador, una señal de audio que tiene una parte de banda baja y una parte de banda alta. El procedimiento también incluye generar, en un codificador de banda baja del vocodificador, una señal de excitación de banda baja en función de la parte de banda baja de la señal de audio. Además, el procedimiento incluye generar, en un codificador de banda alta del vocodificador, una primera
30 señal de banda base (por ejemplo, una primera señal de excitación de banda alta) en función del muestreo ascendente de la señal de excitación de banda baja. El procedimiento también incluye generar una segunda señal de banda base (por ejemplo, una segunda señal de excitación de banda alta) en función de la primera señal de banda base. La primera señal de banda base corresponde a una primera subbanda de la parte de banda alta de la señal de audio, y la segunda señal de banda base corresponde a una segunda subbanda de la parte de banda alta de la señal de audio.
35

[0034] En otro aspecto particular, un aparato incluye un vocodificador que tiene un codificador de banda baja y un
40 codificador de banda alta. El codificador de banda baja está configurado para generar una señal de excitación de banda baja basándose en una parte de banda baja de una señal de audio. La señal de audio también incluye una parte de banda alta. El codificador de banda alta está configurado para generar una primera señal de banda base (por ejemplo, una primera señal de excitación de banda alta) en función del muestreo ascendente de la señal de excitación de banda baja. Además, el codificador de banda alta está configurado para generar una segunda señal de banda base
45 (por ejemplo, una segunda señal de excitación de banda alta) en función de la primera señal de banda base. La primera señal de banda base corresponde a una primera subbanda de la parte de banda alta de la señal de audio, y la segunda señal de banda base corresponde a una segunda subbanda de la parte de banda alta de la señal de audio.

[0035] En otro aspecto particular, un medio legible por ordenador no transitorio incluye instrucciones que, cuando son ejecutadas por un procesador dentro de un vocodificador, hacen que el procesador realice operaciones. Las operaciones incluyen recibir una señal de audio que tiene una parte de banda baja y una parte de banda alta. Las operaciones también incluyen generar una señal de excitación de banda baja en función de la parte de banda baja de la señal de audio. Además, las operaciones incluyen generar, en un codificador de banda alta del vocodificador, una
50 primera señal de banda base (por ejemplo, una primera señal de excitación de banda alta) en función del muestreo ascendente de la señal de excitación de banda baja. Las operaciones también incluyen generar una segunda señal de banda base (por ejemplo, una segunda señal de excitación de banda alta) en función de la primera señal de banda base. La primera señal de banda base corresponde a una primera subbanda de la parte de banda alta de la señal de audio, y la segunda señal de banda base corresponde a una segunda subbanda de la parte de banda alta de la señal de audio.
55

[0036] En otro aspecto particular, un aparato incluye medios para recibir una señal de audio que tiene una parte de banda baja y una parte de banda alta. El aparato también incluye medios para generar una señal de excitación de banda baja en función de la parte de banda baja de la señal de audio. Además, el aparato incluye medios para generar una primera
60 señal de banda base (por ejemplo, una primera señal de excitación de banda alta) en función del muestreo ascendente de la señal de excitación de banda baja. El aparato también incluye medios para generar una segunda señal de banda base (por ejemplo, una segunda señal de excitación de banda alta) en función de la primera señal de
65

banda base. La primera señal de banda base corresponde a una primera subbanda de la parte de banda alta de la señal de audio, y la segunda señal de banda base corresponde a una segunda subbanda de la parte de banda alta de la señal de audio.

5 **[0037]** En otro aspecto particular, un procedimiento incluye recibir, en un decodificador, una señal de audio codificada desde un codificador. La señal de audio codificada puede incluir una señal de excitación de banda baja. El procedimiento también incluye la reconstrucción de una primera subbanda de una parte de banda alta de una señal de audio a partir de la señal de audio codificada en función de la señal de excitación de banda baja. El procedimiento incluye además reconstruir una segunda subbanda de la parte de banda alta de la señal de audio a partir de la señal de audio codificada en función de la señal de excitación de banda baja. Por ejemplo, la segunda subbanda puede reconstruirse en función del muestreo ascendente de la señal de excitación de banda baja de acuerdo con una primera proporción de muestreo ascendente y también en función del muestreo ascendente de la señal de excitación de banda baja de acuerdo con una segunda proporción de muestreo ascendente.

15 **[0038]** En otro aspecto particular, un aparato incluye un decodificador configurado para recibir una señal de audio codificada desde un codificador. La señal de audio codificada puede incluir una señal de excitación de banda baja. El decodificador también está configurado para reconstruir una primera subbanda de una parte de banda alta de una señal de audio a partir de la señal de audio codificada en función de la señal de excitación de banda baja. Además, el decodificador está configurado para reconstruir una segunda subbanda de la parte de banda alta de la señal de audio a partir de la señal de audio codificada en función de la señal de excitación de banda baja.

20 **[0039]** En otro aspecto particular, un medio legible por ordenador no transitorio incluye instrucciones que, cuando son ejecutadas por un procesador dentro de un decodificador, hacen que el procesador reciba una señal de audio codificada desde un codificador. La señal de audio codificada puede incluir una señal de excitación de banda baja. Las instrucciones también pueden ejecutarse para hacer que el procesador reconstruya una primera subbanda de una parte de banda alta de una señal de audio a partir de la señal de audio codificada en función de la señal de excitación de banda baja. Además, las instrucciones pueden ejecutarse para hacer que el procesador reconstruya una segunda subbanda de la parte de banda alta de la señal de audio a partir de la señal de audio codificada en función de la señal de excitación de banda baja.

25 **[0040]** En otro aspecto particular, un aparato incluye medios para recibir una señal de audio codificada desde un codificador. La señal de audio codificada puede incluir una señal de excitación de banda baja. El aparato también incluye medios para la reconstrucción de una primera subbanda de una parte de banda alta de una señal de audio a partir de la señal de audio codificada en función de la señal de excitación de banda baja. Además, el aparato incluye medios para reconstruir una segunda subbanda de la parte de banda alta de la señal de audio a partir de la señal de audio codificada en función de la señal de excitación de banda baja.

30 **[0041]** Las ventajas particulares proporcionadas por al menos uno de los aspectos divulgados incluyen la reducción de operaciones complejas y computacionalmente costosas asociadas al filtrado de polo cero y la mezcla descendente durante la generación de señales de excitación de banda alta y señales sintetizadas de banda alta. Otros aspectos, ventajas y características de la presente divulgación resultarán evidentes después de revisar toda la solicitud, incluyendo las siguientes secciones: Breve descripción de los dibujos, Descripción detallada y Reivindicaciones.

35 **V. Breve descripción de los dibujos**

40 **[0042]**

45 La FIG. 1 es un diagrama que ilustra un aspecto particular de un sistema que se puede hacer funcionar para generar señales extendidas armónicamente de múltiples bandas;

50 la FIG. 2A es un diagrama que ilustra ejemplos particulares del generador de excitación de banda alta de la FIG. 1;

55 la FIG. 2B es un diagrama que ilustra otro ejemplo particular del generador de excitación de banda alta de la FIG. 1;

la FIG. 3 incluye diagramas que ilustran la generación de banda superancha de una señal extendida armónicamente de banda única de acuerdo con un primer modo;

60 la FIG. 4A incluye diagramas que ilustran la generación de banda superancha de señales extendidas armónicamente de múltiples bandas de acuerdo con un segundo modo;

65 la FIG. 4B incluye diagramas que ilustran la generación de banda completa de señales extendidas armónicamente de múltiples bandas de acuerdo con el segundo modo;

la FIG. 5 es un diagrama que ilustra aspectos particulares de los circuitos de generación de banda alta de la FIG. 1;

5 la FIG. 6 incluye diagramas que ilustran la generación de una versión de banda base de banda única de una parte de banda alta de una señal de audio de entrada de acuerdo con un primer modo;

la FIG. 7A incluye diagramas que ilustran la generación de banda superancha de una versión de banda base de múltiples bandas de una parte de banda alta de una señal de audio de entrada de acuerdo con un segundo modo;

10 la FIG. 7B incluye diagramas que ilustran la generación de banda completa de una versión de banda base de múltiples bandas de una parte de banda alta de una señal de audio de entrada de acuerdo con un segundo modo;

la FIG. 8 es un diagrama que ilustra un aspecto particular de un sistema que se puede hacer funcionar para reconstruir múltiples subbandas de una parte de banda alta de una señal de audio de entrada;

15 la FIG. 9 es un diagrama que ilustra un aspecto particular de los circuitos de síntesis de banda alta dual de la FIG. 8 que están configurados para generar múltiples subbandas de la parte de banda alta de la señal de audio de entrada;

20 la FIG. 10 incluye diagramas que ilustran la generación de múltiples subbandas de la parte de banda alta de la señal de audio de entrada;

la FIG. 11 representa un diagrama de flujo que ilustra un aspecto particular de un procedimiento de generación de señales de banda base;

25 la FIG. 12 representa un diagrama de flujo que ilustra un aspecto particular de un procedimiento de reconstrucción de múltiples subbandas de una parte de banda alta de una señal de audio de entrada;

30 la FIG. 13 representa diagramas de flujo que ilustran otro aspecto particular de los procedimientos de generación de señales de banda base; y

la FIG. 14 es un diagrama de bloques de un dispositivo inalámbrico que se puede hacer funcionar para realizar operaciones de procesamiento de señales de acuerdo con los sistemas, diagramas y procedimientos de las FIGS. 1-13.

35 VI. Descripción detallada

[0043] En referencia a la FIG. 1, se muestra y se designa en general por 100 un aspecto particular de un sistema que se puede hacer funcionar para generar señales extendidas armónicamente de múltiples bandas. En un aspecto particular, el sistema 100 puede estar integrado en un sistema o aparato de codificación (por ejemplo, en un codificador/decodificador (CÓDEC) de un teléfono inalámbrico). En otros aspectos, el sistema 100 puede estar integrado en un decodificador, un reproductor de música, un reproductor de vídeo, una unidad de entretenimiento, un dispositivo de navegación, un dispositivo de comunicaciones, un PDA, una unidad de datos de ubicación fija o un ordenador, como ejemplos ilustrativos no limitantes. En un aspecto particular, el sistema 100 puede corresponder a, o estar incluido en, un vocodificador.

[0044] Caber destacar que, en la siguiente descripción, se indica que diversas funciones realizadas por el sistema 100 de la FIG. 1 son realizadas por determinados componentes o módulos. Sin embargo, esta división de componentes y módulos solo tiene fines ilustrativos. En un aspecto alternativo, una función realizada por un componente o módulo particular se puede dividir, en cambio, en múltiples componentes o módulos. Además, en un aspecto alternativo, dos o más componentes o módulos de la FIG. 1 se pueden integrar 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 puertas programables *in situ* (FPGA), un circuito integrado específico de la aplicación (ASIC), un procesador de señales digitales (DSP), un controlador, etc.), software (por ejemplo, instrucciones ejecutables por un procesador), o cualquier combinación de los mismos.

[0045] El sistema 100 incluye una batería de filtros de análisis 110 que está configurado para recibir una señal de audio de entrada 102. Por ejemplo, se puede proporcionar la señal de audio de entrada 102 mediante un micrófono u otro dispositivo de entrada. En un aspecto particular, la señal de audio de entrada 102 puede incluir voz. La señal de audio de entrada 102 puede incluir contenido de voz en el intervalo de frecuencia desde aproximadamente 0 Hz hasta aproximadamente 16 kHz. Como se usa en el presente documento, "aproximadamente" puede incluir frecuencias dentro de un intervalo particular de la frecuencia descrita. Por ejemplo, "aproximadamente" puede incluir frecuencias dentro del diez por ciento de la frecuencia descrita, el cinco por ciento de la frecuencia descrita, el uno por ciento de la frecuencia descrita, etc. Como ejemplo ilustrativo no limitante, "aproximadamente 16 kHz" puede incluir frecuencias desde 15,2 kHz (por ejemplo, $16 \text{ kHz} - 16 \text{ kHz} * 0,05$) a 16,8 kHz (por ejemplo, $16 \text{ kHz} + 16 \text{ kHz} * 0,05$). El banco de filtros de análisis 110 puede filtrar la señal de audio de entrada 102 como múltiples partes basándose en la frecuencia.

Por ejemplo, la batería de filtros de análisis 110 puede incluir un filtro de paso bajo (LPF) 104 y circuitos de generación de banda alta 106. La señal de audio de entrada 102 puede proporcionarse al filtro de paso bajo 104 y a los circuitos de generación de banda alta 106. El filtro de paso bajo 104 puede estar configurado para filtrar componentes de alta frecuencia de la señal de audio de entrada 102 para generar una señal de banda baja 122. Por ejemplo, el filtro de paso bajo 104 puede tener una frecuencia de corte de aproximadamente 6,4 kHz para generar la señal de banda baja 122 que tiene un ancho de banda que se extiende desde aproximadamente 0 Hz hasta aproximadamente 6,4 kHz.

[0046] Los circuitos de generación de banda alta 106 pueden estar configurados para generar versiones de banda base 126, 127 de señales de banda alta 124, 125 (por ejemplo, una versión de banda base 126 de una primera señal de banda alta 124 y una versión de banda base 127 de una segunda señal de banda alta 125) en función de la señal de audio de entrada 102. Por ejemplo, la banda alta de la señal de audio de entrada 102 puede corresponder a componentes de la señal de audio de entrada 102 que ocupan el intervalo de frecuencia entre aproximadamente 6,4 kHz y aproximadamente 16 kHz. La banda alta de la señal de audio de entrada 102 puede dividirse en la primera señal de banda alta 124 (por ejemplo, una primera subbanda que abarca desde aproximadamente 6,4 kHz hasta aproximadamente 12,8 kHz) y la segunda señal de banda alta 125 (por ejemplo, una segunda subbanda que abarca desde aproximadamente 12,8 kHz hasta aproximadamente 16 kHz). La versión de banda base 126 de la primera señal de banda alta 124 puede tener un ancho de banda de 6,4 kHz (por ejemplo, 0 Hz - 6,4 kHz) y puede representar el ancho de banda de 6,4 kHz de la primera señal de banda alta 124 (por ejemplo, el intervalo de frecuencia de 6,4 kHz - 12,8 kHz). De forma similar, la versión de banda base 127 de la segunda señal de banda alta 125 puede tener un ancho de banda de 3,2 kHz (por ejemplo, 0 Hz - 3,2 kHz) y puede representar el ancho de banda de 3,2 kHz de la segunda señal de banda alta 125 (por ejemplo, el intervalo de frecuencia de 12,8 kHz - 16 kHz). Cabe destacar que los intervalos de frecuencia descritos anteriormente son solo para fines ilustrativos y no deben interpretarse como limitantes. En otros aspectos, los circuitos de generación de banda alta 106 pueden generar más de dos señales de banda base. Ejemplos del funcionamiento de los circuitos de generación de banda alta 106 se describen con más detalle con respecto a las FIGS. 5-7B. En otro aspecto particular, los circuitos de generación de banda alta 106 pueden integrarse en un módulo de análisis de banda alta 150.

[0047] El ejemplo anterior ilustra el filtrado para la codificación de SWB (por ejemplo, codificación desde aproximadamente 0 Hz hasta 16 kHz). En otros ejemplos, la batería de filtros de análisis 110 puede filtrar una señal de audio de entrada para la codificación de banda completa (FB) (por ejemplo, codificación desde aproximadamente 0 Hz hasta 20 kHz). A modo de ilustración, la señal de audio de entrada 102 puede incluir contenido de voz en el intervalo de frecuencia desde aproximadamente 0 Hz hasta aproximadamente 20 kHz. El filtro de paso bajo 104 puede tener una frecuencia de corte de aproximadamente 8 kHz para generar la señal de banda baja 122 que tiene un ancho de banda que se extiende desde aproximadamente 0 Hz hasta aproximadamente 8 kHz. De acuerdo con la codificación de FB, la banda alta de la señal de audio de entrada 102 puede corresponder a componentes de la señal de audio de entrada 102 que ocupan el intervalo de frecuencia entre aproximadamente 8 kHz y aproximadamente 20 kHz. La banda alta de la señal de audio de entrada 102 puede dividirse en la primera señal de banda alta 124 (por ejemplo, una primera subbanda que abarca desde aproximadamente 8 kHz hasta aproximadamente 16 kHz) y la segunda señal de banda alta 125 (por ejemplo, una segunda subbanda que abarca desde aproximadamente 16 kHz hasta aproximadamente 20 kHz). La versión de banda base 126 de la primera señal de banda alta 124 puede tener un ancho de banda de 8 kHz (por ejemplo, 0 Hz - 8 kHz) y puede representar el ancho de banda de 8 kHz de la primera señal de banda alta 124 (por ejemplo, el intervalo de frecuencia de 8 kHz - 16 kHz). De forma similar, la versión de banda base 127 de la segunda señal de banda alta 125 puede tener un ancho de banda de 4 kHz (por ejemplo, 0 Hz - 4 kHz) y puede representar el ancho de banda de 4 kHz de la segunda señal de banda alta 125 (por ejemplo, el intervalo de frecuencia de 16 kHz - 20 kHz).

[0048] Para facilitar la ilustración, a menos que se indique lo contrario, se describe la siguiente descripción en general con respecto a la codificación de SWB. Sin embargo, se pueden aplicar técnicas similares para realizar la codificación de FB. Por ejemplo, el ancho de banda, y por tanto el intervalo de frecuencia, de cada señal descrita con respecto a las FIGS. 1-4A, 5-7A y 8-13 para la codificación de SWB se pueden extender en un factor de aproximadamente 1,25 para realizar la codificación de FB. Como ejemplo no limitante, una señal de excitación de banda alta (en la banda base) descrita para la codificación de SWB como que tiene un intervalo de frecuencia que abarca desde 0 Hz hasta 6,4 kHz puede tener un intervalo de frecuencia que abarca desde 0 Hz hasta 8 kHz en una implementación de codificación de FB. Se describen ejemplos no limitantes a la hora de extender dichas técnicas a la codificación de FB con respecto a las FIGS. 4B y 7B.

[0049] El sistema 100 puede incluir un módulo de análisis de banda baja 130 configurado para recibir la señal de banda baja 122. En un aspecto particular, el módulo de análisis de banda baja 130 puede representar un codificador CELP. El módulo de análisis de banda baja 130 puede incluir un módulo de análisis y codificación de LP 132, un módulo de transformación de coeficientes de predicción lineal (LPC) a LSP 134 y un cuantificador 136. Los LSP también pueden denominarse LSF, y los dos términos (LSP y LSF) se pueden usar de manera intercambiable en el presente documento. El módulo de análisis y codificación de LP 132 puede codificar una envolvente espectral de la señal de banda baja 122 como un conjunto de LPC. Se pueden generar LPC para cada trama de audio (por ejemplo, 20 ms de audio, correspondientes a 320 muestras a una frecuencia de muestreo de 16 kHz), para cada subtrama de audio (por ejemplo, 5 ms de audio) o para cualquier combinación de las mismas. El número de LPC generados para cada trama o subtrama puede determinarse mediante el "orden" del análisis de LP realizado. En un aspecto particular,

el módulo de análisis y codificación de LP 132 puede generar un conjunto de once LPC correspondientes a un análisis de LP de orden diez.

5 **[0050]** El módulo de transformación de LPC a LSP 134 puede transformar el conjunto de LPC generados por el módulo de análisis y codificación de LP 132 en un conjunto correspondiente de LSP (por ejemplo, usando una transformación de uno a uno). De forma alternativa, puede realizarse la transformación de uno a uno del conjunto de LPC en un conjunto correspondiente de coeficientes de correlación parcial, valores de relación de área logarítmica, pares espectrales de inmitancia (ISP) o frecuencias espectrales de inmitancia (ISF). La transformación entre el conjunto de LPC y el conjunto de LSP puede revertirse sin errores.

10 **[0051]** El cuantificador 136 puede cuantificar el conjunto de LSP generados por el módulo de transformación 134. Por ejemplo, el cuantificador 136 puede incluir, o estar acoplado a, múltiples libros de códigos que incluyen múltiples entradas (por ejemplo, vectores). Para cuantificar el conjunto de LSP, el cuantificador 136 puede identificar entradas de libros de códigos que estén "más cercanas a" (por ejemplo, en función de una medida de distorsión tal como mínimos cuadrados o error cuadrático medio) el conjunto de los 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 están incluidos en un flujo de bits de banda baja 142.

15 **[0052]** El módulo de análisis de banda baja 130 también puede generar una señal de excitación de banda baja 144. Por ejemplo, la señal de excitación de banda baja 144 puede ser una señal codificada que se genera cuantificando una señal residual de LP que se genera durante el proceso LP realizado por el módulo de análisis de banda baja 130. La señal residual de LP puede representar un error de predicción de la señal de excitación de banda baja 144.

20 **[0053]** Además, el sistema 100 puede incluir un módulo de análisis de banda alta 150 configurado para recibir las versiones de banda base 126, 127 de las señales de banda alta 124, 125 desde la batería de filtros de análisis 110 y recibir la señal de excitación de banda baja 144 desde el módulo de análisis de banda baja 130. El módulo de análisis de banda alta 150 puede generar información secundaria de banda alta 172 basándose en las versiones de banda base 126, 127 de las señales de banda alta 124, 125 y basándose en la señal de excitación de banda baja 144. Por ejemplo, la información secundaria de banda alta 172 puede incluir LSP de banda alta, información de ganancia y/o información de fase.

25 **[0054]** Como se ilustra, el módulo de análisis de banda alta 150 puede incluir un módulo de análisis y codificación de LP 152, un módulo de transformación de LPC a LSP 154 y un cuantificador 156. Cada uno del módulo de análisis y codificación de LP 152, el módulo de transformación 154 y el cuantificador 156 puede funcionar como se ha descrito anteriormente con referencia a los 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 análisis y codificación de LP 152 puede generar un primer conjunto de LPC para la versión de banda base 126 de la primera señal de banda alta 124 que se transforma en un primer conjunto de LSP mediante el módulo de transformación 154 y se cuantifica mediante el cuantificador 156 en función de un libro de códigos 163. Adicionalmente, el módulo de análisis y codificación de LP 152 puede generar un segundo conjunto de LPC para la versión de banda base 127 de la segunda señal de banda alta 125 que se transforma en un segundo conjunto de LSP mediante el módulo de transformación 154 y se cuantifica mediante el cuantificador 156 en función del libro de códigos 163. Debido a que la segunda subbanda (por ejemplo, la segunda señal de banda alta 125) corresponde a un espectro de frecuencia que tiene un valor perceptivo reducido en comparación con la primera subbanda (por ejemplo, la primera señal de banda alta 124), el segundo conjunto de LPC puede reducirse en comparación con el primer conjunto de LPC (por ejemplo, usando un filtro de orden menor) para una mayor eficiencia de codificación.

30 **[0055]** El módulo de análisis y codificación de LP 152, el módulo de transformación 154 y el cuantificador 156 pueden usar las versiones de banda base 126, 127 de las señales de banda alta 124, 125 para determinar información de filtro de banda alta (por ejemplo, los LSP de banda alta) que esté incluida en la información secundaria de banda alta 172. Por ejemplo, el módulo de análisis y codificación de LP 152, el módulo de transformación 154 y el cuantificador 156 pueden usar la versión de banda base 126 de la primera señal de banda alta 124 y una primera señal de excitación de banda alta 162 para determinar un primer conjunto de información secundaria de banda alta 172 para el ancho de banda entre 6,4 kHz y 12,8 kHz. El primer conjunto de información secundaria de banda alta 172 puede corresponder a un desplazamiento de fase entre la versión de banda base 126 de la primera señal de banda alta 124 y la primera señal de excitación de banda alta 162, una ganancia asociada a la versión de banda base 126 de la primera señal de banda alta 124 y la primera señal de excitación de banda alta 162, etc. Además, el módulo de análisis y codificación de LP 152, el módulo de transformación 154 y el cuantificador 156 pueden usar la versión de banda base 127 de la segunda señal de banda alta 125 y una segunda señal de excitación de banda alta 164 para determinar un segundo conjunto de información secundaria de banda alta 172 para el ancho de banda entre 12,8 kHz y 16 kHz. El segundo conjunto de información secundaria de banda alta 172 puede corresponder a un desplazamiento de fase entre la versión de banda base 127 de la segunda señal de banda alta 125 y la segunda señal de excitación de banda alta 164, una ganancia asociada a la versión de banda base 127 de la segunda señal de banda alta 125 y la segunda señal de excitación de banda alta 164, etc.

[0056] El cuantificador 156 puede estar configurado para cuantificar un conjunto de valores de frecuencia espectrales, tales como los LSP proporcionados por el módulo de transformación 154. En otros aspectos, el cuantificador 156 puede recibir y cuantificar conjuntos de otro u otros tipos de valores de frecuencia espectral, además de, o en lugar de, LSF o LSP. Por ejemplo, el cuantificador 156 puede recibir y cuantificar un conjunto de LPC generados por el módulo de análisis y codificación de LP 152. Otros ejemplos incluyen conjuntos de coeficientes de correlación parcial, valores de relación de área logarítmica e ISF que se pueden recibir y cuantificar en el cuantificador 156. El cuantificador 156 puede incluir un cuantificador vectorial que codifica un vector de entrada (por ejemplo, un conjunto de valores de frecuencia espectral en un formato vectorial) como un índice para una entrada correspondiente en una tabla o libro de códigos, tal como el libro de códigos 163. Como otro ejemplo, el cuantificador 156 puede configurarse para determinar uno o más parámetros a partir de los cuales el vector de entrada puede generarse dinámicamente en un decodificador, tal como en una implementación de libro de códigos disperso, en lugar de recuperarse desde el almacenamiento. A modo de ilustración, se pueden aplicar ejemplos de libros de códigos dispersos en esquemas de codificación tales como CELP y códecs de acuerdo con normas industriales tales como EVRC (Código de Velocidad Variable Mejorada) del 3GPP2 (Proyecto 2 de Colaboración de Tercera Generación). En otro aspecto, el módulo de análisis de banda alta 150 puede incluir el cuantificador 156 y puede configurarse para usar una pluralidad de vectores de libro de códigos para generar señales sintetizadas (por ejemplo, de acuerdo con un conjunto de parámetros de filtro) y seleccionar uno de los vectores de libro de códigos asociado a la señal sintetizada que mejor se ajuste a las versiones de banda base 126, 127 de las señales de banda alta 124, 125, tal como en un dominio ponderado perceptualmente.

