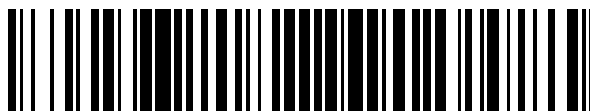


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 844 231**

51 Int. Cl.:

**G10L 21/0388** (2013.01)

**G10L 19/08** (2013.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.12.2014** **E 18206593 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.10.2020** **EP 3471098**

54 Título: **Modelado de señales de banda alta**

30 Prioridad:

**16.12.2013 US 201361916697 P**

**12.12.2014 US 201414568359**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la  
traducción de la patente:  
**21.07.2021**

73 Titular/es:

**QUALCOMM INCORPORATED (100.0%)**

**5775 Morehouse Drive**

**San Diego, CA 92121-1714, US**

72 Inventor/es:

**KRISHNAN, VENKATESH y**

**ATTI, VENKATRAMAN S.**

74 Agente/Representante:

**FORTEA LAGUNA, Juan José**

ES 2 844 231 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**

Modelado de señales de banda alta

**REIVINDICACIÓN DE PRIORIDAD**

[0001] La presente solicitud reivindica la prioridad de la solicitud de patente de EE. UU. n.º 14/568.359 presentada el 12 de diciembre de 2014 y la solicitud de patente provisional de EE. UU. n.º 61/916.697 presentada el 16 de diciembre de 2013, ambas tituladas "HIGH-BAND SIGNAL MODELING [MODELADO DE SEÑALES DE BANDA ALTA]".

**CAMPO**

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

**DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA RELACIONADA**

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

[0004] En los sistemas telefónicos tradicionales (por ejemplo, las redes telefónicas conmutadas públicas (PSTN)), el ancho de banda de señal está limitado al intervalo de frecuencias de 300 hercios (Hz) a 3,4 kilohercios (kHz). En aplicaciones de banda ancha (WB), tales como la telefonía móvil y la voz por protocolo de Internet (VoIP), el ancho de banda de señal puede abarcar el intervalo de frecuencias de 50 Hz a 7 kHz. Las técnicas de codificación de banda superancha (SWB) admiten un ancho de banda que se amplía hasta aproximadamente 16 kHz. Ampliar el ancho de banda de la señal desde la telefonía de banda estrecha de 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. Un enfoque ejemplar para la ampliación de ancho de banda se divulga en el documento US 2008/0120117.

[0005] Las técnicas de codificación SWB típicamente implican codificar y transmitir la parte de frecuencias más bajas de la señal (por ejemplo, de 50 Hz a 7 kHz, también denominada "banda baja"). Por ejemplo, la banda baja se puede representar usando parámetros de filtro y/o una señal de excitación de banda baja. Sin embargo, para mejorar la eficacia de codificación, la parte de frecuencias más altas de la señal (por ejemplo, de 7 kHz a 16 kHz, también denominada "banda alta") puede no codificarse y transmitirse por completo. En su lugar, un receptor puede utilizar el modelado de señales para predecir la banda alta. En algunas implementaciones, se pueden proporcionar datos asociados con la banda alta al receptor para facilitar la predicción. Dichos datos se pueden denominar "información conexa" y pueden incluir información de ganancia, frecuencias de líneas espectrales (LSF, también denominadas pares de líneas espectrales (LSP)), etc. Las propiedades de la señal de banda baja se pueden usar para generar la información conexa; sin embargo, las disparidades de energía entre la banda baja y la banda alta pueden dar como resultado información conexa que caracteriza incorrectamente a la banda alta.

**BREVE EXPLICACIÓN**

[0006] Se divulgan sistemas y procedimientos para realizar el modelado de señales de banda alta. Un primer filtro (por ejemplo, un banco de filtros espejo en cuadratura (QMF) o un banco pseudo-QMF) puede filtrar una señal de audio en un primer grupo de subbandas correspondientes a una parte de banda baja de la señal de audio y un segundo grupo de subbandas correspondientes a una parte de banda alta de la señal de audio. El grupo de subbandas correspondiente a la parte de banda baja de la señal de audio y el grupo de subbandas correspondiente a la parte de banda alta de la señal de audio pueden tener o no subbandas comunes. Un banco de filtros de síntesis puede combinar el primer grupo de subbandas para generar una señal de banda baja (por ejemplo, una señal residual de banda baja), y la señal de banda baja se puede proporcionar a un codificador de banda baja. El codificador de banda baja puede cuantificar la señal de banda baja usando un codificador de predicción lineal (codificador LP) que puede generar una señal de excitación de banda baja. El procesador de transformación no lineal puede generar una señal armónicamente ampliada en base a la señal de excitación de banda baja. El ancho de banda de la señal de excitación no lineal puede ser mayor que la parte de banda baja de la señal de audio e incluso puede ser tan grande como toda la señal de audio. Por ejemplo, el generador de transformación no lineal puede sobremuestrear la señal de excitación de banda baja y puede procesar la señal sobremuestreada a través de una función no lineal para generar la señal armónicamente ampliada que tiene un ancho de banda que es mayor que el ancho de banda de la señal de excitación de banda baja.