[0057] El módulo de análisis de banda alta 150 también puede incluir un generador de excitación de banda alta 160 (por ejemplo, un generador de excitación no lineal de múltiples bandas). El generador de excitación de banda alta 160 puede generar múltiples señales de excitación de banda alta 162, 164 (por ejemplo, señales extendidas armónicamente) que tienen diferentes anchos de banda en función de la señal de excitación de banda baja 144 del módulo de análisis de banda baja 130. Por ejemplo, el generador de excitación de banda alta 160 puede generar una primera señal de excitación de banda alta 162 que ocupa un ancho de banda de banda base de aproximadamente 6,4 kHz (correspondiente al ancho de banda de componentes de la señal de audio de entrada 102 que ocupa el intervalo de frecuencia entre aproximadamente 6,4 kHz y 12,8 kHz) y una segunda señal de excitación de banda alta 164 que ocupa un ancho de banda de banda base de aproximadamente 3,2 kHz (correspondiente al ancho de banda de componentes de la señal de audio de entrada 102 que ocupa el intervalo de frecuencia entre aproximadamente 12,8 kHz y 16 kHz).

[0058] El módulo de análisis de banda alta 150 también puede incluir un módulo de síntesis de LP 166. El módulo de síntesis de LP 166 usa la información de LPC generada por el cuantificador 156 para generar versiones sintetizadas de las versiones de banda base 126, 127 de las señales de banda alta 124, 125. El generador de excitación de banda alta 160 y el módulo de síntesis de LP 166 pueden estar incluidos en un decodificador local que emule el rendimiento en un dispositivo decodificador en un receptor. Se puede usar una salida del módulo de síntesis de LP 166 para su comparación con las versiones de banda base 126, 127 de las señales de banda alta 124, 125, y los parámetros (por ejemplo, parámetros de ganancia) se pueden ajustar en función de la comparación.

[0059] El multiplexor 170 puede multiplexar el flujo de bits de banda baja 142 y la información secundaria de banda alta 172 para generar un flujo de bits de salida 199. El flujo de bits de salida 199 puede representar una señal de audio codificada correspondiente a la señal de audio de entrada 102. El flujo de bits de salida 199 puede transmitirse (por ejemplo, a través de un canal alámbrico, inalámbrico u óptico) mediante un transmisor 198 y/o almacenarse. En un receptor, un desmultiplexor (DEMUX), un decodificador de banda baja, un decodificador de banda alta y una batería de filtros pueden realizar operaciones inversas para generar una señal de audio (por ejemplo, una versión reconstruida de la señal de audio de entrada 102 que se proporciona a un altavoz o a otro dispositivo de salida). El número de bits usados para representar el flujo de bits de banda baja 142 puede ser sustancialmente mayor que el número de bits usados para representar la información secundaria de banda alta 172. Por tanto, la mayoría de los bits en el flujo de bits de salida 199 pueden representar datos de banda baja. La información secundaria de banda alta 172 puede usarse en un receptor para regenerar las señales de excitación de banda alta 162, 164 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, las señales de banda alta 124, 125). Por tanto, se pueden usar diferentes modelos de señal para diferentes tipos de datos de audio (por ejemplo, voz, música, etc.), y un transmisor y un receptor pueden negociar el modelo de señal particular que se usa (o este puede estar definido por una norma industrial) antes de la transmisión de datos de audio codificados. Mediante el modelo de señal, el módulo de análisis de banda alta 150 de un transmisor puede ser capaz de generar la información secundaria de banda alta 172 de modo que un módulo de análisis de banda alta correspondiente de un receptor puede usar el modelo de señal para reconstruir las señales de banda alta 124, 125 a partir del flujo de bits de salida 199.

[0060] El sistema 100 de la FIG. 1 puede generar las señales de excitación de banda alta 162, 164 de acuerdo con un modo multibanda que se describe con más detalle con respecto a las FIGS. 2A, 2B y 4, y el sistema 100 puede reducir las operaciones complejas y computacionalmente costosas asociadas al filtrado de polo cero y las operaciones de mezcla descendente de acuerdo con un modo de banda única que se describe con más detalle con respecto a las FIGS. 2A-3. Adicionalmente, el generador de excitación de banda alta 160 puede generar señales de excitación de

banda alta 162, 164 que, conjuntamente, representan un intervalo de frecuencia de la señal de audio de entrada 102 (por ejemplo, 6,4 kHz - 16 kHz) mayor que el intervalo de frecuencia de la señal de audio de entrada 102 representada por la señal de excitación de banda alta 242 (por ejemplo, 6,4 kHz - 14,4 kHz) generada de acuerdo con el modo de banda única.

5 **[0061]** En referencia a la FIG. 2A, se muestra un aspecto particular de primeros componentes 160a usados en el generador de excitación de banda alta 160 de la FIG. 1 de acuerdo con un primer modo y una primera implementación no limitante de segundos componentes 160b usados en el generador de excitación de banda alta 160 de acuerdo con un segundo modo. Por ejemplo, los primeros componentes 160a y la primera implementación de los segundos componentes 160b pueden integrarse dentro del generador de excitación de banda alta 160 de la FIG. 1.

10 **[0062]** Los primeros componentes 160a del generador de excitación de banda alta 160 pueden estar configurados para funcionar de acuerdo con el primer modo y pueden generar una señal de excitación de banda alta 242 que ocupa un intervalo de frecuencia de banda base entre aproximadamente 0 Hz y 8 kHz (correspondiente a componentes de la señal de audio de entrada 102 entre aproximadamente 6,4 kHz y 14,4 kHz) en función de la señal de excitación de banda baja 144 que ocupa el intervalo de frecuencia entre aproximadamente 0 Hz y 6,4 kHz. Los primeros componentes 160a del generador de excitación de banda alta 160 incluyen un primer muestreador 202, un primer generador de transformación no lineal 204, un filtro de polo cero 206, un primer módulo de volteo de espectro 208, un mezclador descendente 210 y un segundo muestreador 212.

15 **[0063]** La señal de excitación de banda baja 144 puede proporcionarse al primer muestreador 202. La señal de excitación de banda baja 144 puede recibirse en el primer muestreador 202 ya que un conjunto de muestras corresponde a una frecuencia de muestreo de 12,8 kHz (por ejemplo, la frecuencia de muestreo de Nyquist de una señal de excitación de banda baja 144 de 6,4 kHz). Por ejemplo, la señal de excitación de banda baja 144 puede muestrearse al doble de la velocidad del ancho de banda de la señal de excitación de banda baja 144. En referencia a la FIG. 3, se muestra un ejemplo ilustrativo particular no limitante de la señal de excitación de banda baja 144 con respecto al gráfico (a). Los diagramas ilustrados en la FIG. 3 son ilustrativos y algunas características pueden enfatizarse para mayor claridad. Los diagramas no están dibujados necesariamente a escala.

20 **[0064]** El primer muestreador 202 puede estar configurado para muestrear de manera ascendente la señal de excitación de banda baja 144 en un factor de dos y medio (por ejemplo, 2,5). Por ejemplo, el primer muestreador 202 puede muestrear de manera ascendente la señal de excitación de banda baja 144 en cinco y muestrear de manera descendente la señal resultante en dos para generar una señal muestreada de manera ascendente 232. El muestreo ascendente de la señal de excitación de banda baja 144 en dos y medio puede extender la banda de la señal de excitación de banda baja 144 de 0 Hz a 16 kHz (por ejemplo, $6,4 \text{ kHz} * 2,5 = 16 \text{ kHz}$). En referencia a la FIG. 3, se muestra un ejemplo ilustrativo particular no limitante de la señal muestreada de manera ascendente 232 con respecto al gráfico (b). La señal muestreada de manera ascendente 232 puede muestrearse a 32 kHz (por ejemplo, la frecuencia de muestreo de Nyquist de la señal muestreada de manera ascendente 232 de 16 kHz). La señal muestreada de manera ascendente 232 se puede proporcionar al primer filtro de transformación no lineal 204.

25 **[0065]** El primer generador de transformación no lineal 204 puede estar configurado para generar una primera señal extendida armónicamente 234 en función de la señal muestreada de manera ascendente 232. Por ejemplo, el primer generador de transformación no lineal 204 puede realizar una operación de transformación no lineal (por ejemplo, una operación de valor absoluto o una operación de elevación al cuadrado) en la señal muestreada de manera ascendente 232 para generar la primera señal extendida armónicamente 234. La operación de transformación no lineal puede extender los armónicos de la señal original (por ejemplo, la señal de excitación de banda baja 144 de 0 Hz a 6,4 kHz), a una banda superior (por ejemplo, de 0 Hz a 16 kHz). En referencia a la FIG. 3, se muestra un ejemplo ilustrativo particular no limitante de la primera señal extendida armónicamente 234 con respecto al gráfico (c). La primera señal extendida armónicamente 234 puede proporcionarse al filtro de polo cero 206.

30 **[0066]** El filtro de polo cero 206 puede ser un filtro de paso bajo que tiene una frecuencia de corte de aproximadamente 14,4 kHz. Por ejemplo, el filtro de polo cero 206 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 primera señal extendida armónicamente 234 (por ejemplo, filtrar componentes de la primera señal extendida armónicamente 234 entre 14,4 kHz y 16 kHz) para generar una señal filtrada extendida armónicamente 236 que ocupe un ancho de banda entre 0 Hz y 14,4 kHz. En referencia a la FIG. 3, se muestra un ejemplo ilustrativo particular no limitante de la señal filtrada extendida armónicamente 236 con respecto al gráfico (d). La señal filtrada extendida armónicamente 236 puede proporcionarse al primer módulo de volteo de espectro 208.

35 **[0067]** El primer módulo de volteo de espectro 208 puede estar configurado para realizar una operación especular de espectro (por ejemplo, "voltear" el espectro) de la señal filtrada extendida armónicamente 236 para generar una señal "volteada". El volteo del espectro de la señal filtrada extendida armónicamente 236 puede cambiar (por ejemplo, "voltear") el contenido de la señal filtrada extendida armónicamente 236 a extremos opuestos del espectro que varía de 0 Hz a 16 kHz de la señal volteada. Por ejemplo, el contenido a 14,4 kHz de la señal filtrada extendida armónicamente 236 puede estar a 1,6 kHz de la señal volteada, el contenido a 0 Hz de la señal filtrada extendida armónicamente 236 puede estar a 16 kHz de la señal volteada, etc. El primer módulo de volteo de espectro 208

también puede incluir un filtro de paso bajo (no mostrado) que tenga una frecuencia de corte de aproximadamente 9,6 kHz. Por ejemplo, el filtro de paso bajo puede estar configurado para filtrar componentes de alta frecuencia de la señal "volteada" (por ejemplo, filtrar componentes de la señal volteada entre 9,6 kHz y 16 kHz) para generar una señal resultante 238 que ocupe un intervalo de frecuencia entre 1,6 kHz y 9,6 kHz. En referencia a la FIG. 3, se muestra un ejemplo ilustrativo particular no limitante de la señal resultante 238 con respecto al gráfico (e). La señal resultante 238 puede proporcionarse al mezclador descendente 210.

[0068] El mezclador descendente 210 puede estar configurado para la mezcla descendente de la señal resultante 238 del intervalo de frecuencia entre 1,6 kHz y 9,6 kHz a la banda de base (por ejemplo, un intervalo de frecuencia entre 0 Hz y 8 kHz) para generar la señal mezclada de manera descendente 240. El mezclador descendente 210 puede implementarse usando transformaciones de Hilbert de dos etapas. Por ejemplo, el mezclador descendente 210 puede implementarse usando dos filtros de respuesta de impulso infinita (IIR) de quinto orden que tengan componentes imaginarios y reales, lo que puede dar como resultado operaciones complejas y computacionalmente costosas. En referencia a la FIG. 3, se muestra un ejemplo ilustrativo particular no limitante de la señal mezclada de manera descendente 240 con respecto al gráfico (f). La señal mezclada de manera descendente 240 puede proporcionarse al segundo muestreador 212.

[0069] El segundo muestreador 212 puede estar configurado para muestrear de manera descendente la señal mezclada de manera descendente 240 en un factor de dos (por ejemplo, muestrear de manera ascendente la señal mezclada de manera descendente 240 en un factor de un medio) para generar la señal de excitación de banda alta 242. El muestreo descendente de la señal mezclada de manera descendente 240 en dos puede reducir el intervalo de frecuencia de la señal mezclada de manera descendente 240 a 0 Hz - 8 kHz (por ejemplo, $16 \text{ kHz} * 0,5 = 8 \text{ kHz}$) y reducir la frecuencia de muestreo a 16 kHz. En referencia a la FIG. 3, se muestra un ejemplo ilustrativo particular no limitante de la señal de excitación de banda alta 242 con respecto al gráfico (f). La señal de excitación de banda alta 242 (por ejemplo, una señal de banda de 8 kHz) puede muestrearse a 16 kHz (por ejemplo, la frecuencia de muestreo de Nyquist de una señal de excitación de banda alta 242 de 8 kHz) y puede corresponder a una versión de banda base de contenido en el intervalo de frecuencia entre 6,4 kHz y 14,4 kHz de la primera señal extendida armónicamente 234 en el gráfico (c) de la FIG. 3. El muestreo descendente en el segundo muestreador 212 puede dar como resultado un volteo de espectro que devuelve contenido a su orientación espectral de la señal resultante (por ejemplo, invirtiendo el "volteo" provocado por el primer módulo de volteo de espectro 208). Como se usa en el presente documento, debe entenderse que el muestreo descendente puede dar como resultado un volteo de espectro de contenido. La versión de banda base 126 de la primera señal de banda alta 124 de la FIG. 1 (por ejemplo, 0 Hz - 6,4 kHz) y la versión de banda base 127 de la segunda señal de banda alta 125 de la FIG. 1 (por ejemplo, 0 Hz - 3,2 kHz) puede compararse con componentes de frecuencia correspondientes de la señal de excitación de banda alta 242 para generar información secundaria de banda alta 172 (por ejemplo, factores de ganancia basados en proporciones de energía).

[0070] Para reducir las operaciones complejas y computacionalmente costosas asociadas al filtro de polo cero 206 y el mezclador descendente 210 de acuerdo con el primer modo de funcionamiento, el generador de excitación de banda alta 160 del módulo de análisis de banda alta 150 de la FIG. 1 puede funcionar de acuerdo con el segundo modo, ilustrado por medio de la primera implementación de los segundos componentes 160b de la FIG. 2A, para generar la primera señal de excitación de banda alta 162 y la segunda señal de excitación de banda alta 164. Adicionalmente, la primera implementación de los segundos componentes 160b del generador de excitación de banda alta 160 puede generar señales de excitación de banda alta 162, 164 que, conjuntamente, representan un ancho de banda de la señal de audio de entrada 102 (por ejemplo, el ancho de banda de 9,6 kHz que abarca el intervalo de frecuencia de 6,4 kHz - 16 kHz de la señal de audio de entrada 102) mayor que el ancho de banda representado por la señal de excitación de banda alta 242 (por ejemplo, un ancho de banda de 8 kHz que abarca el intervalo de frecuencia de 6,4 kHz - 14,4 kHz de la señal de audio de entrada 102) de acuerdo con el primer modo de funcionamiento.

[0071] La primera implementación de los segundos componentes 160b del generador de excitación de banda alta 160 puede incluir una primera ruta configurada para generar la primera señal de excitación de banda alta 162 y una segunda ruta configurada para generar la segunda señal de excitación de banda alta 164. La primera ruta y la segunda ruta pueden funcionar en paralelo para disminuir la latencia asociada a la generación de las señales de excitación de banda alta 162, 164. De forma alternativa, o adicional, uno o más componentes pueden compartirse en una configuración en serie o en cascada para reducir el tamaño y/o el coste.

[0072] La primera ruta incluye un tercer muestreador 214, un segundo generador de transformación no lineal 218, un segundo módulo de volteo de espectro 220 y un cuarto muestreador 222. La señal de excitación de banda baja 144 puede proporcionarse al tercer muestreador 214. El tercer muestreador 214 puede estar configurado para muestrear de manera ascendente la señal de excitación de banda baja 144 en dos para generar una señal muestreada de manera ascendente 252. El muestreo ascendente de la señal de excitación de banda baja 144 en dos puede extender la banda de la señal de excitación de banda baja 144 de 0 Hz - 12,8 kHz (por ejemplo, $6,4 \text{ kHz} * 2 = 12,8 \text{ kHz}$). En referencia a la FIG. 4A, se muestra un ejemplo ilustrativo particular no limitante de la señal muestreada de manera ascendente 252 con respecto al gráfico (g). La señal muestreada de manera ascendente 252 puede muestrearse a 25,6 kHz (por ejemplo, la frecuencia de muestreo de Nyquist de una señal muestreada de manera ascendente 252 de 12,8 kHz). Los diagramas ilustrados en la FIG. 4A son ilustrativos y algunas características pueden enfatizarse para

mayor claridad. Los diagramas no están dibujados necesariamente a escala. La señal muestreada de manera ascendente 252 puede proporcionarse al segundo generador de transformación no lineal 218.

5 **[0073]** El segundo generador de transformación no lineal 218 puede estar configurado para generar una segunda
 10 señal extendida armónicamente 254 basándose en la señal muestreada de manera ascendente 252. Por ejemplo, el
 segundo generador de transformación no lineal 218 puede realizar una operación de transformación no lineal (por
 ejemplo, una operación de valor absoluto o una operación de elevación al cuadrado) en la señal muestreada de manera
 ascendente 252 para generar la segunda señal extendida armónicamente 254. La operación de transformación no
 lineal puede extender los armónicos de la señal original (por ejemplo, la señal de excitación de banda baja 144 de
 0 Hz a 6,4 kHz), a una banda mayor (por ejemplo, de 0 Hz a 12,8 kHz). En referencia a la FIG. 4A, se muestra un
 ejemplo ilustrativo particular no limitante de la segunda señal extendida armónicamente 254 con respecto al gráfico
 (h). La segunda señal extendida armónicamente 254 puede proporcionarse al segundo módulo de volteo de espectro
 220.

15 **[0074]** El segundo módulo de volteo de espectro 220 puede configurarse para realizar una operación especular de
 espectro (por ejemplo, "voltear" el espectro) en la segunda señal extendida armónicamente 254 para generar una
 señal "volteada". El volteo del espectro de la segunda señal extendida armónicamente 254 puede cambiar (por
 ejemplo, "voltear") el contenido de la segunda señal extendida armónicamente 254 a extremos opuestos del espectro
 que varía de 0 Hz a 12,8 kHz de la señal volteada. Por ejemplo, el contenido a 12,8 kHz de la segunda señal extendida
 20 armónicamente 254 puede estar a 0Hz de la señal volteada, el contenido a 0 Hz de la segunda señal extendida
 armónicamente 254 puede estar a 12,8 kHz de la señal volteada, etc. El primer módulo de volteo de espectro 208
 también puede incluir un filtro de paso bajo (no mostrado) que tenga una frecuencia de corte de aproximadamente
 6,4 kHz. Por ejemplo, el filtro de paso bajo puede estar configurado para filtrar componentes de alta frecuencia de la
 señal volteada (por ejemplo, filtrar componentes de la señal volteada entre 6,4 kHz y 12,8 kHz) para generar una señal
 25 resultante 256 que ocupe un ancho de banda entre 0 Hz y 6,4 kHz. En referencia a la FIG. 4A, se muestra un ejemplo
 ilustrativo particular no limitante de la señal resultante 256 con respecto al gráfico (i). La señal resultante 256 puede
 proporcionarse al cuarto muestreador 222.

30 **[0075]** El cuarto muestreador 222 puede estar configurado para muestrear de manera descendente la señal
 resultante 256 en dos (por ejemplo, muestrear de manera ascendente la señal resultante 256 en un factor de un medio)
 para generar la primera señal de excitación de banda alta 162. El muestreo descendente de la señal resultante 256
 en dos puede reducir la banda de la señal resultante 256 a 0 Hz - 6,4 kHz (por ejemplo, $12,8 \text{ kHz} * 0,5 = 6,4 \text{ kHz}$). En
 referencia a la FIG. 4A, se muestra un ejemplo ilustrativo particular no limitante de la primera señal de excitación de
 35 banda alta 162 con respecto al gráfico (j). La primera señal de excitación de banda alta 162 (por ejemplo, una señal
 de banda de 6,4 kHz) puede muestrearse a 12,8 kHz (por ejemplo, la frecuencia de muestreo de Nyquist de una
 primera señal de excitación de banda alta 162 de 6,4 kHz) y puede corresponder a una versión de banda base filtrada
 de la primera señal de banda alta 124 de la FIG. 1 (por ejemplo, una señal de voz de banda alta que ocupa 6,4 kHz -
 12,8 kHz). Por ejemplo, la versión de banda base 126 de la primera señal de banda alta 124 puede compararse con
 40 componentes de frecuencia correspondientes de la primera señal de excitación de banda alta 162 para generar
 información secundaria de banda alta 172.

[0076] La segunda ruta incluye el primer muestreador 202, el primer generador de transformación no lineal 204, un
 tercer módulo de volteo de espectro 224 y un quinto muestreador 226. La señal de excitación de banda baja 144 puede
 45 proporcionarse al primer muestreador 202. El primer muestreador 202 puede estar configurado para muestrear de
 manera ascendente la señal de excitación de banda baja 144 en dos y medio (por ejemplo, 2,5). Por ejemplo, el primer
 muestreador 202 puede muestrear de manera ascendente la señal de excitación de banda baja 144 en cinco y
 muestrear de manera descendente la señal resultante en dos para generar la señal muestreada de manera ascendente
 232. En referencia a la FIG. 4A, se muestra un ejemplo ilustrativo particular no limitante de la señal muestreada de
 50 manera ascendente 232 con respecto al gráfico (k). La señal muestreada de manera ascendente 232 puede
 proporcionarse al primer generador de transformación no lineal 204.

[0077] El primer generador de transformación no lineal 204 puede estar configurado para generar la primera señal
 extendida armónicamente 234 basándose en la señal muestreada de manera ascendente 232. Por ejemplo, el primer
 generador de transformación no lineal 204 puede realizar la operación de transformación no lineal en la señal
 55 muestreada de manera ascendente 232 para generar la primera señal extendida armónicamente 234. La operación
 de transformación no lineal puede extender los armónicos de la señal original (por ejemplo, la señal de excitación de
 banda baja 144 de 0 Hz a 6,4 kHz) a una banda superior (por ejemplo, de 0 Hz a 16 kHz). En referencia a la FIG. 4A,
 se muestra un ejemplo ilustrativo particular no limitante de la primera señal extendida armónicamente 234 con respecto
 al gráfico (1). La primera señal extendida armónicamente 234 puede proporcionarse al tercer módulo de volteo de
 60 espectro 224.

[0078] El tercer módulo de volteo de espectro 224 puede estar configurado para "voltear" el espectro de la primera
 señal extendida armónicamente 234. El tercer módulo de volteo de espectro 224 también puede incluir un filtro de
 65 paso bajo (no mostrado) que tenga una frecuencia de corte de aproximadamente 3,2 kHz. Por ejemplo, el filtro de
 paso bajo puede estar configurado para filtrar componentes de alta frecuencia de la señal "volteada" (por ejemplo,
 filtrar componentes de la señal volteada entre 3,2 kHz y 16 kHz) para generar una señal resultante 258 que ocupe un

ancho de banda entre 0 kHz y 3,2 kHz. En referencia a la FIG. 4A, se muestra un ejemplo ilustrativo particular no limitante de la señal resultante 258 con respecto al gráfico (m). La señal resultante 258 puede proporcionarse al quinto muestreador 226.

5 **[0079]** El quinto muestreador 226 puede estar configurado para muestrear de manera descendente la señal resultante 258 en cinco (por ejemplo, muestrear de manera ascendente la señal resultante 258 por un factor de un quinto) para generar la segunda señal de excitación de banda alta 164. El muestreo descendente de la señal resultante 258 (por ejemplo, con una frecuencia de muestreo de 32 kHz) en cinco puede reducir la banda de la señal resultante 258 a 0 Hz - 3,2 kHz (por ejemplo, $16 \text{ kHz} \cdot 0,2 = 3,2 \text{ kHz}$). En referencia a la FIG. 4A, se muestra un ejemplo particular
10 ilustrativo no limitante de la segunda señal de excitación de banda alta 164 con respecto al gráfico (n). La segunda señal de excitación de banda alta 164 (por ejemplo, una señal de banda de 3,2 kHz) puede muestrearse a 6,4 kHz (por ejemplo, la frecuencia de muestreo de Nyquist de una segunda señal de excitación de banda alta 164 de 3,2 kHz) y puede corresponder a una versión de banda base filtrada de la segunda señal de banda alta 125 de la FIG. 1 (por ejemplo, una señal de voz de banda alta que ocupe 12,8 kHz - 16 kHz). Por ejemplo, la versión de banda base 127 de
15 la segunda señal de banda alta 125 puede compararse con componentes de frecuencia correspondientes de la segunda señal de excitación de banda alta 164 para generar información secundaria de banda alta 172.

[0080] Se apreciará que la primera implementación de los segundos componentes 160b del generador de excitación de banda alta 160 configurada para generar las señales de excitación de banda alta 162, 164 de acuerdo con el
20 segundo modo (por ejemplo, el modo multibanda) puede omitir el filtro de polo cero 206 y el mezclador descendente 210 y reducir las operaciones complejas y computacionalmente costosas asociadas al filtro de polo cero 206 y al mezclador descendente 210. Adicionalmente, la primera implementación de los segundos componentes 160b del generador de excitación de banda alta 160 puede generar señales de excitación de banda alta 162, 164 que,
25 conjuntamente, representan un ancho de banda de la señal de audio de entrada 102 (por ejemplo, 6,4 kHz - 16 kHz) mayor que el ancho de banda representado por la señal de excitación de banda alta 242 (por ejemplo, 6,4 kHz - 14,4 kHz) generada de acuerdo con el primer modo de funcionamiento.

[0081] En referencia a la FIG. 2B, se muestra una segunda implementación no limitante de los segundos componentes 160b usados en el generador de excitación de banda alta 160 de acuerdo con un segundo modo. La
30 segunda implementación de los segundos componentes 160b del generador de excitación de banda alta 160 puede incluir un primer generador de excitación de banda alta 280 y un segundo generador de excitación de banda alta 282.

[0082] La señal de excitación de banda baja 144 puede proporcionarse al generador de excitación de banda alta 280. El primer generador de excitación de banda alta 280 puede generar una primera señal de banda base (por
35 ejemplo, la primera señal de excitación de banda alta 162) basándose en el muestreo ascendente de la señal de excitación de banda baja 144. Por ejemplo, el primer generador de excitación de banda alta 280 puede incluir el tercer muestreador 214 de la FIG. 2A, el segundo generador de transformación no lineal 218 de la FIG. 2A, el segundo módulo de volteo de espectro 220 de la FIG. 2A, y el cuarto muestreador 222 de la FIG. 2A. Por tanto, el primer generador de excitación de banda alta 280 puede funcionar de manera sustancialmente similar a la primera ruta de la
40 primera implementación de los segundos componentes 160b de la FIG. 2A.

[0083] La primera señal de excitación de banda alta 162 puede proporcionarse al segundo generador de excitación de banda alta 282. El segundo generador de excitación de banda alta 282 puede estar configurado para modular el
45 ruido blanco usando la primera señal de excitación de banda alta 162 para generar la segunda señal de excitación de banda alta 164. Por ejemplo, la segunda señal de excitación de banda alta 164 puede generarse aplicando una envolvente espectral de la primera señal de excitación de banda alta 162 a una salida de un generador de ruido blanco (por ejemplo, un circuito que genera una señal aleatoria o pseudoaleatoria). Por tanto, de acuerdo con la segunda implementación no limitante de los segundos componentes 160b, la segunda ruta de la primera implementación no
50 limitante de los segundos componentes 160b se puede "reemplazar" por el segundo generador de excitación de banda alta 282 para generar la segunda señal de excitación de banda alta 164 en función de la primera señal de excitación de banda alta 162 y ruido blanco.

[0084] Aunque las FIGS. 2A-2B describen los primeros componentes 160a y los segundos componentes 160b como asociados a distintos modos de funcionamiento del generador de excitación de banda alta 160, en otros aspectos, el
55 generador de excitación de banda alta 160 de la FIG. 1 puede estar configurado para funcionar en el segundo modo sin estar configurado para funcionar también en el primer modo (por ejemplo, el generador de excitación de banda alta 160 puede omitir el filtro de polo cero 206 y el mezclador descendente 210). Aunque la primera implementación de los segundos componentes 160b se representa en la FIG. 2A incluyendo dos generadores de transformación no lineal 204, 218, en otros aspectos, un único generador de transformación no lineal se puede usar para generar una única
60 señal extendida armónicamente en función de la señal de excitación de banda baja 144. La única señal extendida armónicamente puede proporcionarse a la primera ruta y a la segunda ruta para un procesamiento adicional.

[0085] Las FIGS. 2A-4A ilustran la generación de excitación de banda alta mediante codificación de SWB. Las técnicas y las proporciones de muestreo descritas con respecto a las FIGS. 2A-4A pueden aplicarse a la codificación de banda completa (FB). Como ejemplo no limitante, el segundo modo de funcionamiento descrito con respecto a las
65 FIGS. 2A, 2B y 4A pueden aplicarse a la codificación de FB. En referencia a la FIG. 4B, el segundo modo de

funcionamiento se ilustra con respecto a la codificación de FB. El segundo modo de funcionamiento en la FIG. 4B se describe con respecto a los segundos componentes 160b del generador de excitación de banda alta 160.

5 **[0086]** Una señal de excitación de banda baja que tiene un intervalo de frecuencia que abarca aproximadamente de 0 Hz a 8 kHz puede proporcionarse al tercer muestreador 214. El tercer muestreador 214 puede estar configurado para muestrear de manera ascendente la señal de excitación de banda baja en dos para generar una señal muestreada de manera ascendente 252b. El muestreo ascendente de la señal de excitación de banda baja 144 en dos puede extender el intervalo de frecuencia de la señal de excitación de banda baja de 0 Hz a 16 kHz (por ejemplo, $8 \text{ kHz} * 2 = 16 \text{ kHz}$). En referencia a la FIG. 4B, se muestra un ejemplo ilustrativo particular no limitante de la señal muestreada de manera ascendente 252b con respecto al gráfico (a). La señal muestreada de manera ascendente 252b puede muestrearse a 32 kHz (por ejemplo, la frecuencia de muestreo de Nyquist de una señal muestreada de manera ascendente 252 de 16 kHz). Los diagramas no están dibujados necesariamente a escala. La señal muestreada de manera ascendente 252b puede proporcionarse al segundo generador de transformación no lineal 218.

15 **[0087]** El segundo generador de transformación no lineal 218 puede estar configurado para generar una segunda señal extendida armónicamente 254b basándose en la señal muestreada de manera ascendente 252b. Por ejemplo, el segundo generador de transformación no lineal 218 puede realizar una operación de transformación no lineal (por ejemplo, una operación de valor absoluto o una operación de elevación al cuadrado) en la señal muestreada de manera ascendente 252b para generar la segunda señal extendida armónicamente 254b. La operación de transformación no lineal puede extender los armónicos de la señal original (por ejemplo, la señal de excitación de banda baja de 0 Hz a 8 kHz), a una banda mayor (por ejemplo, de 0 Hz a 16 kHz). En referencia a la FIG. 4B, se muestra un ejemplo ilustrativo particular no limitante de la segunda señal extendida armónicamente 254b con respecto al gráfico (b). La segunda señal extendida armónicamente 254b puede proporcionarse al segundo módulo de volteo de espectro 220.

25 **[0088]** El segundo módulo de volteo 220 puede estar configurado para realizar una operación especular de espectro (por ejemplo, "voltear" el espectro) en la segunda señal extendida armónicamente 254b para generar una señal "volteada". El volteo del espectro de la segunda señal extendida armónicamente 254b puede cambiar (por ejemplo, "voltear") el contenido de la segunda señal extendida armónicamente 254b a extremos opuestos del espectro que varía de 0 Hz a 16 kHz de la señal volteada. Por ejemplo, el contenido a 16 kHz de la segunda señal extendida armónicamente 254b puede estar a 0 Hz de la señal volteada, el contenido a 0 Hz de la segunda señal extendida armónicamente 254b puede estar a 16 kHz de la señal volteada, etc. El primer módulo de volteo de espectro 208 también puede incluir un filtro de paso bajo (no mostrado) que tenga una frecuencia de corte de aproximadamente 8 kHz. Por ejemplo, el filtro de paso bajo puede estar configurado para filtrar componentes de alta frecuencia de la señal volteada (por ejemplo, filtrar componentes de la señal volteada entre 8 kHz y 16 kHz) para generar una señal resultante 256b que ocupe un ancho de banda entre 0 Hz y 8 kHz. En referencia a la FIG. 4B, se muestra un ejemplo ilustrativo particular no limitante de la señal resultante 256b con respecto al gráfico (c). La señal resultante 256b puede proporcionarse al cuarto muestreador 222.

40 **[0089]** El cuarto muestreador 222 puede estar configurado para muestrear de manera descendente la señal resultante 256b en dos (por ejemplo, muestrear de manera ascendente la señal resultante 256b en un factor de un medio) para generar una primera señal de excitación de banda alta 162b que abarca desde aproximadamente 0 Hz hasta 8 kHz. El muestreo descendente de la señal resultante 256b en dos puede reducir la banda de la señal resultante 256b a 0 Hz - 8 kHz (por ejemplo, $16 \text{ kHz} * 0,5 = 8 \text{ kHz}$). En referencia a la FIG. 4B, se muestra un ejemplo ilustrativo particular no limitante de la primera señal de excitación de banda alta 162b con respecto al gráfico (d). La primera señal de excitación de banda alta 162b (por ejemplo, una señal de banda de 8 kHz) puede muestrearse a 16 kHz (por ejemplo, la frecuencia de muestreo de Nyquist de una primera señal de excitación de banda alta 162 de 8 kHz) y puede corresponder a una versión de banda base filtrada de una primera señal de banda alta (por ejemplo, una señal de voz de banda alta que ocupe 8 kHz - 16 kHz). Por ejemplo, la versión de banda base 126 de la primera señal de banda alta 124 puede compararse con los componentes de frecuencia correspondientes de la primera señal de excitación de banda alta 162b para generar información secundaria de banda alta 172.

55 **[0090]** La señal de excitación de banda baja puede proporcionarse al primer muestreador 202. El primer muestreador 202 puede estar configurado para muestrear de manera ascendente la señal de excitación de banda baja en dos y medio (por ejemplo, 2,5). Por ejemplo, el primer muestreador 202 puede muestrear de manera ascendente la señal de excitación de banda baja 144 en cinco y muestrear de manera descendente la señal resultante en dos para generar una señal muestreada de manera ascendente 232b. En referencia a la FIG. 4B, se muestra un ejemplo particular ilustrativo no limitante de la señal muestreada de manera ascendente 232b con respecto al gráfico (e). La señal muestreada de manera ascendente 232b puede proporcionarse al primer generador de transformación no lineal 204.

60 **[0091]** El primer generador de transformación no lineal 204 puede estar configurado para generar una primera señal extendida armónicamente 234b basándose en la señal muestreada de manera ascendente 232b. Por ejemplo, el primer generador de transformación no lineal 204 puede realizar la operación de transformación no lineal en la señal muestreada de manera ascendente 232b para generar la primera señal extendida armónicamente 234b. La operación de transformación no lineal puede extender los armónicos de la señal original (por ejemplo, la señal de excitación de banda baja de 0 Hz a 8 kHz), a una banda mayor (por ejemplo, de 0 Hz a 20 kHz). En referencia a la FIG. 4B, se muestra un ejemplo ilustrativo particular no limitante de la primera señal extendida armónicamente 234b con respecto

al gráfico (f). La primera señal extendida armónicamente 234b puede proporcionarse al tercer módulo de volteo de espectro 224.

5 **[0092]** El tercer módulo de volteo de espectro 224 puede estar configurado para "voltear" el espectro de la primera señal extendida armónicamente 234b. El tercer módulo de volteo de espectro 224 también puede incluir un filtro de paso bajo (no mostrado) que tenga una frecuencia de corte de aproximadamente 4 kHz. Por ejemplo, el filtro de paso bajo puede estar configurado para filtrar componentes de alta frecuencia de la señal "volteada" (por ejemplo, filtrar componentes de la señal volteada entre 4 kHz y 20 kHz) para generar una señal resultante 258b que ocupe un ancho de banda entre 0 kHz y 4 kHz. En referencia a la FIG. 4B, se muestra un ejemplo ilustrativo particular no limitante de la señal resultante 258b con respecto al gráfico (g). La señal resultante 258b puede proporcionarse al quinto muestreador 226.

15 **[0093]** El quinto muestreador 226 puede estar configurado para el muestreo descendente de la señal resultante 258 en cinco (por ejemplo, muestrear de manera ascendente la señal resultante 258b en un factor de un quinto) para generar una segunda señal de excitación de banda alta 164b. El muestreo descendente de la señal resultante 258b (por ejemplo, con una frecuencia de muestreo de 40 kHz) en cinco puede reducir la banda de la señal resultante 258b a 0 Hz - 4 kHz (por ejemplo, $20 \text{ kHz} * 0,2 = 4 \text{ kHz}$). En referencia a la FIG. 4B, se muestra un ejemplo ilustrativo particular no limitante de la segunda señal de excitación de banda alta 164b con respecto al gráfico (h). La segunda señal de excitación de banda alta 164b (por ejemplo, una señal de banda de 4 kHz) puede muestrearse a 8 kHz (por ejemplo, la frecuencia de muestreo de Nyquist de una segunda señal de excitación de banda alta 164b de 4 kHz) y puede corresponder a una versión de banda base filtrada de una señal de voz de banda alta que ocupa 16 kHz - 20 kHz. Por ejemplo, la versión de banda base 127 de la segunda señal de banda alta 125 puede compararse con componentes de frecuencia correspondientes de la segunda señal de excitación de banda alta 164b para generar información secundaria de banda alta 172.

25 **[0094]** Se apreciará que los segundos componentes 160b del generador de excitación de banda alta 160 configurados para generar las señales de excitación de banda alta 162b, 164b de acuerdo con el segundo modo (por ejemplo, el modo multibanda) pueden omitir el filtro de polo cero 206 y el mezclador descendente 210 y reducir las operaciones complejas y computacionalmente costosas asociadas al filtro de polo cero 206 y al mezclador descendente 210. Adicionalmente, los segundos componentes 160b del generador de excitación de banda alta 160 pueden generar señales de excitación de banda alta 162b, 164b que, conjuntamente, representan un ancho de banda mayor de la señal de audio de entrada 102 (por ejemplo, 8 kHz - 20 kHz).

30 **[0095]** En referencia a la FIG. 5, se muestra un aspecto particular de primeros componentes 106a usados en los circuitos de generación de banda alta 106 de la FIG. 1 configurados para funcionar de acuerdo con un primer modo y un aspecto particular de segundos componentes 106b usados en los circuitos de generación de banda alta 106 configurados para funcionar de acuerdo con un segundo modo.

35 **[0096]** Los primeros componentes 106a de los circuitos de generación de banda alta 106 configurados para funcionar de acuerdo con el primer modo pueden generar una versión de banda base de una señal de banda alta 540 que ocupa un intervalo de frecuencia de banda base entre aproximadamente 0 Hz y 8 kHz (correspondiente a componentes de la señal de audio de entrada 102 entre aproximadamente 6,4 kHz y 14,4 kHz) en función de la señal de audio de entrada 102. Los primeros componentes 106a de los circuitos de generación de banda alta 106 incluyen un filtro de polo cero 502, un primer módulo de volteo de espectro 504, un mezclador descendente 506 y un primer muestreador 508.

40 **[0097]** La señal de audio de entrada 102 puede muestrearse a 32 kHz (por ejemplo, la frecuencia de muestreo de Nyquist de una señal de audio de entrada 102 de 16 kHz). Por ejemplo, la señal de audio de entrada 102 puede muestrearse al doble de la velocidad del ancho de banda de la señal de audio de entrada 102. En referencia a la FIG. 6, se muestra un ejemplo ilustrativo particular no limitante de la señal de audio de entrada con respecto al gráfico (a). La señal de audio de entrada 102 puede incluir voz de banda baja que ocupa el intervalo de frecuencia entre 0 Hz y 6,4 kHz, y la señal de audio de entrada 102 puede incluir voz de banda alta que ocupa el intervalo de frecuencia entre 6,4 kHz y 16 kHz. Los diagramas ilustrados en la FIG. 6 son ilustrativos y algunas características pueden enfatizarse para mayor claridad. Los diagramas no están dibujados necesariamente a escala. La señal de audio de entrada 102 puede proporcionarse al filtro de polo cero 502.

45 **[0098]** El filtro de polo cero 502 puede ser un filtro de paso bajo que tiene una frecuencia de corte de aproximadamente 14,4 kHz. Por ejemplo, el filtro de polo cero 502 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 de audio de entrada 102 (por ejemplo, filtrar componentes de la señal de audio de entrada 102 entre 14,4 kHz y 16 kHz) para generar una señal filtrada de audio de entrada 532 que ocupe un ancho de banda entre 0 Hz y 14,4 kHz. En referencia a la FIG. 6, se muestra un ejemplo ilustrativo particular no limitante de la señal filtrada de audio de entrada 532 con respecto al gráfico (b). La señal de audio de entrada filtrada 532 puede proporcionarse al primer módulo de volteo de espectro 504.

5 **[0099]** El primer módulo de volteo de espectro 504 puede configurarse para realizar una operación especular (por ejemplo, "voltear" el espectro) en la señal filtrada de audio de entrada 532 para generar una señal "volteada". El volteo del espectro de la señal filtrada de audio de entrada 532 puede cambiar (por ejemplo, "voltear") el contenido de la señal filtrada de audio de entrada 532 a extremos opuestos del espectro que varía de 0 Hz a 16 kHz. Por ejemplo, el contenido a 14,4 kHz de la señal filtrada de audio de entrada 532 puede estar a 1,6 kHz de la señal volteada, el contenido a 0 Hz de la señal filtrada de audio de entrada 532 puede estar a 16 kHz de la señal volteada, etc. El primer módulo de volteo de espectro 208 también puede incluir un filtro de paso bajo (no mostrado) que tenga una frecuencia de corte de aproximadamente 9,6 kHz. Por ejemplo, el filtro de paso bajo puede estar configurado para filtrar componentes de alta frecuencia de la señal volteada (por ejemplo, filtrar componentes de la señal volteada entre 9,6 kHz y 16 kHz) para generar una señal resultante 534 (representativa de la banda alta) que ocupe un ancho de banda entre 1,6 kHz y 9,6 kHz. En referencia a la FIG. 6, se muestra un ejemplo ilustrativo particular no limitante de la señal resultante 534 con respecto al gráfico (c). La señal resultante 534 puede proporcionarse al mezclador descendente 506.

15 **[0100]** El mezclador descendente 506 puede estar configurado para mezclar de manera descendente la señal resultante 534 del intervalo de frecuencia entre 1,6 kHz y 9,6 kHz a la banda de base (por ejemplo, un intervalo de frecuencia entre 0 Hz y 8 kHz) para generar una señal mezclada de manera descendente 536. En referencia a la FIG. 6, se muestra un ejemplo ilustrativo particular no limitante de la señal mezclada de manera descendente 536 con respecto al gráfico (d). La señal mezclada de manera descendente 536 puede proporcionarse al primer muestreador 508.

25 **[0101]** El primer muestreador 508 puede estar configurado para muestrear de manera descendente la señal mezclada de manera descendente 536 en un factor de dos (por ejemplo, muestrear de manera ascendente la señal mezclada de manera descendente 536 en un factor de un medio) para generar la versión de banda base de la señal de banda alta 540. El muestreo descendente de la señal mezclada de manera descendente 536 en dos puede reducir la banda de la señal mezclada de manera descendente 536 a 0 Hz - 16 kHz (por ejemplo, $32 \text{ kHz} * 0,5 = 16 \text{ kHz}$). En referencia a la FIG. 6, se muestra un ejemplo ilustrativo particular no limitante de la versión de banda base de la señal de banda alta 540 con respecto al gráfico (e). La versión de banda base de la señal de banda alta 540 (por ejemplo, una señal de banda de 8 kHz) puede tener una frecuencia de muestreo de 16 kHz y puede corresponder a una versión de banda base de componentes de la señal de audio de entrada 102 que ocupe el intervalo de frecuencia entre 6,4 kHz y 14,4 kHz. Por ejemplo, la versión de banda base de la señal de banda alta 540 se puede comparar con componentes de frecuencia correspondientes de la señal de excitación de banda alta 242 de la FIG. 2A o con componentes de frecuencia correspondientes de la primera y segunda señales de excitación de banda alta 162, 164 de las FIGS. 1-2B para generar información secundaria de banda alta 172.

35 **[0102]** Para reducir las operaciones complejas y computacionalmente costosas asociadas al filtro de polo cero 502 y al mezclador descendente 506 de acuerdo con el primer modo de funcionamiento, los circuitos de generación de banda alta 106 pueden estar configurados para funcionar de acuerdo con el segundo modo para generar las versiones de banda base 126, 127 de las señales de banda alta 124, 125. Adicionalmente, los circuitos de generación de banda alta 106 pueden generar las versiones de banda base 126, 127 de las señales de banda alta 124, 125 que, conjuntamente, representan una componente de ancho de banda de la señal de audio de entrada 102 (por ejemplo, un ancho de banda de 9,6 kHz en el intervalo de frecuencia de 6,4 kHz - 16 kHz) mayor que la componente de ancho de banda representada por la versión de banda base de la señal de banda alta 540 (por ejemplo, un ancho de banda de 8 kHz en el intervalo de frecuencia de 6,4 kHz - 14,4 kHz) de acuerdo con el primer modo de funcionamiento.

45 **[0103]** Los segundos componentes 106b de los circuitos de generación de banda alta 106 pueden incluir una primera ruta configurada para generar la versión de banda base 126 de la primera señal de banda alta 124 y una segunda ruta configurada para generar la versión de banda base 127 de la segunda señal de banda alta 125. La primera ruta y la segunda ruta pueden funcionar en paralelo para disminuir los tiempos de procesamiento asociados a la generación de las versiones de banda base 126, 127 de las señales de banda alta 124, 125. De forma alternativa, o adicional, uno o más componentes pueden compartirse en una configuración en serie o en cascada para reducir el tamaño y/o el coste.

55 **[0104]** La primera ruta incluye un segundo muestreador 510, un segundo módulo de volteo de espectro 512 y un tercer muestreador 516. La señal de audio de entrada 102 puede proporcionarse al segundo muestreador 510. El segundo muestreador 510 puede estar configurado para muestrear de manera descendente la señal de audio de entrada 102 en cinco cuartos (por ejemplo, muestrear de manera ascendente la señal de audio de entrada 102 en cuatro quintos) para generar una señal muestreada de manera descendente 542. El muestreo descendente de la señal de audio de entrada 102 en cinco cuartos puede reducir la banda de la señal de audio de entrada 102 a 0 Hz - 12,8 kHz (por ejemplo, $16 \text{ kHz} * (4/5) = 12,8 \text{ kHz}$). En referencia a la FIG. 7A, se muestra un ejemplo ilustrativo particular no limitante de la señal muestreada de manera descendente 542 con respecto al gráfico (f). La señal muestreada de manera descendente 542 puede muestrearse a 25,6 kHz (por ejemplo, la frecuencia de muestreo de Nyquist de una señal muestreada de manera descendente 542 de 12,8 kHz). Los diagramas ilustrados en la FIG. 7A son ilustrativos y algunas características pueden enfatizarse para mayor claridad. Los diagramas no están dibujados necesariamente a escala. La señal muestreada de manera descendente 542 puede proporcionarse a un segundo módulo de volteo de espectro 512.

5 **[0105]** El segundo módulo de volteo de espectro 512 puede estar configurado para realizar una operación especular (por ejemplo, "voltear" el espectro) en la señal muestreada de manera descendente 542 para generar una señal "volteada". El volteo del espectro de la señal muestreada de manera descendente 542 puede cambiar (por ejemplo, "voltear") el contenido de la señal filtrada muestreada de manera descendente 542 a extremos opuestos del espectro que varía de 0 Hz a 12,8 kHz. Por ejemplo, el contenido a 12,8 kHz de la señal muestreada de manera descendente 542 puede estar a 0 Hz de la señal volteada, el contenido a 0 Hz de la señal muestreada de manera descendente 542 puede estar a 12,8 kHz de la señal volteada, etc. El segundo módulo de volteo de espectro 512 también puede incluir un filtro de paso bajo (no mostrado) que tenga una frecuencia de corte de aproximadamente 6,4 kHz. Por ejemplo, el filtro de paso bajo puede estar configurado para filtrar componentes de alta frecuencia de la señal volteada (por ejemplo, filtrar componentes de la señal volteada entre 6,4 kHz y 12,8 kHz) para generar una señal resultante 544 (representativa de la banda alta) que ocupe un ancho de banda entre 0 Hz y 6,4 kHz. En referencia a la FIG. 7A, se muestra un ejemplo ilustrativo particular no limitante de la señal resultante 544 con respecto al gráfico (g). La señal resultante 544 puede proporcionarse al tercer muestreador 516.

15 **[0106]** El tercer muestreador 516 puede estar configurado para muestrear de manera descendente la señal resultante 544 en un factor de dos (por ejemplo, muestrear de manera ascendente la señal resultante 544 en un factor de un medio) para generar la versión de banda base 126 de la primera señal de banda alta 124. El muestreo descendente de la señal resultante 544 en dos puede reducir la banda de la señal resultante 544 de 0 Hz - 12,8 kHz (por ejemplo, $25,6 \text{ kHz} * 0,5 = 12,8 \text{ kHz}$). En referencia a la FIG. 7A, se muestra un ejemplo ilustrativo particular no limitante de la versión de banda base 126 de la primera señal de banda alta 124 con respecto al gráfico (h). La versión de banda base 126 de la primera señal de banda alta 124 (por ejemplo, una señal de banda de 6,4 kHz) puede muestrearse a 12,8 kHz (por ejemplo, la frecuencia de muestreo de Nyquist de una versión de banda base 126 de 6,4 kHz de la primera señal de banda alta 124) y puede corresponder a una versión de banda base de componentes de la señal de audio de entrada 102 que ocupe el intervalo de frecuencia entre 6,4 kHz y 12,8 kHz. Por ejemplo, la versión de banda base 126 de la primera señal de banda alta 124 puede compararse con componentes de frecuencia correspondientes de la primera señal de excitación de banda alta 162 de las FIGS. 1-2B para generar información secundaria de banda alta 172.