**[0007]** En un modo de realización particular, un segundo filtro puede dividir la señal armónicamente ampliada en una pluralidad de subbandas. En este modo de realización, se puede añadir ruido modulado a cada subbanda de la pluralidad de subbandas de la señal armónicamente ampliada para generar un tercer grupo de subbandas correspondiente al segundo grupo de subbandas (por ejemplo, subbandas correspondientes a la banda alta de la señal armónicamente ampliada). En otro modo de realización particular, el ruido modulado se puede mezclar con la señal armónicamente ampliada para generar una señal de excitación de banda alta que se proporciona al segundo filtro. En este modo de realización, el segundo filtro puede dividir la señal de excitación de banda alta en el tercer grupo de subbandas.

**[0008]** Un primer estimador de parámetro puede determinar un primer parámetro de ajuste para una primera subbanda del tercer grupo de subbandas en base a una métrica de una subbanda correspondiente del segundo grupo de subbandas. Por ejemplo, el primer estimador de parámetro puede determinar una relación espectral y/o una relación de envolvente temporal entre la primera subbanda del tercer grupo de subbandas y una parte de banda alta correspondiente de la señal de audio. De manera similar, un segundo estimador de parámetro puede determinar un segundo parámetro de ajuste para una segunda subbanda del tercer grupo de subbandas en base a una métrica de una subbanda correspondiente del segundo grupo de subbandas. Los parámetros de ajuste se pueden cuantificar y transmitir a un descodificador junto con otra información conexa para ayudar al descodificador a reconstruir la parte de banda alta de la señal de audio.

**[0009]** En un aspecto particular, se proporciona un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1.

**[0010]** En otro aspecto particular, se proporciona un aparato de acuerdo con la reivindicación 8.

**[0011]** En otro aspecto particular, se proporciona un medio no transitorio legible por ordenador de acuerdo con la reivindicación 10.

**[0012]** Las ventajas particulares proporcionadas por al menos uno de los modos de realización divulgados incluyen un modelado de resolución mejorada de una parte de banda alta de una señal de audio. Otros aspectos, ventajas y características de la presente divulgación resultarán evidentes después de revisar la solicitud completa, que incluye las siguientes secciones: Breve descripción de los dibujos, Descripción detallada y Reivindicaciones.

## **BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS**

**[0013]**

La FIG. 1 es un diagrama para ilustrar un modo de realización particular de un sistema que es operativo para realizar un modelado de señales de banda alta;

la FIG. 2 es un diagrama de otro modo de realización particular de un sistema que es operativo para realizar un modelado de señales de banda alta;

la FIG. 3 es un diagrama de otro modo de realización particular de un sistema que es operativo para realizar un modelado de señales de banda alta;

la FIG. 4 es un diagrama de un modo de realización particular de un sistema que es operativo para reconstruir una señal de audio usando parámetros de ajuste;

la FIG. 5 es un diagrama de flujo de un modo de realización particular de un procedimiento para realizar un modelado de señales de banda alta;

la FIG. 6 es un diagrama de flujo de un modo de realización particular de un procedimiento para reconstruir una señal de audio usando parámetros de ajuste; y

la FIG. 7 es un diagrama de bloques de un dispositivo inalámbrico operativo para realizar operaciones de procesamiento de señales de acuerdo con los sistemas y procedimientos de las FIGS. 1-6.

## **DESCRIPCIÓN DETALLADA**

**[0014]** En referencia a la FIG. 1, se muestra y se designa en general por 100 un modo de realización particular de un sistema que es operativo para realizar un modelado de señales de banda alta. En un modo de realización particular, el sistema 100 puede estar integrado en un sistema o aparato de codificación (por ejemplo, en un teléfono o codificador/descodificador (CÓDEC) inalámbrico). En otros modos de realización, el sistema 100 puede estar integrado en un receptor de televisión, 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 localización fija o un ordenador.

**[0015]** Cabe destacar que, en la siguiente descripción, se indica que diversas funciones realizadas por el sistema 100 de la FIG. 1 se realizan mediante determinados componentes o módulos. Sin embargo, esta división de componentes y módulos es solo a título ilustrativo. En un modo de realización alternativo, una función realizada por un componente o módulo particular se puede dividir, en su lugar, entre múltiples componentes o módulos. Además, en un modo de realización alternativo, dos o más componentes o módulos de la FIG. 1 pueden estar integrados en un único componente o módulo. Cada componente o módulo ilustrado en la FIG. 1 se puede implementar 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.