20 **[0107]** La segunda ruta incluye un tercer módulo de volteo de espectro 518 y un cuarto muestreador 520. La señal de audio de entrada 102 puede proporcionarse al tercer módulo de volteo de espectro 518. El tercer módulo de volteo de espectro 518 puede incluir un filtro de paso alto (no mostrado) que tenga una frecuencia de corte de aproximadamente 12,8 kHz. Por ejemplo, el filtro de paso alto puede estar configurado para filtrar componentes de baja frecuencia de la señal de audio de entrada (por ejemplo, filtrar componentes de la señal de audio de entrada entre 0 Hz y 12,8 kHz) para generar una señal filtrada de audio de entrada que ocupe un intervalo de frecuencia entre 12,8 kHz y 16 kHz. El tercer módulo de volteo de espectro 518 también puede estar configurado para "voltear" el espectro de la señal filtrada de audio de entrada para generar una señal resultante 546. En referencia a la FIG. 7A, se muestra un ejemplo ilustrativo particular no limitante de la señal resultante 546 con respecto al gráfico (i). La señal resultante 546 puede proporcionarse al cuarto muestreador 520.

30 **[0108]** El cuarto muestreador 520 puede estar configurado para muestrear de manera descendente la señal resultante 546 en cinco (por ejemplo, muestrear de manera ascendente la señal resultante 546 en un factor de un quinto) para generar la versión de banda base 127 de la segunda señal de banda alta 125 que tiene una frecuencia de muestreo de 6,4 kHz. El muestreo descendente de la señal resultante 546 en cinco puede reducir la banda de la señal resultante 546 de 0 Hz - 3,2 kHz (por ejemplo, $16 \text{ kHz} * 0,2 = 3,2 \text{ kHz}$). En referencia a la FIG. 7A, se muestra un ejemplo ilustrativo particular no limitante de la segunda señal de banda alta 125 con respecto al gráfico (j). La versión de banda base 127 de la segunda señal de banda alta 125 (por ejemplo, una señal de banda de 3,2 kHz) puede tener una frecuencia de muestreo de 6,4 kHz (por ejemplo, la frecuencia de muestreo de Nyquist de una segunda señal de banda alta 125 de 3,2 kHz) y puede corresponder a una versión de banda base de componentes que ocupan el intervalo de frecuencia entre 12,8 kHz y 16 kHz de la señal de audio de entrada 102. Por ejemplo, la versión de banda base 127 de la segunda señal de banda alta 125 puede compararse con componentes de frecuencia correspondientes de la segunda señal de excitación de banda alta 164 de las FIGS. 1-2B para generar información secundaria de banda alta 172.

35 **[0109]** Se apreciará que los segundos componentes 106b de los circuitos de generación de banda alta 106 configurados para generar las versiones de banda base 126, 127 de las señales de banda alta 124, 125 de acuerdo con el segundo modo (por ejemplo, el modo multibanda) pueden reducir operaciones complejas y computacionalmente costosas asociadas al filtro de polo cero 502 y al mezclador descendente 506 en comparación con el funcionamiento de acuerdo con el primer modo (por ejemplo, el modo de banda única). Adicionalmente, los circuitos de generación de banda alta 106 pueden generar versiones de banda base 126, 127 de las señales de banda alta 124, 125 que, conjuntamente, representan un ancho de banda de la señal de audio de entrada 102 (por ejemplo, un ancho de banda de 9,6 kHz del intervalo de frecuencia de 6,4 kHz - 16 kHz) mayor que el ancho de banda representado por la versión de banda base de la señal de banda alta 540 (por ejemplo, un ancho de banda de 8 kHz del intervalo de frecuencia de 6,4 kHz - 14,4 kHz) generada de acuerdo con el primer modo de funcionamiento. Aunque la FIG. 5 describe los primeros componentes 106a y los segundos componentes 106b como asociados a distintos modos de los circuitos de generación de banda alta 106, en otros aspectos, los circuitos de generación de banda alta 106 de la FIG. 1 pueden

estar configurados para funcionar en el segundo modo sin configurarse para funcionar también en el primer modo (por ejemplo, los circuitos de generación de banda alta 106 pueden omitir el filtro de polo cero 502 y el mezclador descendente 506).

5 **[0110]** Las FIGS. 5-7A ilustran la generación de banda alta mediante codificación de SWB. Las técnicas y las proporciones de muestreo descritas con respecto a las FIGS. 5-7A pueden aplicarse a la codificación de banda completa (FB). Como ejemplo no limitante, el segundo modo de funcionamiento descrito con respecto a las FIGS. 5 y 7A puede aplicarse a la codificación de FB. En referencia a la FIG. 7B, el segundo modo de funcionamiento se ilustra con respecto a la codificación de FB. El segundo modo de funcionamiento en la FIG. 7B se describe con respecto a los segundos componentes 106b de los circuitos de generación de banda alta 106.

15 **[0111]** Una señal de audio de entrada que tiene una frecuencia que abarca desde 0 Hz a 20 kHz puede proporcionarse al segundo muestreador 510. El segundo muestreador 510 puede configurarse para muestrear de manera descendente la señal de audio de entrada en cinco cuartos (por ejemplo, muestrear de manera ascendente la señal de audio de entrada en cuatro quintos) para generar una señal muestreada de manera descendente 542b. El muestreo descendente de la señal de audio de entrada en cinco cuartos puede reducir la banda de la señal de audio de entrada a 0 Hz - 16 kHz (por ejemplo, $20 \text{ kHz} * (4/5) = 16 \text{ kHz}$). En referencia a la FIG. 7B, se muestra un ejemplo ilustrativo particular no limitante de la señal muestreada de manera descendente 542b con respecto al gráfico (a). La señal muestreada de manera descendente 542b puede muestrearse a 32 kHz (por ejemplo, la frecuencia de muestreo de Nyquist de una señal muestreada de manera descendente 542b de 16 kHz). La señal muestreada de manera descendente 542b puede proporcionarse al segundo módulo de volteo de espectro 512.

25 **[0112]** El segundo módulo de volteo de espectro 512 puede estar configurado para realizar una operación especular (por ejemplo, "voltear" el espectro) en la señal muestreada de manera descendente 542b para generar una señal "volteada". El volteo del espectro de la señal muestreada de manera descendente 542b puede cambiar (por ejemplo, "voltear") el contenido de la señal filtrada muestreada de manera descendente 542b a extremos opuestos del espectro que varía de 0 Hz a 16 kHz. Por ejemplo, el contenido a 16 kHz de la señal muestreada de manera descendente 542b puede estar a 0 Hz de la señal volteada, el contenido a 0 Hz de la señal muestreada de manera descendente 542b puede estar a 16 kHz de la señal volteada, etc. El segundo módulo de volteo de espectro 512 también puede incluir un filtro de paso bajo (no mostrado) que tenga una frecuencia de corte de aproximadamente 8 kHz. Por ejemplo, el filtro de paso bajo puede estar configurado para filtrar componentes de alta frecuencia de la señal volteada (por ejemplo, filtrar componentes de la señal volteada entre 8 kHz y 16 kHz) para generar una señal resultante 544b (representativa de la banda alta) que ocupe un ancho de banda entre 0 Hz y 8 kHz. En referencia a la FIG. 7B, se muestra un ejemplo ilustrativo particular no limitante de la señal resultante 544b con respecto al gráfico (b). La señal resultante 544b puede proporcionarse al tercer muestreador 516.

35 **[0113]** El tercer muestreador 516 puede estar configurado para muestrear de manera descendente la señal resultante 544b en un factor de dos (por ejemplo, muestrear de manera ascendente la señal resultante 544b en un factor de un medio) para generar la versión de banda base 126 de la primera señal de banda alta 124. El muestreo descendente de la señal resultante 544b en dos puede reducir la banda de la señal resultante 544b de 0 Hz - 16 kHz (por ejemplo, $32 \text{ kHz} * 0,5 = 16 \text{ kHz}$). En referencia a la FIG. 7B, se muestra un ejemplo ilustrativo particular no limitante de la versión de banda base 126 de la primera señal de banda alta 124 con respecto al gráfico (c). La versión de banda base 126 de la primera señal de banda alta 124 (por ejemplo, una señal de banda de 8 kHz) puede muestrearse a 16 kHz (por ejemplo, la frecuencia de muestreo de Nyquist de una versión de banda base 126 de 8 kHz de la primera señal de banda alta 124) y puede corresponder a una versión de banda base de componentes de la señal de audio de entrada que ocupe el intervalo de frecuencia entre 8 kHz y 16 kHz.

40 **[0114]** La señal de audio de entrada que abarca de 0 Hz a 20 kHz también puede proporcionarse al tercer módulo de volteo de espectro 518. El tercer módulo de volteo de espectro 518 puede incluir un filtro de paso alto (no mostrado) que tenga una frecuencia de corte de aproximadamente 16 kHz. Por ejemplo, el filtro de paso alto puede estar configurado para filtrar componentes de baja frecuencia de la señal de audio de entrada (por ejemplo, filtrar componentes de la señal de audio de entrada entre 0 Hz y 16 kHz) para generar una señal de audio de entrada filtrada que ocupe un intervalo de frecuencia entre 16 kHz y 20 kHz. El tercer módulo de volteo de espectro 518 también puede estar configurado para "voltear" el espectro de la señal filtrada de audio de entrada para generar una señal resultante 546b. En referencia a la FIG. 7B, se muestra un ejemplo ilustrativo particular no limitante de la señal resultante 546b con respecto al gráfico (d). La señal resultante 546b puede proporcionarse al cuarto muestreador 520.

55 **[0115]** El cuarto muestreador 520 puede estar configurado para muestrear de manera descendente la señal resultante 546b en cinco (por ejemplo, muestrear de manera ascendente la señal resultante 546b en un factor de un quinto) para generar la versión de banda base 127 de la segunda señal de banda alta 125 que tiene una frecuencia de muestreo de 8 kHz. El muestreo descendente de la señal resultante 546b en cinco puede reducir la banda de la señal resultante 546b de 0 Hz - 4 kHz (por ejemplo, $20 \text{ kHz} * 0,2 = 4 \text{ kHz}$). En referencia a la FIG. 7B, se muestra un ejemplo ilustrativo particular no limitante de la segunda señal de banda alta 125 con respecto al gráfico (e). La versión de banda base 127 de la segunda señal de banda alta 125 (por ejemplo, una señal de banda de 4 kHz) puede tener una frecuencia de muestreo de 8 kHz (por ejemplo, la frecuencia de muestreo de Nyquist de una segunda señal de

banda alta 125 de 4 kHz) y puede corresponder a una versión de banda base de componentes que ocupan el intervalo de frecuencia entre 16 kHz y 20 kHz de la señal de audio de entrada que abarca de 0 Hz a 20 kHz.

5 **[0116]** Se apreciará que los segundos componentes 106b de los circuitos de generación de banda alta 106 configurados para generar las versiones de banda base 126, 127 de las señales de banda alta 124, 125 de acuerdo con el segundo modo (por ejemplo, el modo multibanda) pueden reducir operaciones complejas y computacionalmente costosas asociadas al filtro de polo cero 502 y al mezclador descendente 506 en comparación con el funcionamiento de acuerdo con el primer modo (por ejemplo, el modo de banda única).

10 **[0117]** En referencia a la FIG. 8, se muestra un aspecto particular de un sistema 800 que se puede hacer funcionar para reconstruir una parte de banda alta de una señal de audio usando excitación de banda alta dual. El sistema 800 incluye un generador de excitación de banda alta 802, un filtro de síntesis de banda alta 804, un primer ajustador 806, un segundo ajustador 808 y un generador de señales de banda alta dual 810. En un aspecto particular, el sistema 800 puede estar integrado en un sistema o aparato de descodificación (por ejemplo, en un teléfono inalámbrico o CÓDEC).
15 En otros aspectos particulares, el sistema 800 puede estar integrado en un decodificador, un reproductor de música, un reproductor de vídeo, una unidad de entretenimiento, un dispositivo de navegación, un dispositivo de comunicaciones, un PDA, una unidad de datos de ubicación fija o un ordenador, como ejemplos ilustrativos y no limitantes. En algunos aspectos, los componentes del sistema 800 pueden estar incluidos en una parte de decodificador local de un codificador (por ejemplo, el generador de excitación de banda alta 802 puede corresponder al generador de excitación de banda alta 160 de la FIG. 1 y el filtro de síntesis de banda alta 804 puede corresponder al módulo de síntesis de LP 166 de la FIG. 1) que está configurado para replicar operaciones de decodificador para determinar la información secundaria de banda alta 172 (por ejemplo, proporciones de ganancia).

25 **[0118]** El generador de excitación de banda alta 802 puede estar configurado para generar una primera señal de excitación de banda alta 862 y una segunda señal de excitación de banda alta 864 basándose en la señal de excitación de banda baja 144 que se recibe como parte del flujo de bits de banda baja 142 en el flujo de bits 199 (por ejemplo, el flujo de bits 199 puede recibirse por medio de un receptor de un dispositivo móvil). La primera señal de excitación de banda alta 862 puede corresponder a una versión reconstruida de la primera señal de excitación de banda alta 162 de las FIGS. 1-2B, y la segunda señal de excitación de banda alta 864 puede corresponder a una versión reconstruida de la segunda señal de excitación de banda alta 164 de las FIGS. 1-2B. Por ejemplo, el generador de excitación de banda alta 802 puede incluir un primer generador de excitación de banda alta 896 y un segundo generador de excitación de banda alta 898. El primer generador de excitación de banda alta 896 puede funcionar de manera sustancialmente similar al primer generador de excitación de banda alta 280 de la FIG. 2B, y el segundo generador de excitación de banda alta 898 puede funcionar de manera sustancialmente similar al segundo generador de excitación de banda alta 282 de la FIG. 2B. La primera señal de excitación de banda alta 862 puede tener un intervalo de frecuencia de banda base entre aproximadamente 0 Hz y 6,4 kHz, y la segunda señal de excitación de banda alta 864 puede tener un intervalo de frecuencia de banda base entre aproximadamente 0 Hz y 3,2 kHz. Las señales de excitación de banda alta 862, 864 pueden proporcionarse al filtro de síntesis de banda alta 804.

40 **[0119]** El filtro de síntesis de banda alta 804 puede estar configurado para generar una primera señal sintetizada de banda base 822 y una segunda señal sintetizada de banda base 824 basándose en las señales de excitación de banda alta 862, 864 y LPC a partir de la información secundaria de banda alta 172. Por ejemplo, la información secundaria de banda alta 172 puede proporcionarse al filtro de síntesis de banda alta 804 por medio del flujo de bits 199. La primera señal sintetizada de banda base 822 puede representar componentes de una banda de frecuencia de 6,4 kHz - 12,8 kHz de la señal de audio de entrada 102, y la segunda señal sintetizada de banda base 824 representa componentes de una banda de frecuencia de 12,8 kHz - 16 kHz de la señal de audio de entrada 102. La primera señal sintetizada de banda base 822 puede proporcionarse al primer ajustador 806, y la segunda señal sintetizada de banda base 824 puede proporcionarse al segundo ajustador 808.

50 **[0120]** El primer ajustador 806 puede estar configurado para generar una primera señal sintetizada de banda base ajustada por ganancia 832 basándose en la primera señal sintetizada de banda base 822 y parámetros de ajuste de ganancia de la información secundaria de banda alta 172. El segundo ajustador 808 puede estar configurado para generar una segunda señal sintetizada de banda base ajustada por ganancia 834 basándose en la segunda señal sintetizada de banda base 824 y parámetros de ajuste de ganancia de la información secundaria de banda alta 172.
55 La primera señal sintetizada de banda base ajustada por ganancia 832 puede tener un ancho de banda de banda base de 6,4 kHz, y la segunda señal sintetizada de banda base ajustada por ganancia 834 puede tener un ancho de banda de banda base de 3,2 kHz. Las señales sintetizadas de banda base ajustadas por ganancia 832, 834 pueden proporcionarse al generador de señales de banda alta dual 810.

60 **[0121]** El generador de señales de banda alta dual 810 puede estar configurado para cambiar el espectro de frecuencia de la primera señal sintetizada de banda base ajustada por ganancia 832 a una primera señal sintetizada de banda alta 842. La primera señal sintetizada de banda alta 842 puede tener una banda de frecuencia que varía de aproximadamente 6,4 kHz a 12,8 kHz. Por ejemplo, la primera señal sintetizada de banda alta 842 puede corresponder a una versión reconstruida de la señal de audio de entrada 102 que varía de 6,4 kHz a 12,8 kHz. El generador de señales de banda alta dual 810 también puede estar configurado para cambiar el espectro de frecuencia de la segunda señal sintetizada de banda base ajustada por ganancia 834 a una segunda señal sintetizada de banda alta 844. La

segunda señal sintetizada de banda alta 844 puede tener un intervalo de frecuencia que varía de aproximadamente 12,8 kHz a 16 kHz. Por ejemplo, la segunda señal sintetizada de banda alta 844 puede corresponder a una versión reconstruida de la señal de audio de entrada 102 que varía de 12,8 kHz a 16 kHz. Operaciones del generador de señales de banda alta dual 810 se describen con mayor detalle con respecto a la FIG. 9.

[0122] En referencia a la FIG. 9, se muestra un aspecto particular del generador de señales de banda alta dual 810. El generador de señales de banda alta dual 810 puede incluir una primera ruta configurada para generar la primera señal sintetizada de banda alta 842 y una segunda ruta configurada para generar la segunda señal sintetizada de banda alta 844. La primera ruta y la segunda ruta pueden funcionar en paralelo para disminuir los tiempos de procesamiento asociados a la generación de las señales sintetizadas de banda alta 842, 844. De forma alternativa, o adicional, uno o más componentes pueden compartirse en una configuración en serie o en cascada para reducir el tamaño y/o el coste.

[0123] La primera ruta incluye un primer muestreador 902, un primer módulo de volteo de espectro 904 y un segundo muestreador 906. La primera señal sintetizada de banda base ajustada por ganancia 832 puede proporcionarse al primer muestreador 902. En referencia a la FIG. 10, se muestra un ejemplo ilustrativo particular no limitante de la primera señal sintetizada de banda base ajustada por ganancia 832 con respecto al gráfico (a). La primera señal sintetizada de banda base ajustada por ganancia 832 puede tener un ancho de banda de banda base de 6,4 kHz, y la primera señal sintetizada de banda base ajustada por ganancia 832 puede muestrearse a 12,8 kHz (por ejemplo, la frecuencia de muestreo de Nyquist). Los diagramas ilustrados en la FIG. 10 son ilustrativos y algunas características pueden enfatizarse para mayor claridad. Los diagramas no están dibujados necesariamente a escala.

[0124] El primer muestreador 902 puede estar configurado para muestrear de manera ascendente la primera señal sintetizada de banda base ajustada por ganancia 832 en dos para generar una señal muestreada de manera ascendente 922. El muestreo ascendente de la primera señal sintetizada de banda base ajustada por ganancia 832 en dos puede extender la banda de la primera señal sintetizada de banda base ajustada por ganancia 832 de 0 Hz a 12,8 kHz (por ejemplo, $6,4 \text{ kHz} * 2 = 12,8 \text{ kHz}$). En referencia a la FIG. 10, se muestra un ejemplo ilustrativo particular no limitante de la señal muestreada de manera ascendente 922 con respecto al gráfico (b). La señal muestreada de manera ascendente 922 puede muestrearse a 25,6 kHz (por ejemplo, la frecuencia de muestreo de Nyquist). La señal muestreada de manera ascendente 922 puede proporcionarse al primer módulo de volteo de espectro 904.

[0125] El primer módulo de volteo de espectro 904 puede configurarse para "voltear" el espectro de la señal muestreada de manera ascendente 922 para generar una señal resultante 924. El volteo del espectro de la señal muestreada de manera ascendente 922 puede cambiar (por ejemplo, "voltear") el contenido de la señal muestreada de manera ascendente 922 a extremos opuestos del espectro que varía de 0 Hz a 12,8 kHz. Por ejemplo, el contenido a 0 Hz de la señal muestreada de manera ascendente 922 puede estar a 12,8 kHz de la señal resultante 924, etc. En referencia a la FIG. 10, se muestra un ejemplo ilustrativo particular no limitante de la señal resultante 924 con respecto al gráfico (c). La señal resultante 924 puede proporcionarse al segundo muestreador 906.

[0126] El segundo muestreador 906 puede estar configurado para muestrear de manera ascendente la señal resultante 924 en cinco cuartos para generar la primera señal sintetizada de banda alta 842. El muestreo ascendente de la señal resultante 924 en cinco cuartos puede incrementar la banda de la señal resultante 924 a 0 Hz - 16 kHz (por ejemplo, $12,8 \text{ kHz} * (5/4) = 16 \text{ kHz}$) y se puede realizar mediante un filtro de espejo en cuadratura (QMF). En referencia a la FIG. 10, se muestra un ejemplo ilustrativo particular no limitante de la primera señal sintetizada de banda alta 842 con respecto al gráfico (d). La primera señal sintetizada de banda alta 842 puede muestrearse a 32 kHz (por ejemplo, la frecuencia de muestreo de Nyquist) y puede corresponder a una versión reconstruida de la banda de frecuencia de 6,4 kHz - 12,8 kHz de la señal de audio de entrada.

[0127] La segunda ruta incluye un tercer muestreador 908 y un segundo módulo de volteo de espectro 910. La segunda señal sintetizada de banda base ajustada por ganancia 834 puede proporcionarse al tercer muestreador 908. En referencia a la FIG. 10, se muestra un ejemplo ilustrativo particular no limitante de la segunda señal sintetizada de banda base ajustada por ganancia 834 con respecto al gráfico (e). La segunda señal sintetizada de banda base ajustada por ganancia 834 puede tener un ancho de banda de banda base de 3,2 kHz, y la segunda señal sintetizada de banda base ajustada por ganancia 834 puede muestrearse a 6,4 kHz (por ejemplo, la frecuencia de muestreo de Nyquist).

[0128] El tercer muestreador 908 puede estar configurado para muestrear de manera ascendente la segunda señal sintetizada de banda base ajustada por ganancia 834 en cinco para generar una señal muestreada de manera ascendente 926. El muestreo ascendente de la segunda señal sintetizada de banda base ajustada por ganancia 834 en cinco puede extender la banda de la segunda señal sintetizada de banda base ajustada por ganancia 834 de 0 Hz a 16 kHz (por ejemplo, $3,2 \text{ kHz} * 5 = 16 \text{ kHz}$). En referencia a la FIG. 10, se muestra un ejemplo ilustrativo particular no limitante de la señal muestreada de manera ascendente 926 con respecto al gráfico (f). La señal muestreada de manera ascendente 926 puede muestrearse a 32 kHz (por ejemplo, la frecuencia de muestreo de Nyquist). La señal muestreada de manera ascendente 926 puede proporcionarse al segundo módulo de volteo de espectro 910.

[0129] El segundo módulo de volteo de espectro 910 puede estar configurado para "voltear" el espectro de la señal muestreada de manera ascendente 926 para generar la segunda señal sintetizada de banda alta 844. El volteo del espectro de la señal muestreada de manera ascendente 926 puede cambiar (por ejemplo, "voltear") el contenido de la señal muestreada de manera ascendente 926 a extremos opuestos del espectro que varía de 0 Hz a 16 kHz. Por ejemplo, el contenido a 0 Hz de la señal muestreada de manera ascendente 922 puede estar a 16 kHz de la segunda señal sintetizada de banda alta 844, el contenido a 3,2 kHz de la señal muestreada de manera ascendente puede estar a 12,8 kHz de la segunda señal sintetizada de banda alta 844, etc. En referencia a la FIG. 10, se muestra un ejemplo ilustrativo particular no limitante de la segunda señal sintetizada de banda alta 844 con respecto al gráfico (g). La segunda señal sintetizada de banda alta 844 puede muestrearse a 32 kHz (por ejemplo, la frecuencia de muestreo de Nyquist) y puede corresponder a una versión reconstruida de la señal de audio de entrada que varía de 12,8 kHz a 16 kHz.

[0130] Se apreciará que el generador de señales de banda alta dual 810 puede reducir las operaciones complejas y computacionalmente costosas asociadas a la conversión de las señales sintetizadas de banda base ajustadas por ganancia 832, 834 en las señales sintetizadas de banda alta 842, 844. Por ejemplo, el generador de señales de banda alta dual 810 puede reducir operaciones complejas y computacionalmente costosas asociadas a un mezclador descendente utilizado en un enfoque de banda única. Adicionalmente, las señales sintetizadas de banda alta 842, 844 generadas por el generador de señales de banda alta dual 810 pueden representar un ancho de banda de la señal de audio de entrada 102 (por ejemplo, en el intervalo de frecuencia de 6,4 kHz - 16 kHz) mayor que el ancho de banda de una señal sintetizada de banda alta generada usando una única banda (por ejemplo, en el intervalo de frecuencia de 6,4 kHz - 14,4 kHz). Se muestra un ejemplo ilustrativo particular no limitante de una señal de audio sintetizada con respecto al gráfico (h) de la FIG. 10.

[0131] En referencia a la FIG. 11, se muestra un diagrama de flujo de un aspecto particular de un procedimiento 1100 para generar señales de banda base. El procedimiento 1100 se puede realizar por el sistema 100 de la FIG. 1, el generador de excitación de banda alta 160 de las FIG. 1-2B, los circuitos de generación de banda alta 106 de las FIG. 1 y 5, o cualquier combinación de los mismos. Por ejemplo, de acuerdo con un primer aspecto, el procedimiento 1100 se puede realizar mediante el generador de excitación de banda alta 160 para generar las señales de excitación de banda alta 162, 164. De acuerdo con un segundo aspecto, el procedimiento 1100 se puede realizar mediante los circuitos de generación de banda alta 106 para generar las versiones de banda base 126, 127 de las señales de banda alta 124, 125.

[0132] El procedimiento 1100 incluye recibir, en un vocodificador, una señal de audio muestreada a una primera frecuencia de muestreo, en 1102. El procedimiento 1100 también incluye generar una primera señal de banda base correspondiente a una primera subbanda de una parte de banda alta de la señal de audio y una segunda señal de banda base correspondiente a una segunda subbanda de la parte de banda alta de la señal de audio, en 1104.

[0133] De acuerdo con el primer aspecto, la señal de audio puede ser la señal de audio de entrada muestreada a 32 kHz recibida en la batería de filtros de análisis 110. La primera señal de banda base es una primera señal de excitación de banda alta y la segunda señal de banda base es una segunda señal de excitación de banda alta. Por ejemplo, en referencia a la FIG. 1, el generador de excitación de banda alta 160 puede generar la primera señal de excitación de banda alta 162 (por ejemplo, la primera señal de banda base) y la segunda señal de excitación de banda alta 164 (por ejemplo, la segunda señal de banda base). La primera señal de excitación de banda alta 162 puede tener un intervalo de frecuencia de banda base (por ejemplo, entre aproximadamente 0 Hz y 6,4 kHz) que corresponde a la primera señal de banda alta 124 (por ejemplo, una primera subbanda de una parte de banda alta de la señal de audio de entrada 102). Por ejemplo, la parte de banda alta de la señal de audio de entrada 102 puede corresponder a componentes de la señal de audio de entrada que ocupan el intervalo de frecuencia entre 6,4 kHz y 16 kHz. La frecuencia de banda base de la primera señal de excitación de banda alta 162 puede corresponder a componentes filtrados de la señal de audio de entrada 102 que ocupan el intervalo de frecuencia entre 6,4 kHz y 12,8 kHz. La segunda señal de excitación de banda alta 164 puede tener un intervalo de frecuencia de banda base (por ejemplo, entre aproximadamente 0 Hz y 3,2 kHz) que corresponde a la segunda señal de banda alta 125 (por ejemplo, una segunda subbanda de la parte de banda alta de la señal de audio de entrada 102). Por ejemplo, la frecuencia de banda base de la segunda señal de excitación de banda alta 164 puede corresponder a componentes de la señal de audio de entrada 102 que ocupan el intervalo de frecuencia entre 12,8 kHz y 16 kHz.

[0134] De acuerdo con el primer aspecto del procedimiento 1100, generar la primera señal de banda base y la segunda señal de banda base puede incluir recibir, en un codificador de banda alta del vocodificador, una señal de excitación de banda baja generada por un codificador de banda baja del vocodificador. Por ejemplo, en referencia a la FIG. 1, el módulo de análisis de banda alta 150 puede recibir la señal de excitación de banda baja 144 generada por el módulo de análisis de banda baja 130. De acuerdo con el primer aspecto del procedimiento 1100, la generación de la primera señal de banda base puede incluir muestrear de manera ascendente la señal de excitación de banda baja de acuerdo con una primera proporción de muestreo ascendente para generar una primera señal muestreada de manera ascendente. Por ejemplo, en referencia a la FIG. 2A, el tercer muestreador 214 puede muestrear de manera ascendente la señal de excitación de banda baja 144 en una proporción de dos para generar la señal muestreada de manera ascendente 252. De acuerdo con el primer aspecto del procedimiento 1100, la generación de la segunda señal de banda base puede incluir muestrear de manera ascendente la señal de excitación de banda baja de acuerdo con

una segunda proporción de muestreo ascendente para generar una segunda señal muestreada de manera ascendente. Por ejemplo, en referencia a la FIG. 2A, el primer muestreador 202 puede muestrear de manera ascendente la señal de excitación de banda baja 144 en una proporción de dos y medio para generar la señal muestreada de manera ascendente 232.

5 **[0135]** De acuerdo con el primer aspecto, el procedimiento 1100 puede incluir realizar una operación de transformación no lineal en la primera señal muestreada de manera ascendente para generar una primera señal extendida armónicamente. Por ejemplo, en referencia a la FIG. 2A, el segundo generador de transformación no lineal 218 puede realizar una operación de transformación no lineal en la señal muestreada de manera ascendente 252 para generar la señal extendida armónicamente 254. De acuerdo con el primer aspecto, el procedimiento 1100 puede incluir realizar una operación de volteo de espectro en la primera señal extendida armónicamente para generar una primera señal de ancho de banda extendido. Por ejemplo, en referencia a la FIG. 2A, el segundo módulo de volteo de espectro 220 puede realizar una operación de volteo de espectro para generar la señal 256 (por ejemplo, la primera señal de ancho de banda extendido). El cuarto muestreador 222 puede muestrear de manera descendente la primera señal de ancho de banda extendido 256 para generar la primera señal de excitación de banda alta 162.

20 **[0136]** De acuerdo con el primer aspecto, el procedimiento 1100 puede incluir realizar una operación de transformación no lineal en la segunda señal muestreada de manera ascendente para generar una segunda señal extendida armónicamente. Por ejemplo, en referencia a la FIG. 2A, el primer generador de transformación no lineal 204 puede realizar una operación de transformación no lineal en la señal muestreada de manera ascendente 232 para generar la señal extendida armónicamente 234. De acuerdo con el primer aspecto, el procedimiento 1100 puede incluir realizar una operación de volteo de espectro en la primera señal extendida armónicamente para generar una primera señal de ancho de banda extendido. Por ejemplo, en referencia a la FIG. 2A, el tercer módulo de volteo de espectro 224 puede realizar una operación de volteo de espectro para generar la señal 258 (por ejemplo, la segunda señal de ancho de banda extendido). El quinto muestreador 226 puede muestrear de manera descendente la segunda señal de ancho de banda extendido 256 para generar la segunda señal de excitación de banda alta 164.

30 **[0137]** De acuerdo con el primer aspecto, el procedimiento 1100 de la FIG. 11 puede reducir las operaciones complejas y computacionalmente costosas asociadas al filtro de polo cero 206 y al mezclador descendente 210 de acuerdo con el modo de funcionamiento de banda única. Adicionalmente, el procedimiento 1100 puede generar señales de excitación de banda alta 162, 164 que, conjuntamente, representan un ancho de banda de la señal de audio de entrada 102 (por ejemplo, un intervalo de frecuencia de 6,4 kHz - 16 kHz) mayor que el ancho de banda representado por la señal de excitación de banda alta 242 (por ejemplo, un intervalo de frecuencia de 6,4 kHz - 14,4 kHz) generada de acuerdo con el modo de banda única.

35 **[0138]** De acuerdo con el segundo aspecto, la señal de audio es la señal de audio de entrada 102, la primera señal de banda base es la versión de banda base 126 de la primera señal de banda alta 124 de la FIG. 1, y la segunda señal de banda base es la versión de banda base 127 de la segunda señal de banda alta 125 de la FIG. 1. La versión de banda base 126 de la primera señal de banda alta 124 puede tener un intervalo de frecuencia de banda base (por ejemplo, entre aproximadamente 0 Hz y 6,4 kHz) que corresponde a la primera señal de banda alta 124 (por ejemplo, una primera subbanda de una parte de banda alta de la señal de audio de entrada 102). Por ejemplo, la parte de banda alta de la señal de audio de entrada 102 puede corresponder a componentes de la señal de audio de entrada que ocupan el intervalo de frecuencia entre 6,4 kHz y 16 kHz. La versión de banda base 126 de la primera señal de banda alta 124 puede corresponder a componentes de la señal de audio de entrada 102 que ocupen el intervalo de frecuencia entre 6,4 kHz y 12,8 kHz. La versión de banda base 127 de la segunda señal de banda alta 125 puede tener un intervalo de frecuencia de banda base (por ejemplo, entre aproximadamente 0 Hz y 3,2 kHz) que corresponde a la segunda señal de banda alta 125 (por ejemplo, una segunda subbanda de la parte de banda alta de la señal de audio de entrada 102). Por ejemplo, la versión de banda base 127 de la segunda señal de banda alta 125 puede corresponder a componentes de la señal de audio de entrada 102 que ocupen el ancho de banda entre 12,8 kHz y 16 kHz.

50 **[0139]** De acuerdo con el segundo aspecto del procedimiento 1100, la generación de la primera señal de banda base puede incluir muestrear de manera descendente la señal de audio para generar una primera señal muestreada de manera descendente. Por ejemplo, en referencia a la FIG. 5, el segundo muestreador 510 puede muestrear de manera descendente la señal de audio de entrada 102 en cinco cuartos (por ejemplo, muestrear de manera ascendente la señal de audio de entrada 102 en cuatro quintos) para generar la señal muestreada de manera descendente 542. Se puede realizar una operación de volteo de espectro en la primera señal muestreada de manera descendente para generar una primera señal resultante. Por ejemplo, en referencia a la FIG. 5, el segundo módulo de volteo de espectro 512 puede realizar una operación de volteo de espectro en la señal muestreada de manera descendente 542 para generar la señal resultante 544. La primera señal resultante se puede muestrear de manera descendente para generar la primera señal de banda base. Por ejemplo, en referencia a la FIG. 5, el tercer muestreador 516 puede muestrear de manera descendente la señal resultante 544 en dos (por ejemplo, muestrear de manera ascendente la señal resultante 544 en un factor de un medio) para generar la versión de banda base 126 de la primera señal de banda alta 124 (por ejemplo, la primera señal de banda base).

65

- 5 [0140] De acuerdo con el segundo aspecto del procedimiento 1100, generar la segunda señal de banda base puede incluir realizar una operación de volteo de espectro en la señal de audio para generar una segunda señal resultante. Por ejemplo, en referencia a la FIG. 5, el tercer módulo de volteo de espectro 518 puede realizar una operación de volteo de espectro en la señal de audio de entrada 102 para generar la señal resultante 546. La segunda señal resultante se puede muestrear de manera descendente para generar la segunda señal de banda base. Por ejemplo, en referencia a la FIG. 5, el cuarto muestreador 520 puede muestrear de manera descendente la señal resultante 546 en cinco (por ejemplo, muestrear de manera ascendente la señal resultante 546 en un factor de un quinto) para generar la versión de banda base 127 de la segunda señal de banda alta 125 (por ejemplo, la segunda señal de banda base).
- 10 [0141] De acuerdo con el segundo aspecto, el procedimiento 1100 de la FIG. 11 puede reducir las operaciones complejas y computacionalmente costosas asociadas al filtro de polo cero 502 y al mezclador descendente 506 de acuerdo con el modo de funcionamiento de banda única. Adicionalmente, el procedimiento 1100 puede generar versiones de banda base 126, 127 de las señales de banda alta 124, 125 que, conjuntamente, representan un ancho de banda de la señal de audio de entrada 102 (por ejemplo, un intervalo de frecuencia de 6,4 kHz - 16 kHz) mayor que el ancho de banda representado por la versión de banda base de la señal de banda alta 540 (por ejemplo, un intervalo de frecuencia de 6,4 kHz - 14,4 kHz) generada de acuerdo con el modo de banda única.
- 15 [0142] En referencia a la FIG. 12, se muestra un aspecto particular de un procedimiento 1200 de uso de excitación no lineal de múltiples bandas para la reconstrucción de señales. El procedimiento 1200 se puede realizar mediante el sistema 800 de la FIG. 8, el generador de señal dual de banda alta 810 de las FIGS. 8-10, o cualquier combinación de los mismos.
- 20 [0143] El procedimiento 1200 incluye recibir, en un decodificador, una señal de audio codificada desde un codificador, donde la señal de audio codificada comprende una señal de excitación de banda baja, en 1202. Por ejemplo, en referencia a la FIG. 8, el generador de excitación de banda alta 802 puede recibir la señal de excitación de banda baja 144 como parte de una señal de audio codificada.
- 25 [0144] Una primera subbanda de una parte de banda alta de una señal de audio se puede reconstruir a partir de la señal de audio codificada en función de la señal de excitación de banda baja, en 1204. Por ejemplo, en referencia a las FIGS. 8-9, el generador de señales de banda alta dual 810 puede generar la primera señal sintetizada de banda alta 842 basándose en una o más señales sintetizadas (por ejemplo, la primera señal sintetizada de banda base ajustada por ganancia 832) derivada de la señal de excitación de banda baja 144.
- 30 [0145] Una segunda subbanda de la parte de banda alta de la señal de audio se puede reconstruir a partir de la señal de audio codificada en función de la señal de excitación de banda baja, en 1206. Por ejemplo, en referencia a las FIGS. 8-9, el generador de señales de banda alta dual 810 puede generar la segunda señal sintetizada de banda alta 844 basándose en una o más señales sintetizadas (por ejemplo, la segunda señal sintetizada de banda base ajustada por ganancia 834) derivada de la señal de excitación de banda baja 144.
- 35 [0146] El procedimiento 1200 de la FIG. 12 puede reducir las operaciones complejas y computacionalmente costosas asociadas a un mezclador descendente usado en un enfoque de banda única. Adicionalmente, las señales sintetizadas de banda alta 842, 844 generadas por el generador de señales de banda alta dual 810 pueden representar un ancho de banda de la señal de audio de entrada 102 (por ejemplo, un intervalo de frecuencia de 6,4 kHz - 16 kHz) mayor que el ancho de banda de una señal sintetizada de banda alta generada usando una única banda.
- 40 [0147] En referencia a la FIG. 13, se muestran diagramas de flujo de otro aspecto particular de procedimientos 1300, 1320 para generar señales de banda base. El primer procedimiento 1300 se puede realizar por el sistema 100 de la FIG. 1, el generador de excitación de banda alta 160 de las FIGS. 1-2B, los circuitos de generación de banda alta 106 de las FIGS. 1 y 5, o cualquier combinación de los mismos. De forma similar, el segundo procedimiento 1320 se puede realizar por el sistema 100 de la FIG. 1, el generador de excitación de banda alta 160 de la FIG. 1-2B, los circuitos de generación de banda alta 106 de las FIG. 1 y 5, o cualquier combinación de los mismos.
- 45 [0148] El primer procedimiento 1300 incluye recibir, en un vocodificador, una señal de audio que tiene una parte de banda baja y una parte de banda alta, en 1302. Por ejemplo, en referencia a la FIG. 1, la banda de filtros de análisis 110 puede recibir la señal de audio de entrada 102. La señal de audio de entrada 102 puede ser una señal de SWB que abarca desde aproximadamente 0 Hz a 16 kHz o una señal de FB que abarca desde aproximadamente 0 Hz a 20 kHz. La parte de banda baja de la señal de SWB puede abarcar desde 0 Hz a 6,4 kHz, y la parte de banda alta de la señal de SWB puede abarcar desde 6,4 kHz a 16 kHz. La parte de banda baja de la señal de FB puede abarcar desde 0 Hz a 8 kHz, y la parte de banda alta de la señal de FB puede abarcar desde 8 kHz a 20 kHz.
- 50 [0149] Una señal de excitación de banda baja se puede generar en función de una parte de banda baja de la señal de audio, en 1304. Por ejemplo, en referencia a la FIG. 1, la señal de excitación de banda baja 144 se puede generar por el módulo de análisis de banda baja 130 (por ejemplo, un codificador de banda baja de un vocodificador). Para la codificación de SWB, la señal de excitación de banda baja 144 puede abarcar desde aproximadamente 0 Hz a 6,4 kHz. Para la codificación de FB, la señal de excitación de banda baja 144 puede abarcar desde aproximadamente 0 Hz a 8 kHz.
- 55
- 60
- 65

- 5 [0150] Se puede generar una primera señal de banda base (por ejemplo, una primera señal de excitación de banda alta) en función del muestreo ascendente de la señal de excitación de banda baja, en 1306. La primera señal de banda base puede corresponder a una primera subbanda de la parte de banda alta de la señal de audio. Por ejemplo, en referencia a la FIG. 2B, el primer generador de excitación de banda alta 280 puede generar la primera señal de excitación de banda alta 162 mediante muestreo ascendente de la señal de excitación de banda baja 144.
- 10 [0151] Se puede generar una segunda señal de banda base (por ejemplo, una segunda señal de excitación de banda alta) en función de la primera señal de banda base, en 1308. La segunda señal de banda base puede corresponder a una segunda subbanda de la parte de banda alta de la señal de audio. Por ejemplo, en referencia a la FIG. 2B, el segundo generador de excitación de banda alta 282 puede modular el ruido blanco usando la primera señal de excitación de banda alta 162 para generar la segunda señal de excitación de banda alta 164.
- 15 [0152] El segundo procedimiento 1320 puede incluir recibir, en un vocodificador, una señal de audio muestreada a una primera frecuencia de muestreo, en 1322. Por ejemplo, en referencia a la FIG. 1, la banda de filtros de análisis 110 puede recibir la señal de audio de entrada 102. La señal de audio de entrada 102 puede ser una señal de SWB que abarca desde aproximadamente 0 Hz a 16 kHz o una señal de FB que abarca desde aproximadamente 0 Hz a 20 kHz. La parte de banda baja de la señal de SWB puede abarcar desde 0 Hz a 6,4 kHz, y la parte de banda alta de la señal de SWB puede abarcar desde 6,4 kHz a 16 kHz. La parte de banda baja de la señal de FB puede abarcar desde 0 Hz a 8 kHz, y la parte de banda alta de la señal de FB puede abarcar desde 8 kHz a 20 kHz.
- 20 [0153] Se puede generar una señal de excitación de banda baja en un codificador de banda baja del vocodificador en función de una parte de banda baja de la señal de audio, en 1324. Por ejemplo, en referencia a la FIG. 1, la señal de excitación de banda baja 144 se puede generar por el módulo de análisis de banda baja 130 (por ejemplo, un codificador de banda baja de un vocodificador). Para la codificación de SWB, la señal de excitación de banda baja 144 puede abarcar desde aproximadamente 0 Hz a 6,4 kHz. Para la codificación de FB, la señal de excitación de banda baja 144 puede abarcar desde aproximadamente 0 Hz a 8 kHz.
- 25 [0154] Se puede generar una primera señal de banda base en un codificador de banda alta del vocodificador, en 1326. Generar la primera señal de banda base puede incluir realizar una operación de volteo espectral en una versión transformada de forma no lineal de la señal de excitación de banda baja. Por ejemplo, en referencia a la FIG. 2A, el segundo módulo de volteo de espectro 220 puede realizar una operación de volteo espectral en la segunda señal extendida armónicamente 254 (por ejemplo, la versión transformada de forma no lineal de la señal de excitación de banda baja de acuerdo con el segundo procedimiento 1320). La versión transformada de forma no lineal de la señal de excitación de banda baja 144 puede generarse mediante muestreo ascendente, en el tercer muestreador 214, de la señal de excitación de banda baja 144 de acuerdo con la primera proporción de muestreo ascendente para generar la primera señal muestreada de manera ascendente 252. El segundo generador de transformación no lineal 218 puede realizar una operación de transformación no lineal en la primera señal muestreada de manera ascendente 252 para generar la versión transformada de forma no lineal de la señal de excitación de banda baja. El cuarto muestreador 222 puede muestrear de manera descendente una versión volteada espectralmente de la versión transformada de forma no lineal de la señal de excitación de banda baja para generar la primera señal de banda base (por ejemplo, la primera señal de excitación de banda alta 162).
- 30 [0155] Se puede generar una segunda señal de banda base correspondiente a una segunda subbanda de la parte de banda alta de la señal de audio, en 1328. Por ejemplo, en referencia a la FIG. 2B, el segundo generador de excitación de banda alta 282 puede modular el ruido blanco usando la primera señal de excitación de banda alta 162 para generar la segunda señal de banda base (por ejemplo, la segunda señal de excitación de banda alta 164).
- 35 [0156] De acuerdo con el segundo aspecto, los procedimientos 1300, 1320 de la FIG. 13 pueden reducir las operaciones complejas y computacionalmente costosas asociadas a un filtro de polo cero y un mezclador descendente de acuerdo con el modo de funcionamiento de banda única.
- 40 [0157] En aspectos particulares, se pueden implementar los procedimientos 1100, 1200, 1300, 1320 de las FIGS. 11-13 por medio de hardware (por ejemplo, un dispositivo FPGA, un ASIC, etc.) de una unidad de procesamiento, tal como una unidad de procesamiento central (CPU), un DSP o un controlador, por medio de un dispositivo de firmware, o cualquier combinación de los mismos. Como ejemplo, un procesador que ejecuta instrucciones puede realizar los procedimientos 1100, 1200, 1300, 1320 de las FIGS. 11-13, como se describe con respecto a la FIG. 14.
- 45 [0158] En referencia a la FIG. 14, un diagrama de bloques de un aspecto ilustrativo particular de un dispositivo se representa y se designa en general como 1400.
- 50 [0159] En un aspecto particular, el dispositivo 1400 incluye un procesador 1406 (por ejemplo, una CPU). El dispositivo 1400 puede incluir uno o más procesadores 1410 adicionales (por ejemplo, uno o más DSP). Los procesadores 1410 pueden incluir un CÓDEC de voz y música 1408. El CÓDEC de voz y música 1408 puede incluir un codificador de vocodificador 1492, un decodificador de vocodificador 1494 o ambos.
- 55
- 60
- 65

[0160] En un aspecto particular, el codificador de vocodificador 1492 puede incluir un sistema de codificación de múltiples bandas 1482, y el decodificador de vocodificador 1494 puede incluir un sistema de decodificación de múltiples bandas 1484. En un aspecto particular, el sistema de codificación de múltiples bandas 1482 incluye uno o más componentes del sistema 100 de la FIG. 1, el generador de excitación de banda alta 160 de las FIGS. 1-2B, y/o los circuitos de generación de banda alta 106 de las FIGS. 1 y 5. Por ejemplo, el sistema de codificación de múltiples bandas 1482 puede realizar operaciones de codificación asociadas al sistema 100 de la FIG. 1, al generador de excitación de banda alta 160 de las FIGS. 1-2B, a los circuitos de generación de banda alta 106 de las FIGS. 1 y 5, y a los procedimientos 1100, 1300, 1320 de las FIGS. 11 y 13. En un aspecto particular, el sistema de decodificación de múltiples bandas 1484 puede incluir uno o más componentes del sistema 800 de la FIG. 8 y/o el generador de señales de banda alta dual 810 de las FIGS. 8-9. Por ejemplo, el sistema de decodificación de múltiples bandas 1484 puede realizar operaciones de decodificación asociadas al sistema 800 de la FIG. 8, al generador de señales de banda alta dual 810 de las FIGS. 8-9, y al procedimiento 1200 de la FIG. 12. El sistema de codificación de múltiples bandas 1482 y/o el sistema de decodificación de múltiples bandas 1484 pueden implementarse por medio de hardware dedicado (por ejemplo, circuitos), mediante un procesador que ejecuta instrucciones para realizar una o más tareas, o una combinación de las mismas.

[0161] El dispositivo 1400 puede incluir una memoria 1432 y un controlador inalámbrico 1440 acoplado a una antena 1442. El dispositivo 1400 puede incluir un dispositivo de visualización 1428 acoplado a un controlador de dispositivo de visualización 1426. Se puede acoplar un altavoz 1436, un micrófono 1438 o ambos al CÓDEC 1434. El CÓDEC 1434 puede incluir un convertidor de digital a analógico (DAC) 1402 y un convertidor de analógico a digital (ADC) 1404.

[0162] En un aspecto particular, el CÓDEC 1434 puede recibir señales analógicas desde el micrófono 1438, convertir las señales analógicas a señales digitales usando el convertidor de analógico a digital 1404 y proporcionar las señales digitales al CÓDEC de voz y música 1408, tal como en un formato de modulación por código de pulsos (PCM). El CÓDEC de voz y música 1408 puede procesar las señales digitales. En un aspecto particular, el CÓDEC de voz y música 1408 puede proporcionar señales digitales al CÓDEC 1434. El CÓDEC 1434 puede convertir las señales digitales en señales analógicas usando el convertidor de digital a analógico 1402 y puede proporcionar las señales analógicas al altavoz 1436.

[0163] La memoria 1432 puede incluir instrucciones 1460 ejecutables por el procesador 1406, los procesadores 1410, el CÓDEC 1434, otra unidad de procesamiento del dispositivo 1400 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. 11-13. Se puede implementar uno o más componentes de los sistemas de las FIGS. 1, 2A, 2B, 5, 8 y 9 por medio de hardware dedicado (por ejemplo, circuitos), por un procesador que ejecuta instrucciones (por ejemplo, las instrucciones 1460) para realizar una o más tareas o una combinación de las mismas. Como un ejemplo, la memoria 1432 o uno o más componentes del procesador 1406, los procesadores 1410 y/o el CÓDEC 1434 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 1460) que, cuando se ejecutan por un ordenador (por ejemplo, un procesador en el CÓDEC 1434, el procesador 1406 y/o los procesadores 1410), pueden hacer que el ordenador realice al menos una parte de uno o más de los procedimientos de las FIGS. 11-13. Como ejemplo, la memoria 1432 o el uno o más componentes del procesador 1406, los procesadores 1410 y/o el CÓDEC 1434 pueden ser un medio legible por ordenador no transitorio que incluye instrucciones (por ejemplo, las instrucciones 1460) que, cuando se ejecutan por un ordenador (por ejemplo, un procesador en el CÓDEC 1434, el procesador 1406 y/o los procesadores 1410), hacen que el ordenador realice al menos una parte de uno o más de los procedimientos de las FIGS. 11-13.

[0164] En un aspecto particular, el dispositivo 1400 puede estar incluido en un dispositivo de sistema en cápsula o de sistema en chip 1422, tal como un módem de estación móvil (MSM). En un aspecto particular, el procesador 1406, los procesadores 1410, el controlador de dispositivo de visualización 1426, la memoria 1432, el CÓDEC 1434 y el controlador inalámbrico 1440 están incluidos en un dispositivo de sistema en cápsula o de sistema en chip 1422. En un aspecto particular, un dispositivo de entrada 1430, tal como una pantalla táctil y/o un teclado, y una fuente de alimentación 1444 están acoplados al dispositivo de sistema en chip 1422. Además, en un aspecto particular, como se ilustra en la FIG. 14, el dispositivo de visualización 1428, el dispositivo de entrada 1430, el altavoz 1436, el micrófono 1438, la antena 1442 y la fuente de alimentación 1444 son externos con respecto al dispositivo de sistema en chip 1422. Sin embargo, cada uno del dispositivo de visualización 1428, el dispositivo de entrada 1430, el altavoz 1448, el micrófono 1446, la antena 1442 y la fuente de alimentación 1444 se pueden acoplar a un componente del dispositivo de sistema en chip 1422, tal como una interfaz o un controlador. En un ejemplo ilustrativo, el dispositivo 1400 corresponde a un dispositivo de comunicación móvil, un teléfono inteligente, un teléfono celular, un ordenador portátil, un ordenador, una tableta electrónica, un asistente digital personal, un dispositivo de visualización, un televisor, una consola de juegos, un reproductor de música, una radio, un reproductor de vídeo digital, un reproductor de disco óptico, un sintonizador, una cámara, un dispositivo de navegación, un sistema decodificador, un sistema codificador o cualquier combinación de los mismos.

5 **[0165]** Junto con los aspectos descritos, se divulga un primer aparato que incluye medios para recibir una señal de audio muestreada a una primera frecuencia de muestreo. Por ejemplo, los medios para recibir la señal de audio pueden incluir la batería de filtros de análisis 110 de la FIG. 1, los circuitos de generación de banda alta 106 de las FIGS. 1 y 5, los procesadores 1410 de la FIG. 14, uno o más dispositivos configurados para recibir la señal de audio (por ejemplo, un procesador que ejecuta instrucciones en un medio de almacenamiento legible por ordenador no transitorio), o cualquier combinación de los mismos.

10 **[0166]** El primer aparato también puede incluir medios para generar una primera señal de banda base correspondiente a una primera subbanda de una parte de banda alta de la señal de audio y a una segunda señal de banda base correspondiente a una segunda subbanda de la parte de banda alta de la señal de audio. Por ejemplo, los medios para generar la primera señal de banda base y la segunda señal de banda base pueden incluir los circuitos de generación de banda alta 106 de las FIGS. 1 y 5, el generador de excitación de banda alta 160 de las FIGS. 1-2B, los procesadores 1410 de la FIG. 14, uno o más dispositivos configurados para generar la primera señal de banda base y la segunda señal de banda base (por ejemplo, un procesador que ejecuta instrucciones en un medio de almacenamiento legible por ordenador no transitorio), o cualquier combinación de los mismos.

20 **[0167]** En conjunto con los aspectos descritos, se divulga un segundo aparato que incluye medios para recibir una señal de audio codificada desde un codificador. La señal de audio codificada comprende una señal de excitación de banda baja. Por ejemplo, los medios para recibir la señal de audio codificada pueden incluir el generador de excitación de banda alta 802 de la FIG. 8, el filtro de síntesis de banda alta 804 de la FIG. 8, el primer ajustador 806 de la FIG. 8, el segundo ajustador 808 de la FIG. 8, los procesadores 1410 de la FIG. 14, uno o más dispositivos configurados para recibir la señal de audio codificada (por ejemplo, un procesador que ejecuta instrucciones en un medio de almacenamiento legible por ordenador no transitorio), o cualquier combinación de los mismos.

25 **[0168]** El segundo aparato también puede incluir medios para la reconstrucción de una primera subbanda de una parte de banda alta de una señal de audio a partir de la señal de audio codificada en función de la señal de excitación de banda baja. Por ejemplo, los medios para reconstruir la primera subbanda pueden incluir el generador de excitación de banda alta 802 de la FIG. 8, el filtro de síntesis de banda alta 804 de la FIG. 8, el primer ajustador 806 de la FIG. 8, el generador de señales de banda alta dual 810 de las FIGS. 8-9, los procesadores 1410 de la FIG. 14, uno o más dispositivos configurados para reconstruir la primera subbanda (por ejemplo, un procesador que ejecuta instrucciones en un medio de almacenamiento legible por ordenador no transitorio), o cualquier combinación de los mismos.

30 **[0169]** El segundo aparato también puede incluir medios para la reconstrucción de una segunda subbanda de la parte de banda alta de la señal de audio a partir de la señal de audio codificada en función de la señal de excitación de banda baja. Por ejemplo, los medios para reconstruir la segunda subbanda pueden incluir el generador de excitación de banda alta 802 de la FIG. 8, el filtro de síntesis de banda alta 804 de la FIG. 8, el segundo ajustador 808 de la FIG. 8, el generador de señales de banda alta dual 810 de las FIGS. 8-9, los procesadores 1410 de la FIG. 14, uno o más dispositivos configurados para reconstruir la segunda subbanda (por ejemplo, un procesador que ejecuta instrucciones en un medio de almacenamiento legible por ordenador no transitorio), o cualquier combinación de los mismos.

35 **[0170]** Junto con los aspectos descritos, se divulga un tercer aparato que incluye medios para recibir una señal de audio que tiene una parte de banda baja y una parte de banda alta. Por ejemplo, los medios para recibir la señal de audio pueden incluir la batería de filtros de análisis 110 de la FIG. 1, los circuitos de generación de banda alta 106 de las FIGS. 1 y 5, los procesadores 1410 de la FIG. 14, uno o más dispositivos configurados para recibir la señal de audio (por ejemplo, un procesador que ejecuta instrucciones en un medio de almacenamiento legible por ordenador no transitorio), o cualquier combinación de los mismos.

40 **[0171]** El tercer aparato también puede incluir medios para generar una señal de excitación de banda baja en función de la parte de banda baja de la señal de audio. Por ejemplo, los medios para generar la señal de excitación de banda baja pueden incluir el módulo de análisis de banda baja 130 de la FIG. 1, los procesadores 1410 de la FIG. 14, uno o más dispositivos configurados para generar la señal de excitación de banda baja (por ejemplo, un procesador que ejecuta instrucciones en un medio de almacenamiento legible por ordenador no transitorio), o cualquier combinación de los mismos.

45 **[0172]** El tercer aparato puede incluir otros medios para generar una señal de banda base (por ejemplo, una primera señal de excitación de banda alta) en función del muestreo ascendente de la señal de excitación de banda baja. La primera señal de banda base puede corresponder a una primera subbanda de la parte de banda alta de la señal de audio. Por ejemplo, los medios para generar la señal de banda base pueden incluir los circuitos de generación de banda alta 106 de las FIGS. 1 y 5, el generador de excitación de banda alta 160 de las FIGS. 1-2B, el tercer muestreador 214 de la FIG. 2A, el segundo generador de transformación no lineal 218 de la FIG. 2A, el segundo módulo de volteo de espectro 220 de la FIG. 2A, el cuarto muestreador 222 de la FIG. 2A, el primer generador de excitación de banda alta 280 de la FIG. 2B, los procesadores 1410 de la FIG. 14, uno o más dispositivos configurados para generar la primera señal de banda base (por ejemplo, un procesador que ejecuta instrucciones en un medio de almacenamiento legible por ordenador no transitorio), o cualquier combinación de los mismos.

[0173] El tercer aparato también puede incluir medios para generar una segunda señal de banda base (por ejemplo, una segunda señal de excitación de banda alta) en función de la primera señal de banda base. La segunda señal de banda base puede corresponder a una segunda subbanda de la parte de banda alta de la señal de audio. Por ejemplo, los medios para generar la segunda señal de banda base pueden incluir los circuitos de generación de banda alta 106 de las FIGS. 1 y 5, el generador de excitación de banda alta 160 de las FIGS. 1-2B, el segundo generador de excitación de banda alta 282 de la FIG. 2B, los procesadores 1410 de la FIG. 14, uno o más dispositivos configurados para generar la segunda señal de banda base (por ejemplo, un procesador que ejecuta instrucciones en un medio de almacenamiento legible por ordenador no transitorio), o cualquier combinación de los mismos.

[0174] Junto con los aspectos descritos, se divulga un cuarto aparato que incluye medios para recibir una señal de audio muestreada a una primera frecuencia de muestreo. Por ejemplo, los medios para recibir la señal de audio pueden incluir la batería de filtros de análisis 110 de la FIG. 1, los circuitos de generación de banda alta 106 de las FIGS. 1 y 5, los procesadores 1410 de la FIG. 14, uno o más dispositivos configurados para recibir la señal de audio (por ejemplo, un procesador que ejecuta instrucciones en un medio de almacenamiento legible por ordenador no transitorio), o cualquier combinación de los mismos.

[0175] El cuarto aparato también puede incluir medios para generar una señal de excitación de banda baja en función de una parte de banda baja de la señal de audio. Por ejemplo, los medios para generar la señal de excitación de banda baja pueden incluir el módulo de análisis de banda baja 130 de la FIG. 1, los procesadores 1410 de la FIG. 14, uno o más dispositivos configurados para generar la señal de excitación de banda baja (por ejemplo, un procesador que ejecuta instrucciones en un medio de almacenamiento legible por ordenador no transitorio), o cualquier combinación de los mismos.

[0176] El cuarto aparato también puede incluir medios para generar una primera señal de banda base. Generar la primera señal de banda base puede incluir realizar una operación de volteo espectral en una versión transformada de forma no lineal de la señal de excitación de banda baja. La primera señal de banda base puede corresponder a una primera subbanda de una parte de banda alta de la señal de audio. Por ejemplo, los medios para generar la primera señal de banda base pueden incluir el tercer muestreador 214 de la FIG. 2A, el generador de transformación no lineal 218 de la FIG. 2A, el segundo módulo de volteo de espectro 220 de la FIG. 2A, el cuarto muestreador 222 de la FIG. 2A, el primer generador de excitación de banda alta 280 de la FIG. 2B, el generador de excitación de banda alta 160 de las FIGS. 1-2B, los procesadores 1410 de la FIG. 14, uno o más dispositivos configurados para realizar la operación de volteo espectral (por ejemplo, un procesador que ejecuta instrucciones en un medio de almacenamiento legible por ordenador no transitorio), o cualquier combinación de los mismos.

[0177] El cuarto aparato también puede incluir medios para generar una segunda señal de banda base correspondiente a una segunda subbanda de la parte de banda alta de la señal de audio. La primera subbanda puede ser distinta de la segunda subbanda. Por ejemplo, los medios para generar la segunda señal de banda base pueden incluir los circuitos de generación de banda alta 106 de las FIGS. 1 y 5, el generador de excitación de banda alta 160 de las FIGS. 1-2B, el segundo generador de excitación de banda alta 282 de la FIG. 2B, los procesadores 1410 de la FIG. 14, uno o más dispositivos configurados para generar la segunda señal de banda base (por ejemplo, un procesador que ejecuta instrucciones en un medio de almacenamiento legible por ordenador no transitorio), o cualquier combinación de los mismos.

[0178] Los expertos en la técnica apreciarán 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 pueden implementarse como hardware electrónico, software informático ejecutado por un dispositivo de procesamiento, tal como un procesador de hardware, o combinaciones de los mismos. En lo que antecede se han descrito diversos componentes, bloques, configuraciones, módulos, circuitos y etapas ilustrativos, en general, en lo que respecta a 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 diferentes maneras para cada aplicación particular, pero no debe interpretarse que dichas decisiones de implementación supongan una desviación del alcance de la presente divulgación.

[0179] Las etapas de un procedimiento o algoritmo descritas en relación con los aspectos divulgados en el presente documento pueden implementarse directamente en hardware, en un módulo de software ejecutado por un procesador o en una combinación de ambas cosas. Un módulo de software puede residir en un dispositivo de memoria, tal como una memoria de acceso aleatorio (RAM), una memoria de acceso aleatorio magnetorresistiva (MRAM), una MRAM de transferencia de par de 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 borrable (EPROM), una memoria de solo lectura programable y borrable eléctricamente (EEPROM), registros, un disco duro, un disco extraíble o una memoria de solo lectura de disco compacto (CD-ROM). Un dispositivo de memoria ejemplar está acoplado al procesador de modo que el procesador pueda leer información de, y escribir información en, el dispositivo de memoria. De forma alternativa, el dispositivo de memoria puede estar integrado en el procesador. El procesador y el medio de almacenamiento pueden residir en un ASIC. El ASIC puede residir en un dispositivo informático o en un terminal de

usuario. De forma alternativa, el procesador y el medio de almacenamiento pueden residir como componentes discretos en un dispositivo informático o en un terminal de usuario.

- 5 **[0180]** La descripción previa de los aspectos divulgados se proporciona para permitir que un experto en la técnica realice o use los aspectos divulgados. Diversas modificaciones de estos aspectos resultarán fácilmente evidentes para los expertos en la técnica, y los principios definidos en el presente documento se pueden aplicar a otros aspectos. Por tanto, la presente divulgación no está concebida para limitarse a los aspectos mostrados en el presente documento.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento, que comprende:
 - 5 recibir, en un vocodificador, una señal de audio (102) muestreada a una primera frecuencia de muestreo, donde la señal de audio comprende una primera subparte de señal de banda alta (124) y una segunda subparte de señal de banda alta (125);
 - 10 generar, en un codificador de banda baja del vocodificador, una señal de excitación de banda baja (144) en función de una parte de banda baja de la señal de audio;
 - 15 generar, en un codificador de banda alta del vocodificador, una primera señal de banda base (162) para modelar dicha primera subparte de señal de banda alta, en el que generar la primera señal de banda base incluye realizar una operación de volteo espectral en una versión transformada de forma no lineal de la señal de excitación de banda baja; y
 - 20 generar, en dicho codificador de banda alta, una segunda señal de banda base (164) para modelar dicha segunda subparte de señal de banda alta, en el que la primera subparte es distinta de la segunda subparte, **caracterizado por que** la segunda señal de banda base está basada en la primera señal de banda base (162).
2. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que generar la segunda señal de banda base comprende aplicar una envolvente espectral de la primera señal de banda base a una señal pseudoaleatoria; y/o
 - 25 en el que generar la segunda señal de banda base comprende modular ruido blanco usando la primera señal de banda base.
3. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que generar la versión transformada de forma no lineal de la señal de excitación de banda baja comprende:
 - 35 muestrear de manera ascendente la señal de excitación de banda baja de acuerdo con una primera proporción de muestreo ascendente para generar una primera señal muestreada de manera ascendente; y
 - 40 realizar una operación de transformación no lineal en la primera señal muestreada de manera ascendente para generar la versión transformada de forma no lineal de la señal de excitación de banda baja.
4. El procedimiento según la reivindicación 3, que comprende además muestrear de manera descendente una versión volteada espectralmente de la versión transformada de forma no lineal de la señal de excitación de banda baja para generar la primera señal de banda base.
5. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la parte de banda alta de la señal de audio corresponde a una banda de frecuencia que abarca desde 6,4 kilohercios (kHz) a 16 kHz de acuerdo con un esquema de codificación de banda superancha, y en el que la primera subparte abarca desde 6,4 kHz a 12,8 kHz, y en el que la segunda subparte abarca desde 12,8 kHz a 16 kHz.
6. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la parte de banda alta de la señal de audio corresponde a una banda de frecuencia que abarca desde 8 kilohercios (kHz) a 20 kHz de acuerdo con un esquema de codificación de banda completa, y en el que la primera subparte abarca desde 8 kHz a 16 kHz, y en el que la segunda subparte abarca desde 16 kHz a 20 kHz.
7. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la primera señal de banda base corresponde a una primera señal de excitación de banda alta, y en el que la segunda señal de banda base corresponde a una segunda señal de excitación de banda alta.
8. El procedimiento según la reivindicación 7, en el que un ancho de banda de la primera señal de excitación de banda alta es de 0 hercios (Hz) a 6,4 kilohercios (kHz), y en el que un ancho de banda de la segunda señal de excitación de banda alta es de 0 Hz a 3,2 kHz.
9. El procedimiento según la reivindicación 7, en el que un ancho de banda de la primera señal de excitación de banda alta es de 0 hercios (Hz) a 8 kilohercios (kHz), y en el que un ancho de banda de la segunda señal de excitación de banda alta es de 0 Hz a 4 kHz.
10. Un medio no transitorio legible por ordenador que comprende instrucciones que, cuando son ejecutadas por un procesador dentro de un vocodificador, hacen que el procesador realice el procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1-9.

11. Un aparato, que comprende:

5 medios (100) para recibir una señal de audio (102) muestreada a una primera frecuencia de muestreo, donde la señal de audio comprende una primera subparte de señal de banda alta (124) y una segunda subparte de señal de banda alta (125); y

10 medios (130) para generar una señal de excitación de banda baja (144) en función de una parte de banda baja de la señal de audio;

15 medios (160) para generar una primera señal de banda base (162) para modelar dicha primera subparte de señal de banda alta, en el que generar la primera señal de banda base incluye realizar una operación de volteo espectral en una versión transformada de forma no lineal de la señal de excitación de banda baja; y

20 medios (160) para generar una segunda señal de banda base (164) para modelar dicha segunda subparte de señal de banda alta, en el que la primera subparte es distinta de la segunda subparte,

caracterizado por que la segunda señal de banda base está basada en la primera señal de banda base (162).

25 **12.** El aparato según la reivindicación 11, en el que la parte de banda alta de la señal de audio corresponde a una banda de frecuencia que abarca desde 6,4 kilohercios (kHz) a 16 kHz de acuerdo con un esquema de codificación de banda superancha, y en el que la primera subparte abarca desde 6,4 kHz a 12,8 kHz, y en el que la segunda subparte abarca desde 12,8 kHz a 16 kHz.

30 **13.** El aparato según la reivindicación 11, en el que la parte de banda alta de la señal de audio corresponde a una banda de frecuencia que abarca desde 8 kilohercios (kHz) a 20 kHz de acuerdo con un esquema de codificación de banda completa, y en el que la primera subparte abarca desde 8 kHz a 16 kHz, y en el que la segunda subparte abarca desde 16 kHz a 20 kHz.

35 **14.** El aparato según la reivindicación 11, en el que la primera señal de banda base corresponde a una primera señal de excitación de banda alta, y en el que la segunda señal de banda base corresponde a una segunda señal de excitación de banda alta.

15. El aparato según la reivindicación 14,

40 en el que un ancho de banda de la primera señal de excitación de banda alta es de 0 hercios (Hz) a 6,4 kilohercios (kHz), y un ancho de banda de la segunda señal de excitación de banda alta es de 0 Hz a 3,2 kHz; o

en el que un ancho de banda de la primera señal de excitación de banda alta es de 0 hercios (Hz) a 8 kilohercios (kHz), y un ancho de banda de la segunda señal de excitación de banda alta es de 0 Hz a 4 kHz.

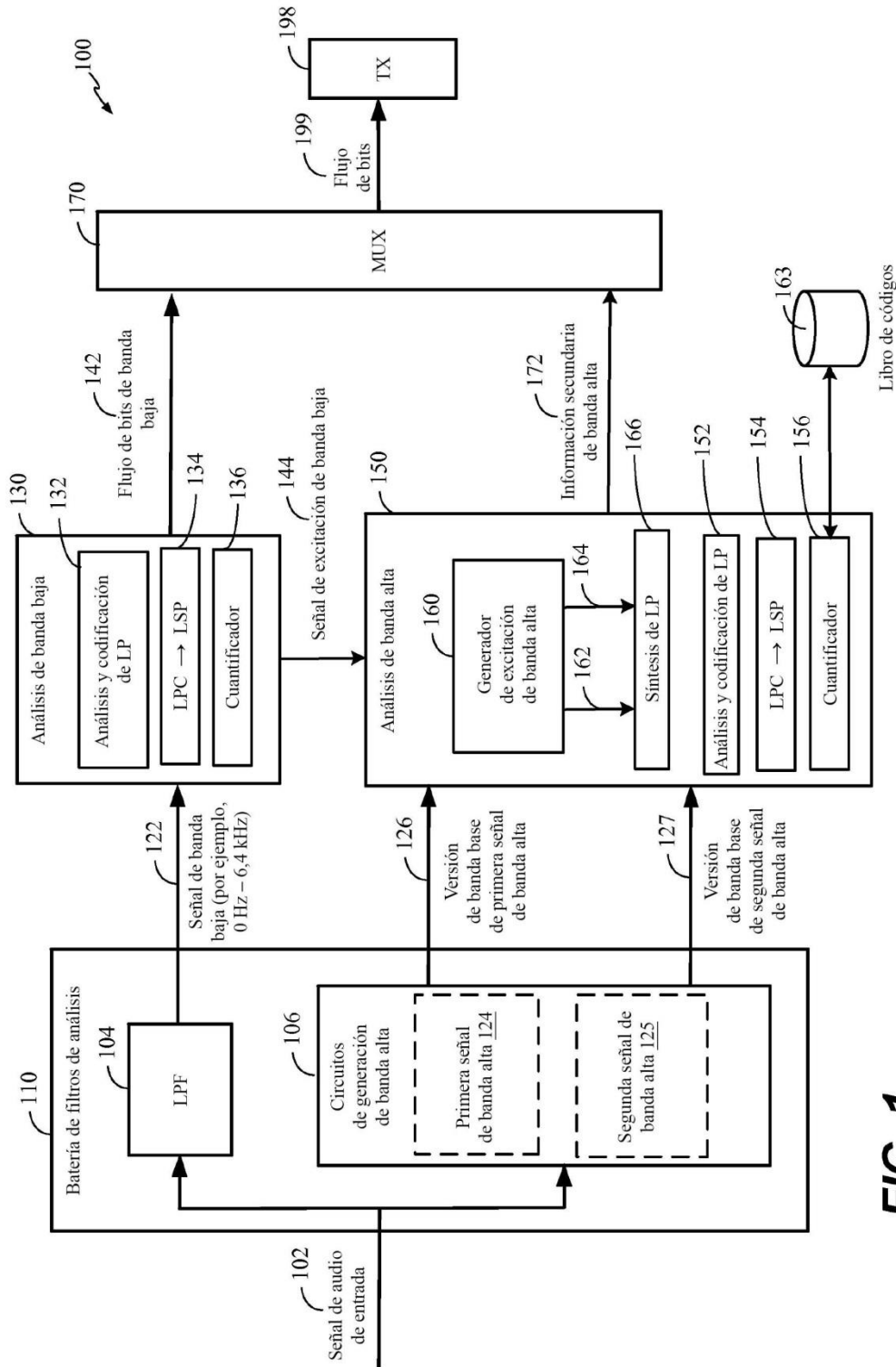


FIG. 1

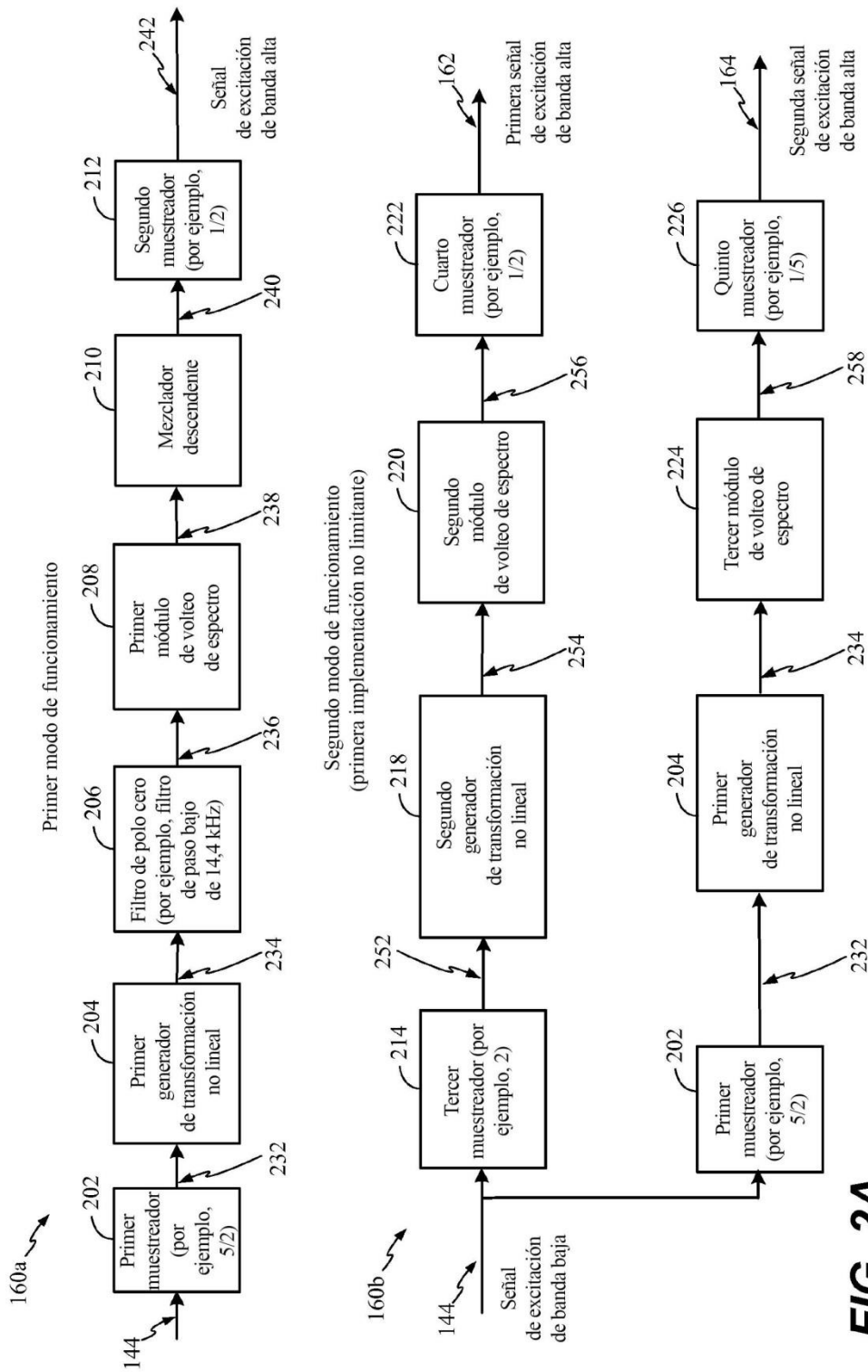


FIG. 2A

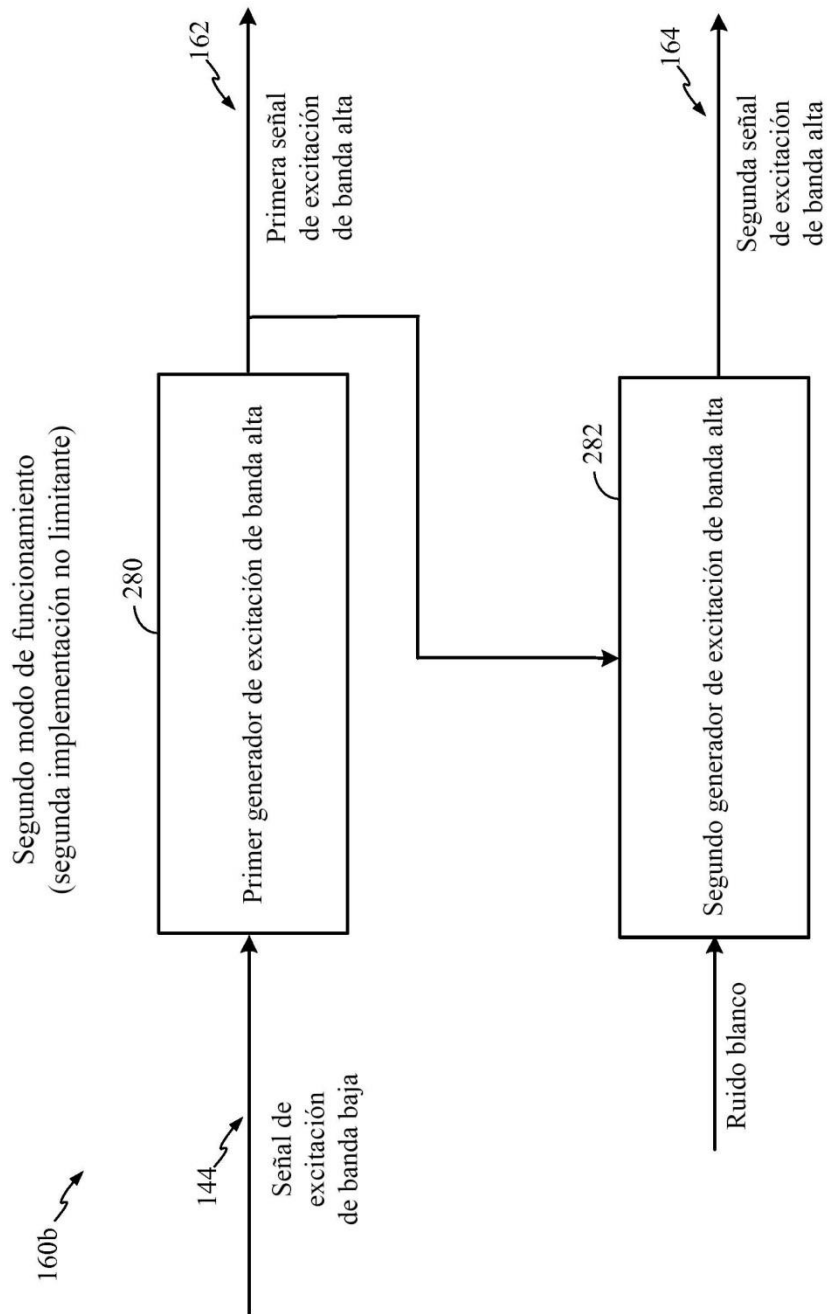


FIG. 2B

Generación de excitación
de banda alta de acuerdo
con primer modo
de funcionamiento
(banda superancha)

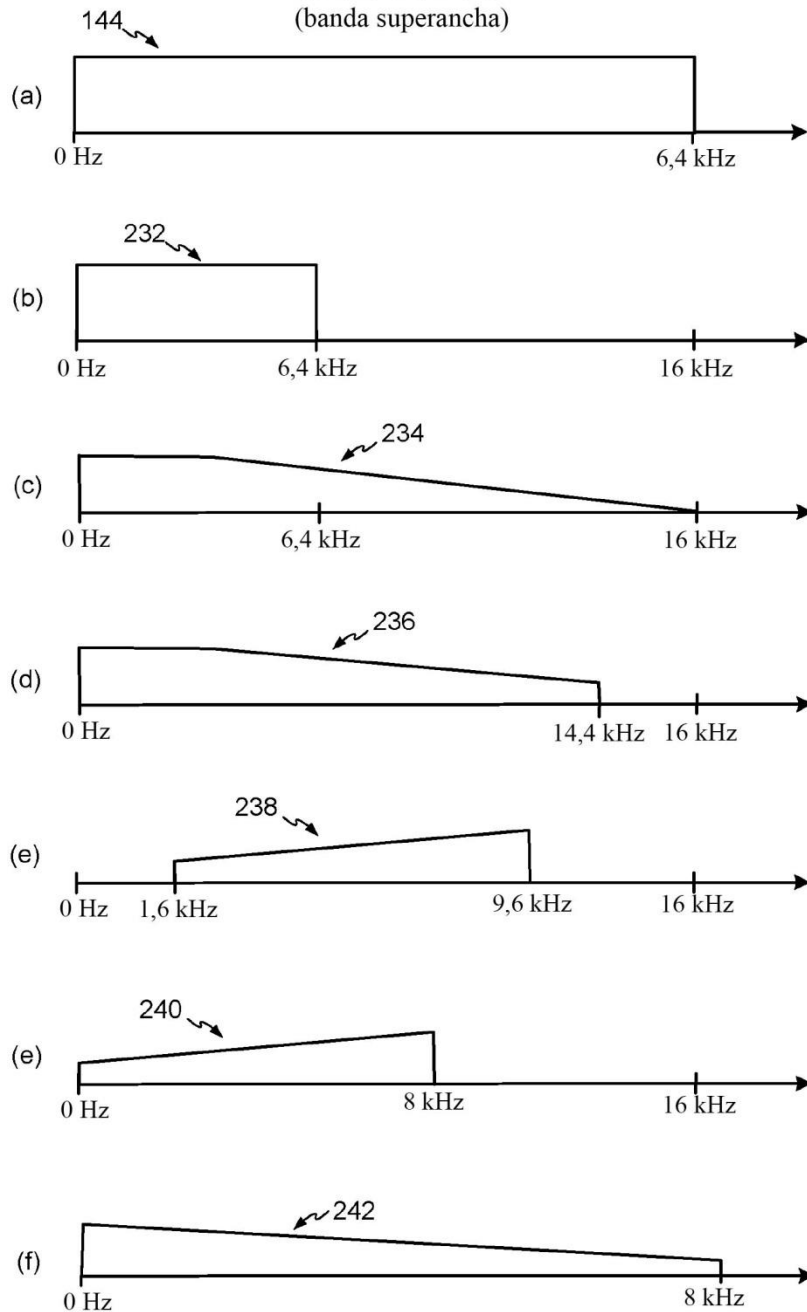


FIG. 3

Generación de excitación
de banda alta de acuerdo
con segundo modo
de funcionamiento
(banda superancha)

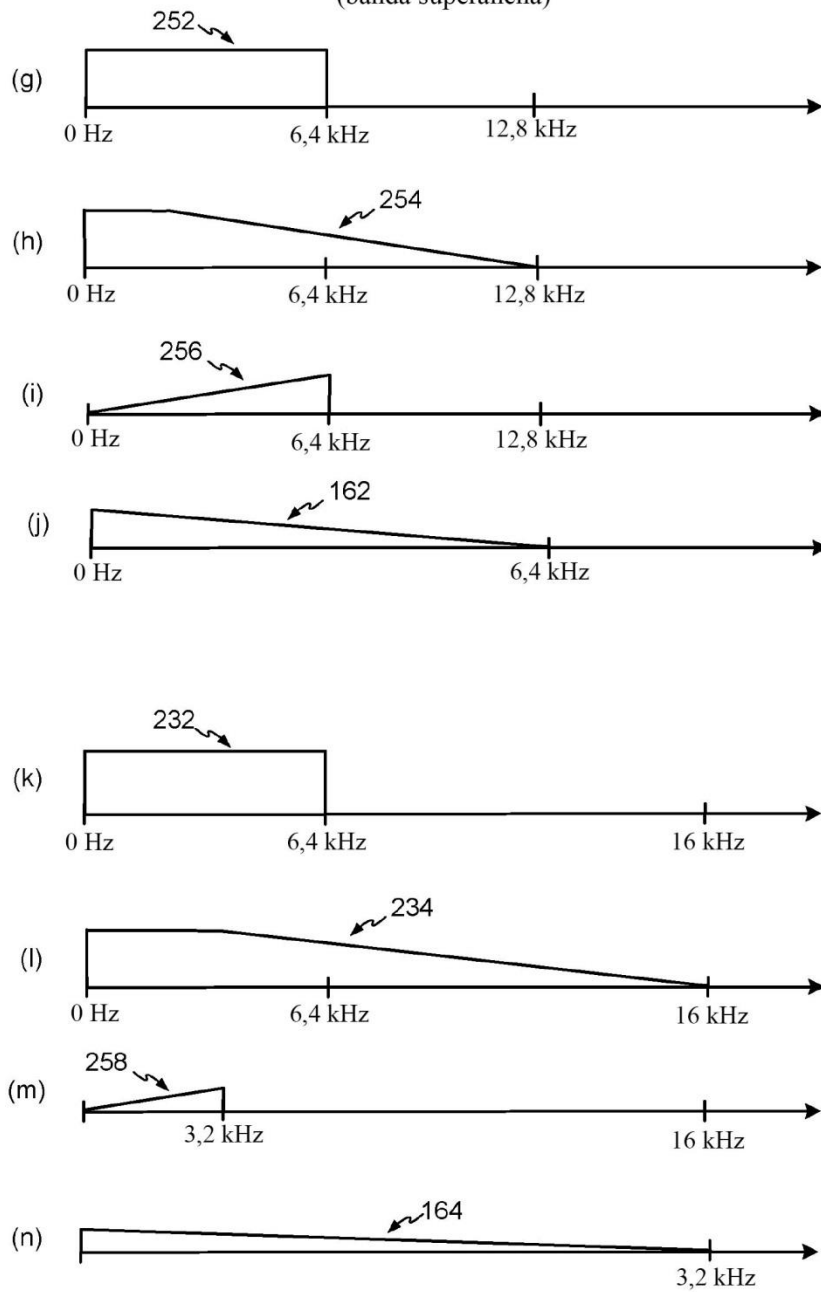


FIG. 4A

Generación de excitación
de banda alta de acuerdo
con segundo modo
de funcionamiento
(banda completa)

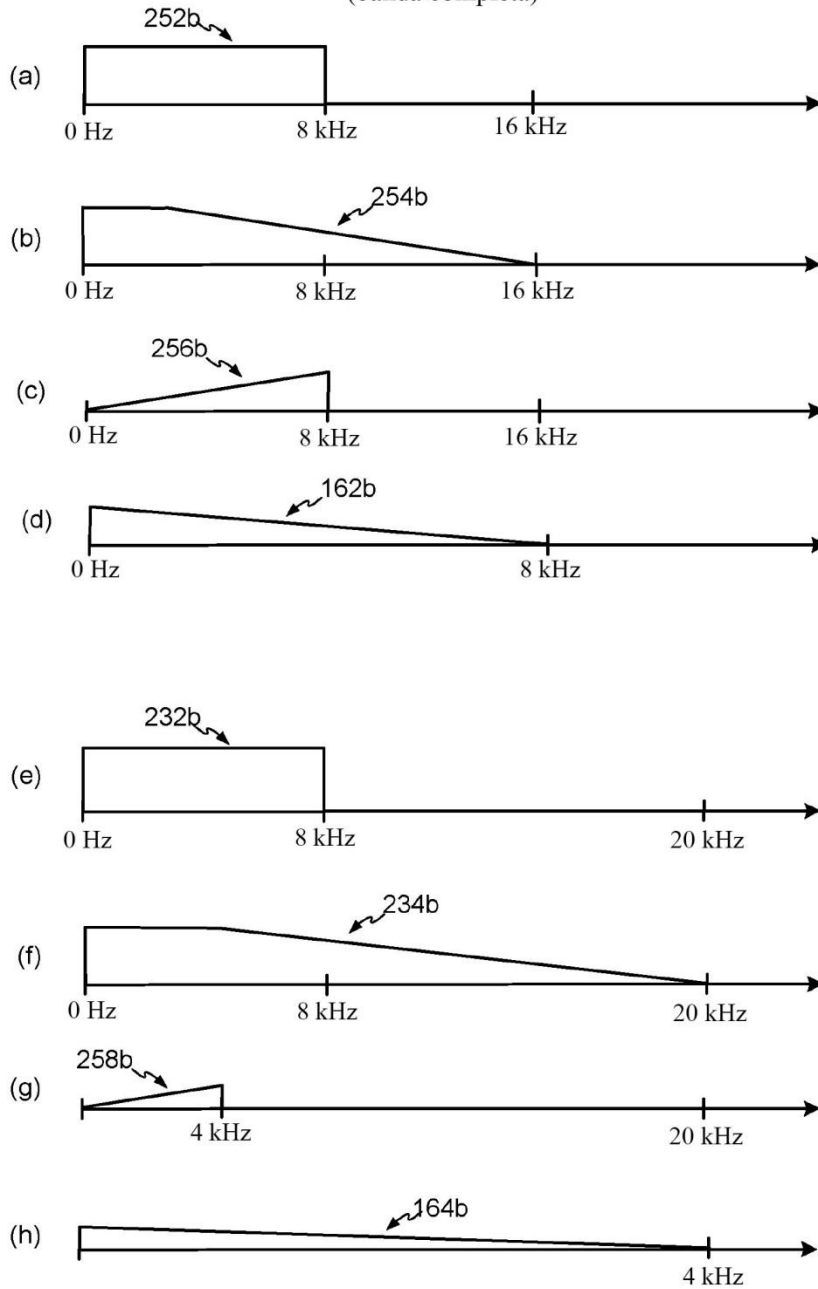


FIG. 4B

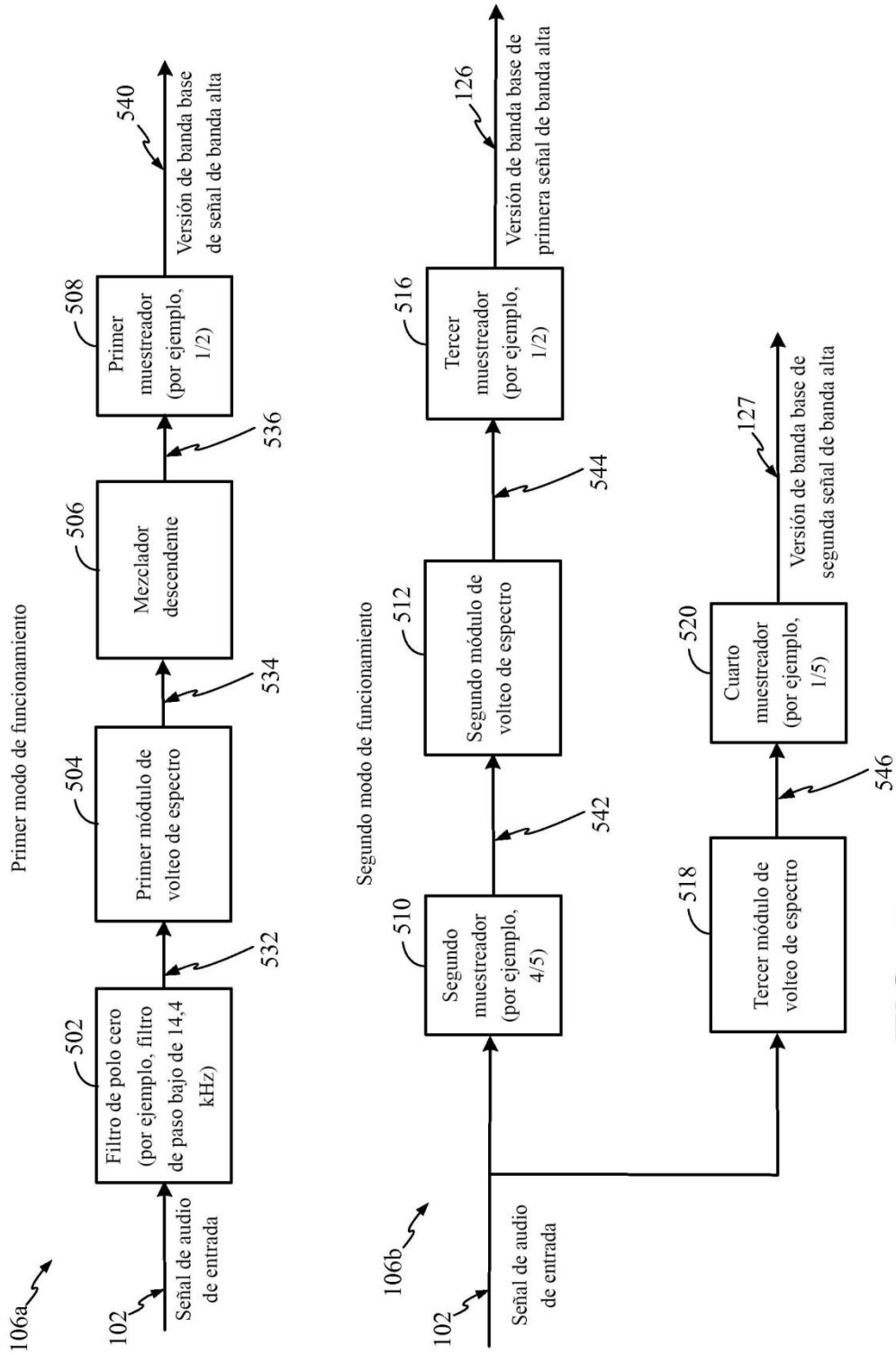


FIG. 5

Generación de banda alta
de acuerdo con primer modo
de funcionamiento
(banda superancha)

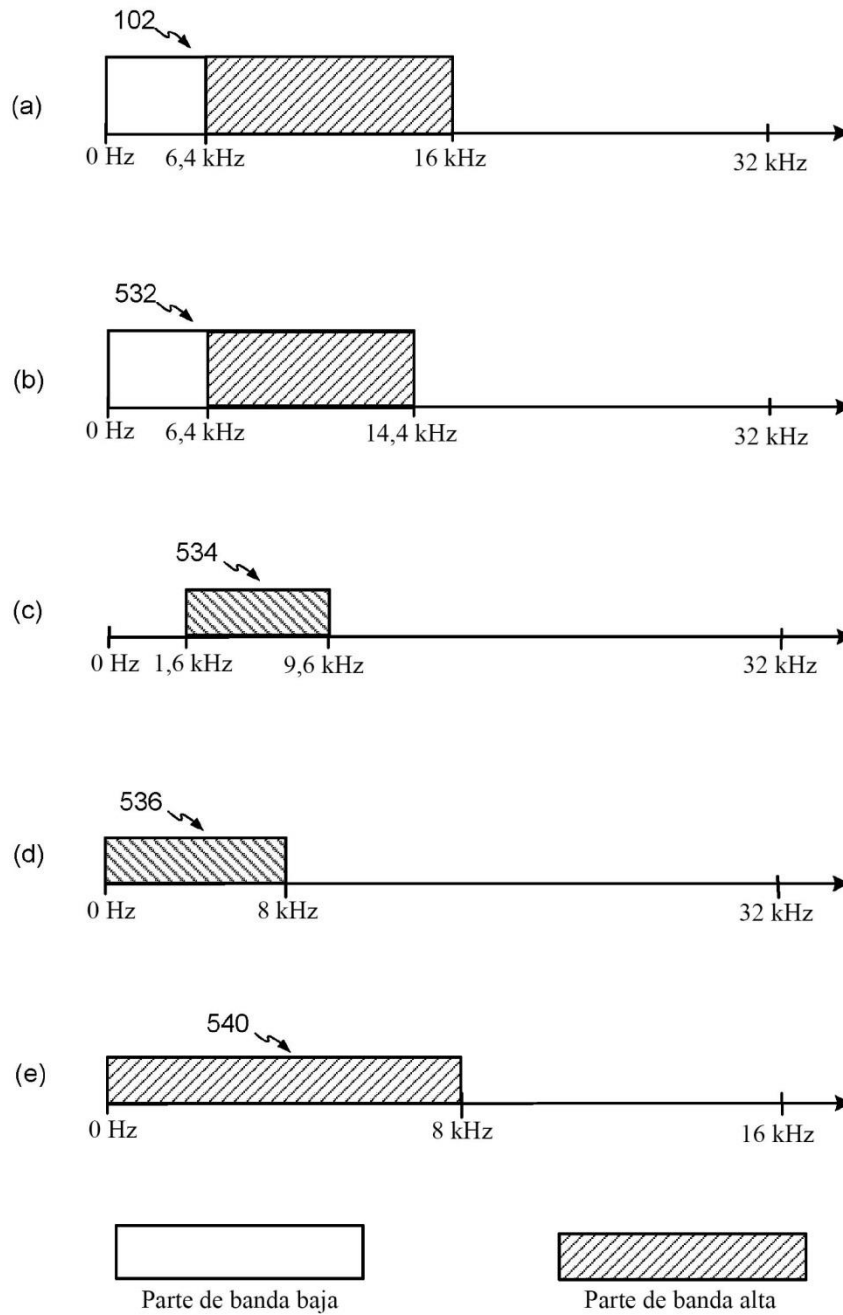


FIG. 6

Generación de banda alta
de acuerdo con segundo modo
de funcionamiento
(banda superancha)

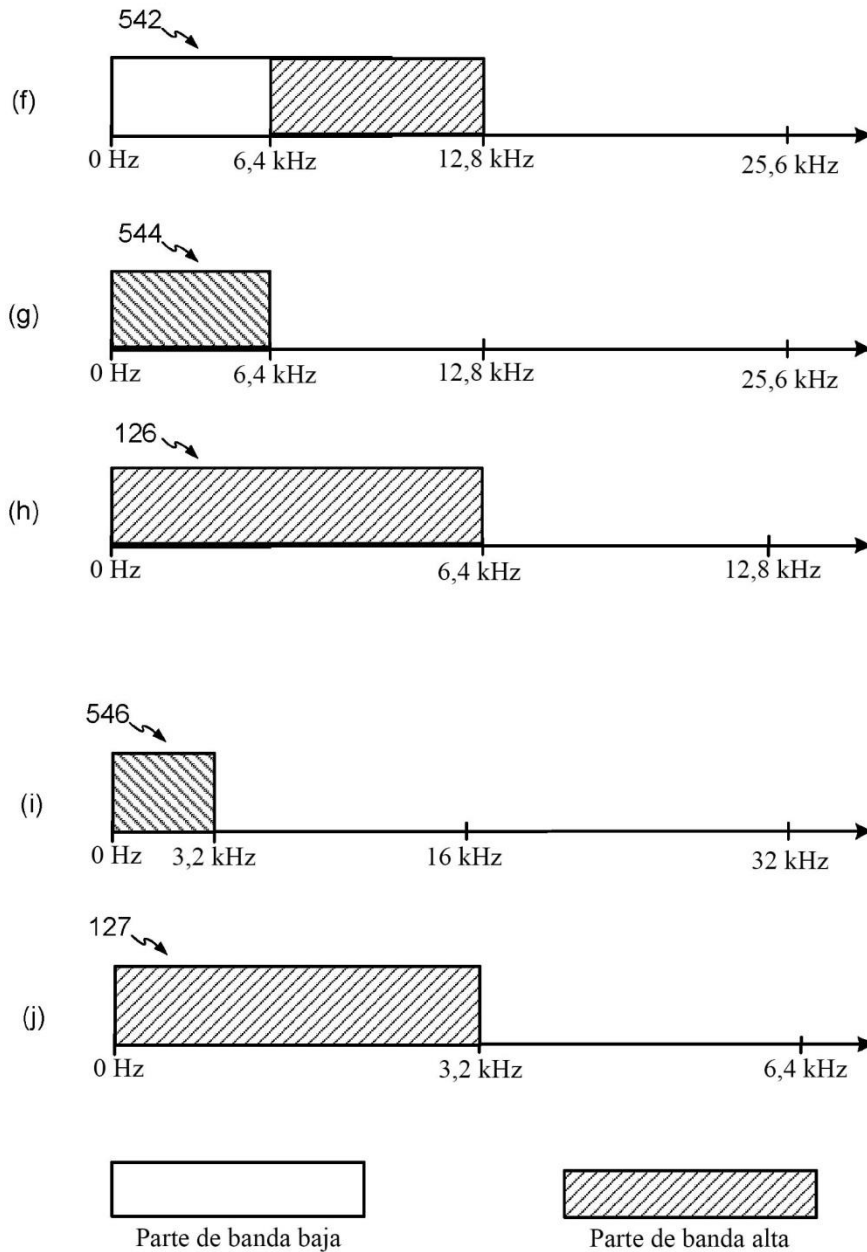


FIG. 7A

Generación de banda alta
de acuerdo con segundo
modo de funcionamiento
(banda completa)

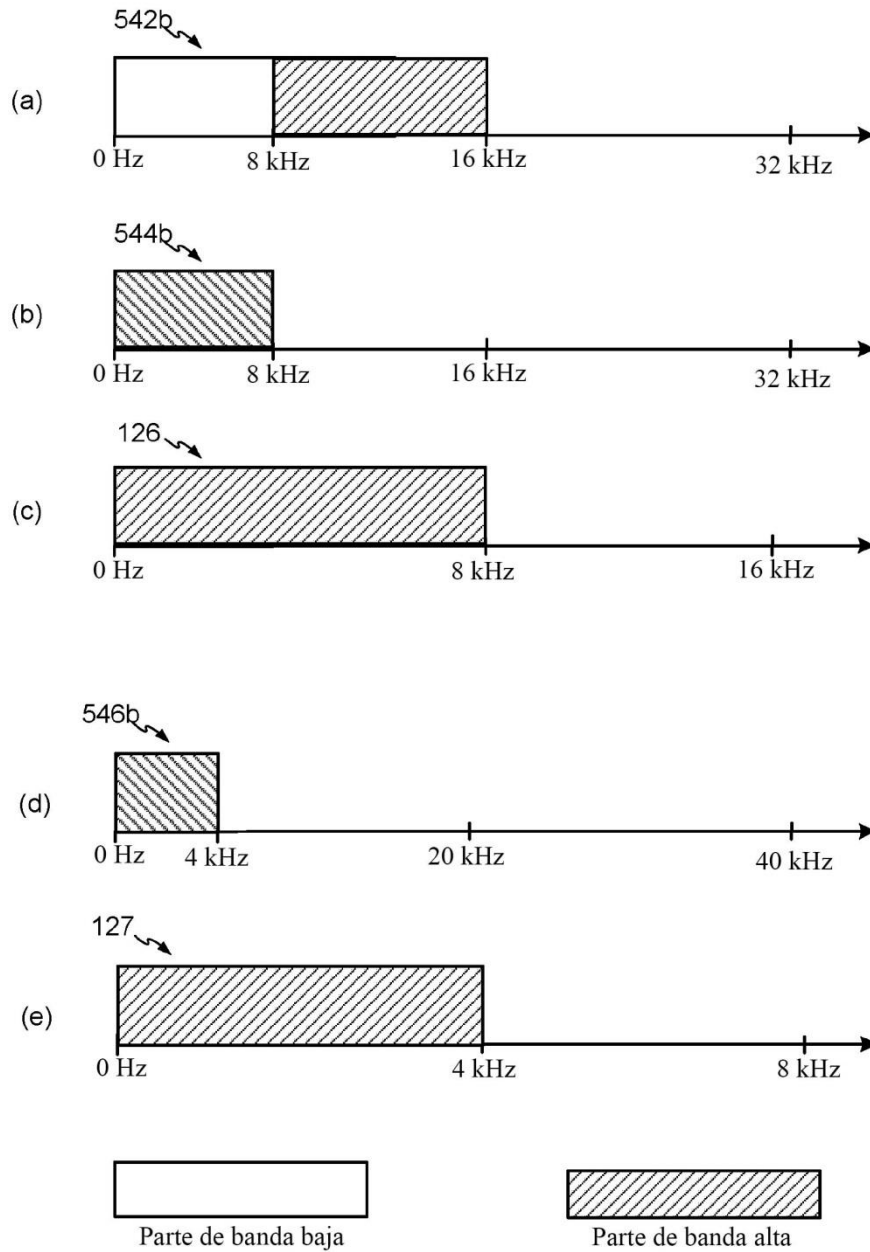


FIG. 7B

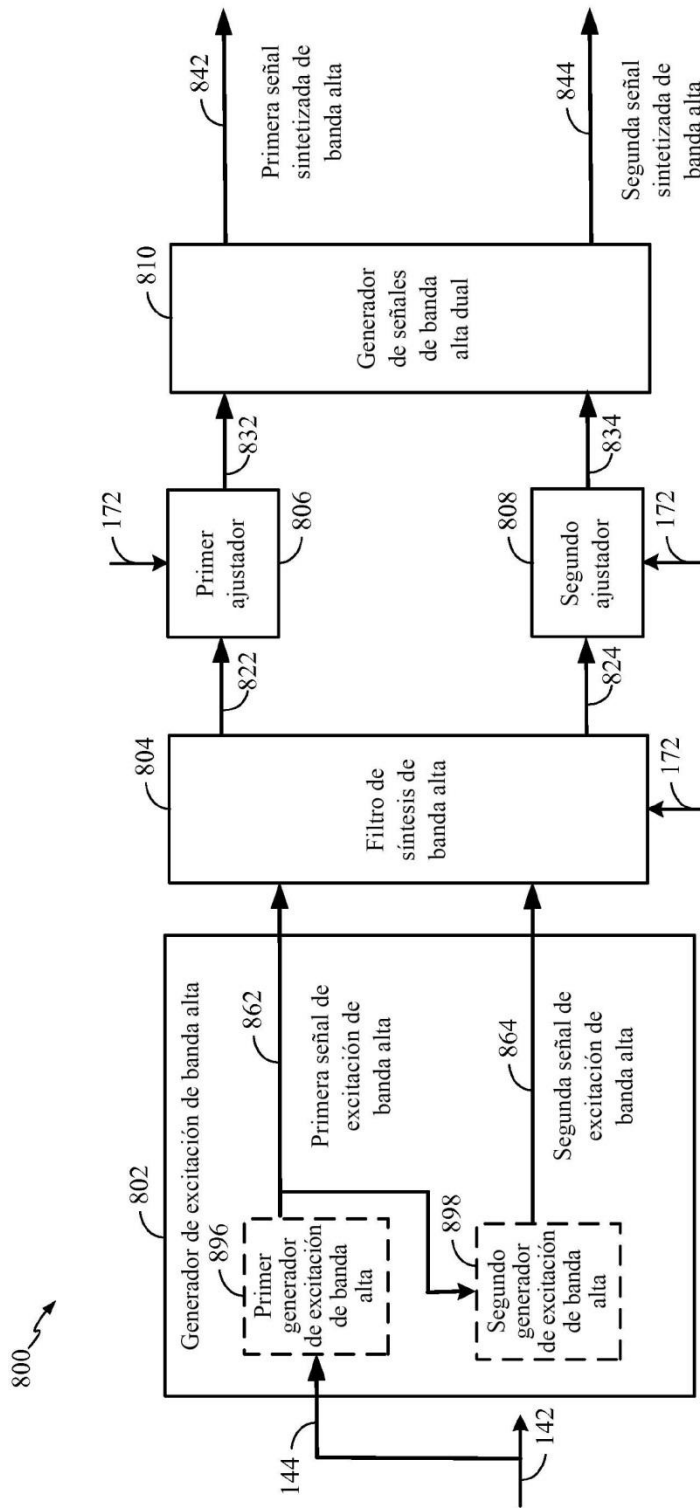


FIG. 8

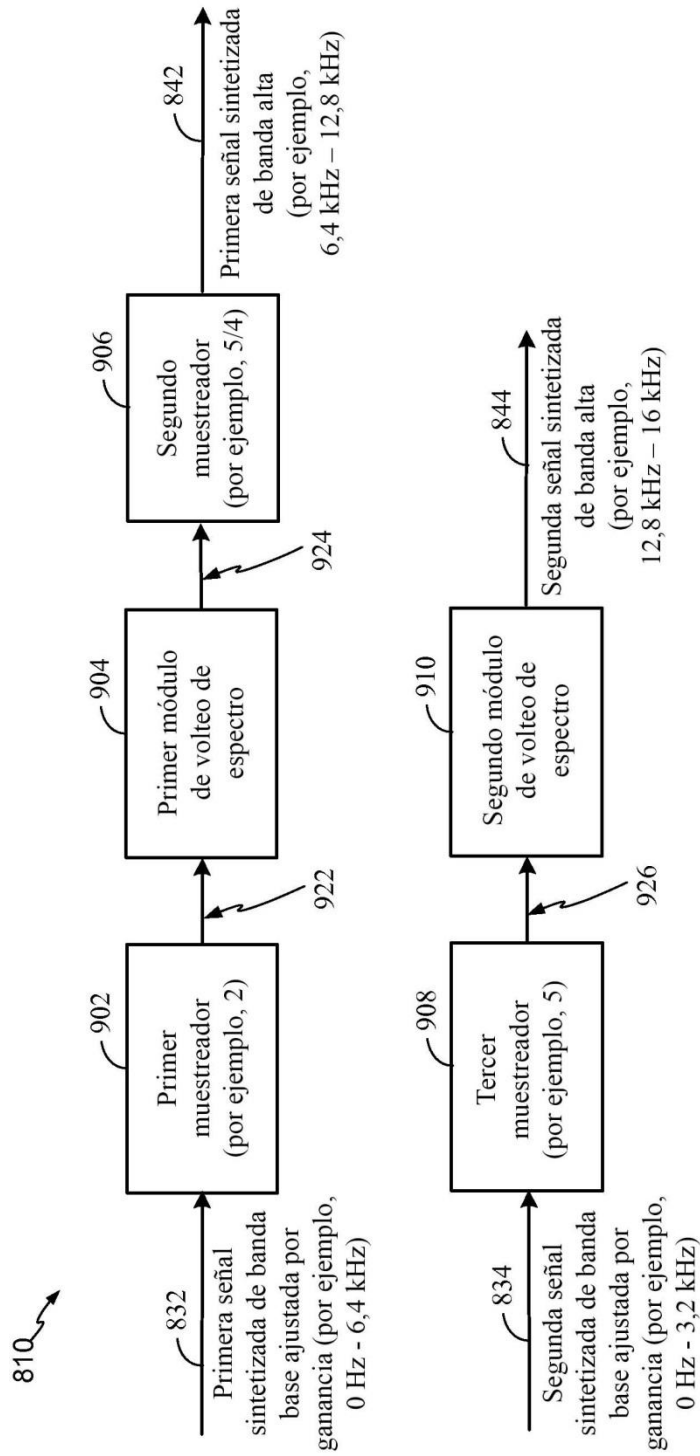


FIG. 9

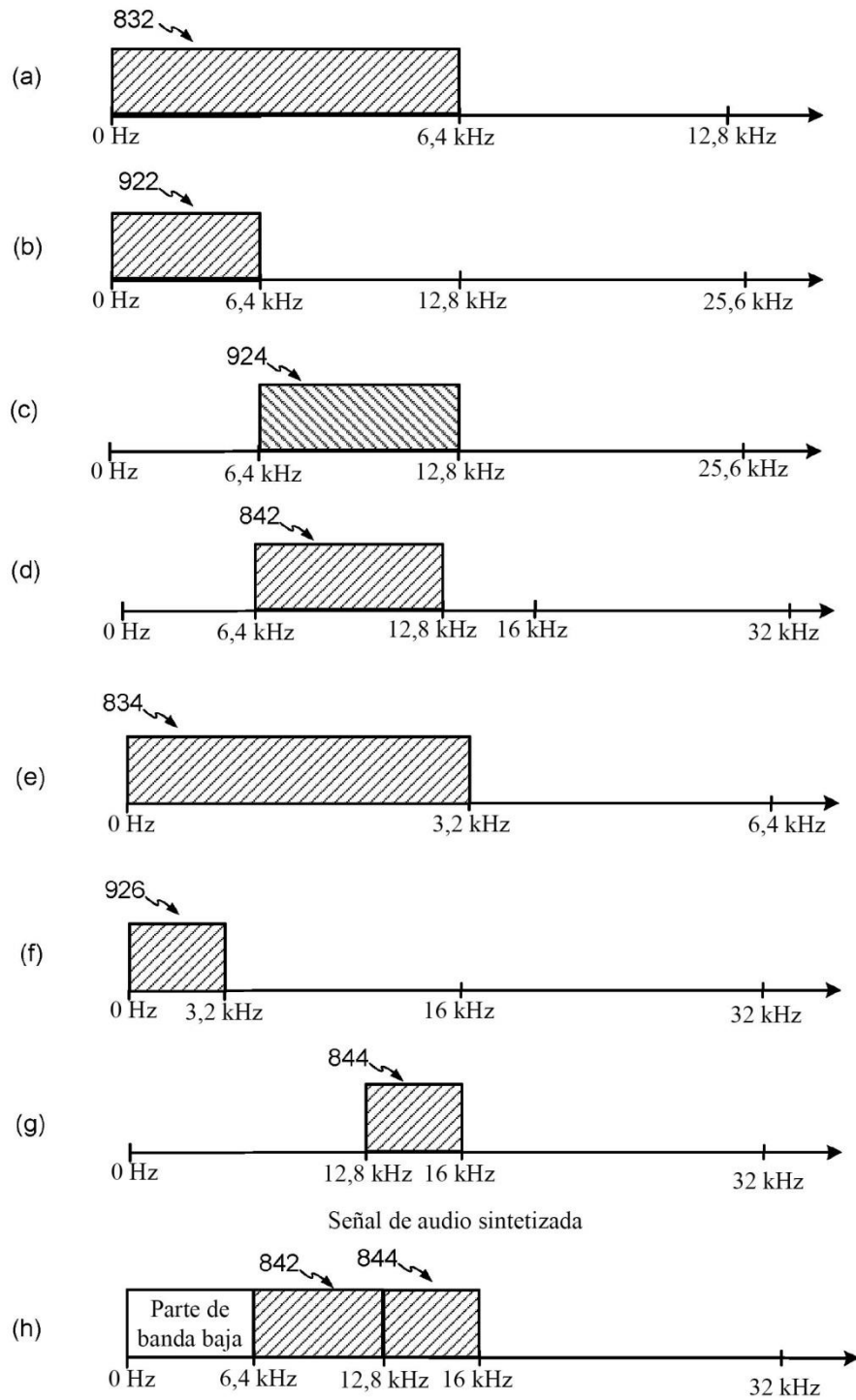


FIG. 10

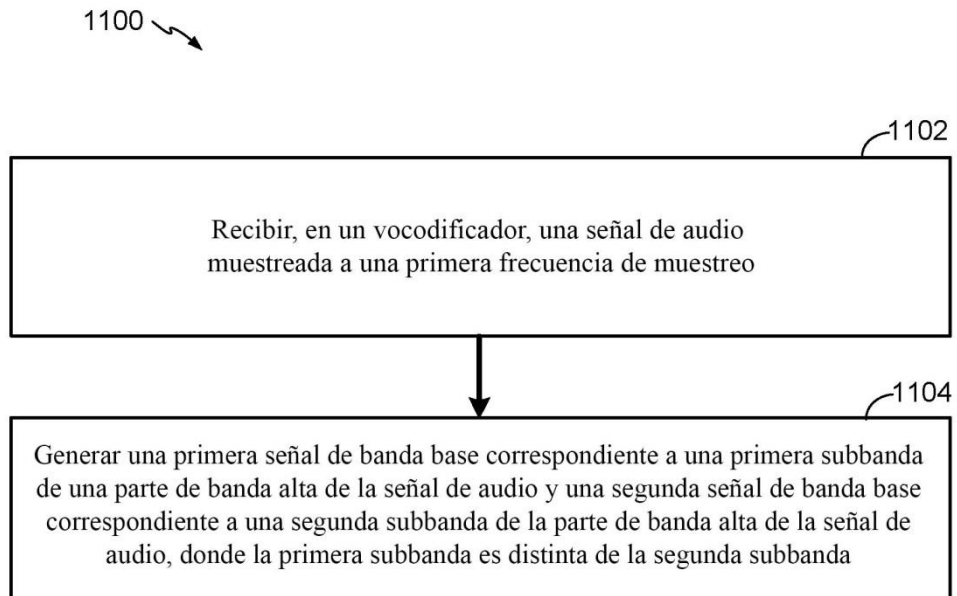


FIG. 11

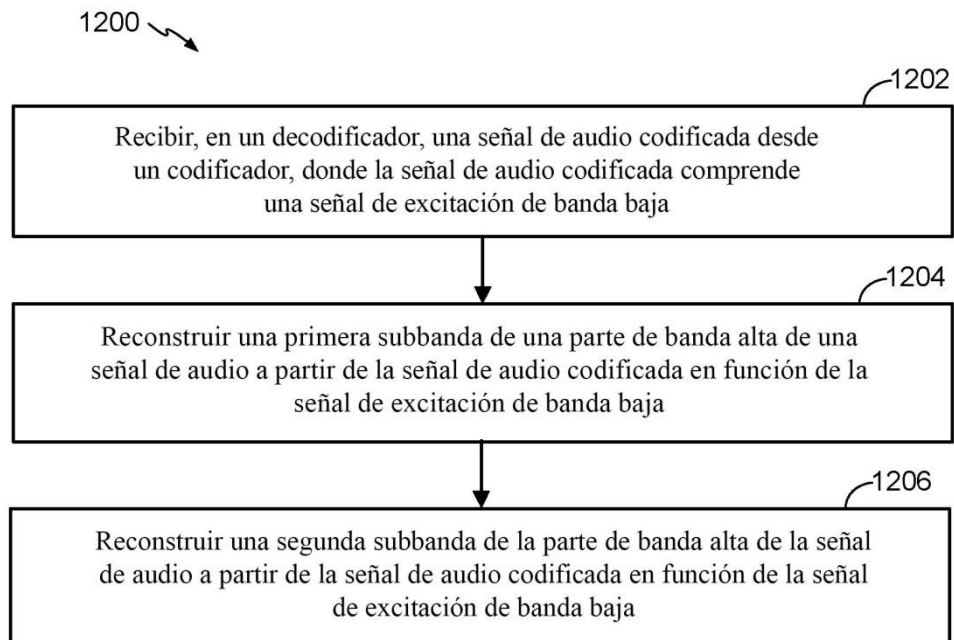


FIG. 12

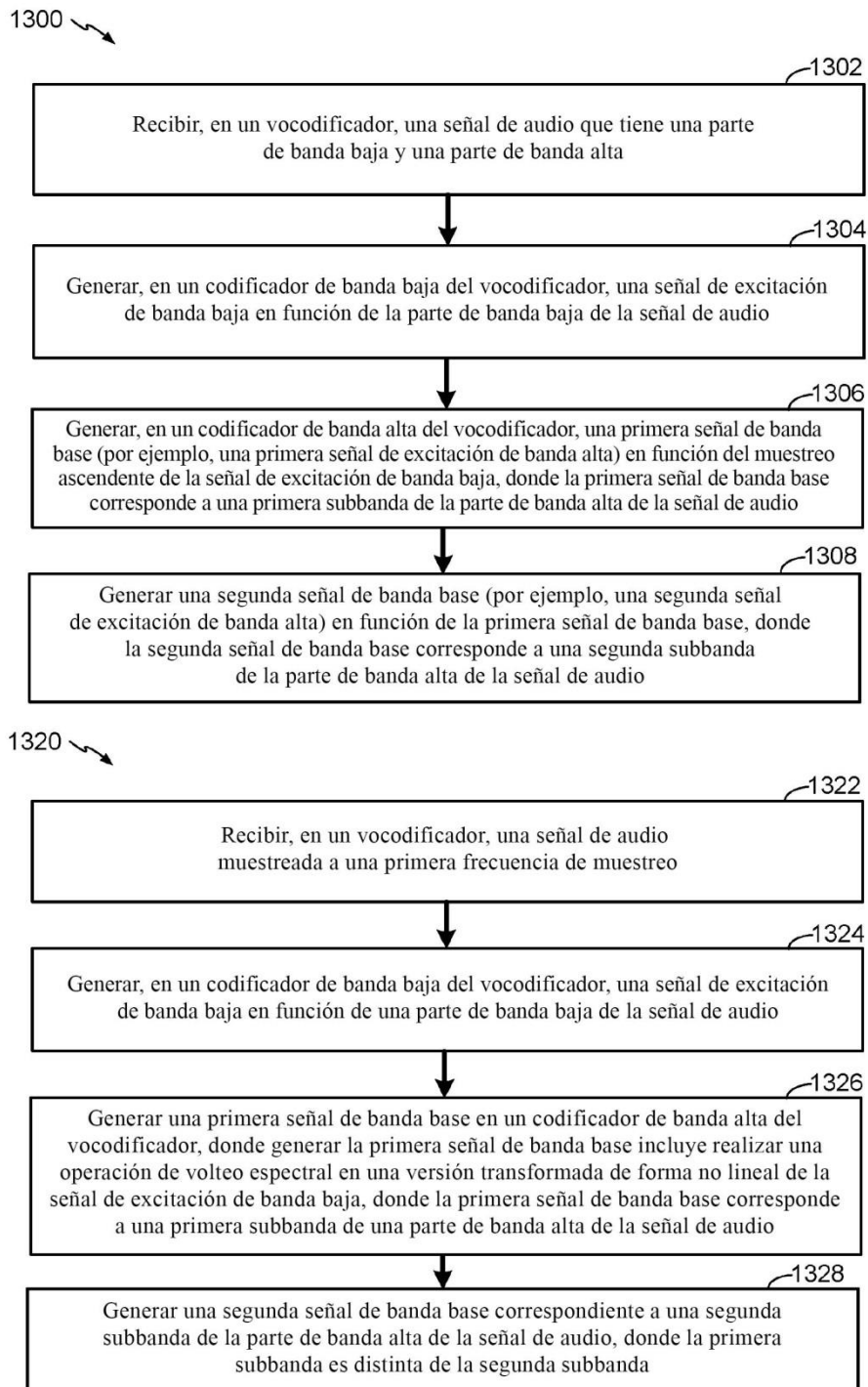


FIG. 13

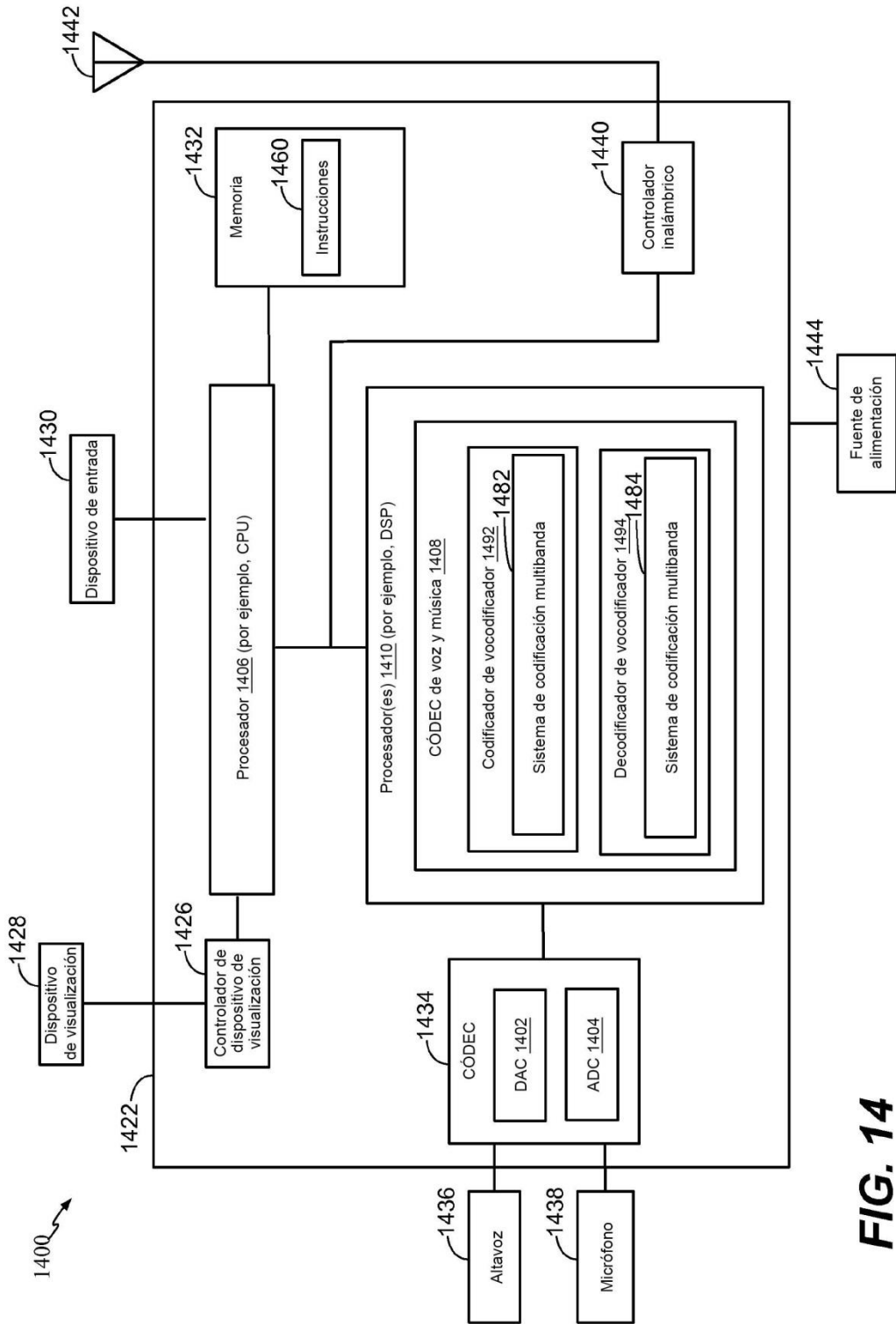


FIG. 14