**[0016]** El sistema 100 incluye un primer banco de filtros de análisis 110 (por ejemplo, un banco QMF o un banco pseudo-QMF) que está configurado para recibir una señal de audio de entrada 102. Por ejemplo, un micrófono u otro dispositivo de entrada pueden proporcionar la señal de audio de entrada 102. En un modo de realización particular, la señal de audio de entrada 102 puede incluir voz. La señal de audio de entrada 102 puede ser una señal SWB que incluye datos en el intervalo de frecuencias desde aproximadamente 50 Hz hasta aproximadamente 16 kHz. El primer banco de filtros de análisis 110 puede filtrar la señal de audio de entrada 102 en múltiples partes en base a la frecuencia. Por ejemplo, el primer banco de filtros de análisis 110 puede generar un primer grupo de subbandas 122 dentro de un primer intervalo de frecuencias y un segundo grupo de subbandas 124 dentro de un segundo intervalo de frecuencias. El primer grupo de subbandas 122 puede incluir M subbandas, donde M es un entero que es mayor que cero. El segundo grupo de subbandas 124 puede incluir N subbandas, donde N es un entero que es mayor que uno. Por tanto, el primer grupo de subbandas 122 puede incluir al menos una subbanda, y el segundo grupo de subbandas 124 puede incluir dos o más subbandas. En un modo de realización particular, M y N pueden tener un valor similar. En otro modo de realización particular, M y N pueden ser valores diferentes. El primer grupo de subbandas 122 y el segundo grupo de subbandas 124 pueden tener un ancho de banda igual o desigual, y pueden estar superpuestos o no superpuestos. En un modo de realización alternativo, el primer banco de filtros de análisis 110 puede generar más de dos grupos de subbandas.

**[0017]** El primer intervalo de frecuencias puede ser menor que el segundo intervalo de frecuencias. En el ejemplo de la FIG. 1, el primer grupo de subbandas 122 y el segundo grupo de subbandas 124 ocupan bandas de frecuencias no superpuestas. Por ejemplo, el primer grupo de subbandas 122 y el segundo grupo de subbandas 124 pueden ocupar bandas de frecuencias no superpuestas de 50 Hz – 7 kHz y 7 kHz – 16 kHz, respectivamente. En un modo de realización alternativo, el primer grupo de subbandas 122 y el segundo grupo de subbandas 124 pueden ocupar bandas de frecuencias no superpuestas de 50 Hz – 8 kHz y 8 kHz – 16 kHz, respectivamente. En otro modo de realización alternativo, el primer grupo de subbandas 122 y el segundo grupo de subbandas 124 se superponen (por ejemplo, 50 Hz – 8 kHz y 7 kHz – 16 kHz, respectivamente), lo cual puede permitir que un filtro de paso bajo y un filtro de paso alto del primer banco de filtros de análisis 110 tengan una atenuación gradual, lo cual puede simplificar el diseño y reducir el coste del filtro de paso bajo y del filtro de paso alto. La superposición del primer grupo de subbandas 122 y el segundo grupo de subbandas 124 también puede permitir la mezcla gradual de señales de banda baja y banda alta en un receptor, lo que puede dar en resultado menos artefactos audibles.

**[0018]** Cabe destacar que, aunque el ejemplo de la FIG. 1 ilustra un procesamiento de una señal SWB, esto solo es a título ilustrativo. En un modo de realización alternativo, la señal de audio de entrada 102 puede ser una señal WB que tiene un intervalo de frecuencias de aproximadamente 50 Hz a aproximadamente 8 kHz. En dicho modo de realización, el primer grupo de subbandas 122 puede corresponder a un intervalo de frecuencias de aproximadamente 50 Hz a aproximadamente 6,4 kHz y el segundo grupo de subbandas 124 puede corresponder a un intervalo de frecuencias de aproximadamente 6,4 kHz a aproximadamente 8 kHz.

**[0019]** El sistema 100 puede incluir un módulo de análisis de banda baja 130 configurado para recibir el primer grupo de subbandas 122. En un modo de realización particular, el módulo de análisis de banda baja 130 puede representar un modo de realización de un codificador de predicción lineal con excitación por código (CELP). El módulo de análisis de banda baja 130 puede incluir un módulo de análisis y codificación de predicción lineal (LP) 132, un módulo de transformada de coeficiente de predicción lineal (LPC) a LSP 134 y un cuantificador 136. Los LSP también se pueden denominar LSF, y los dos términos (LSP y LSF) se pueden usar de manera intercambiable en el presente documento. El módulo de análisis y codificación LP 132 puede codificar una envolvente espectral del primer grupo de subbandas 122 como un conjunto de LPC. Se pueden generar unos LPC para cada trama de audio (por ejemplo, 20 milisegundos (ms) de audio, correspondientes a 320 muestras a una velocidad de muestreo de 16 kHz), para cada subtrama de audio (por ejemplo, 5 ms de audio), o para cualquier combinación de las mismas. El número de LPC generados para cada trama o subtrama se puede determinar mediante el "orden" del análisis LP realizado. En un modo de realización particular, el módulo de análisis y codificación LP 132 puede generar un conjunto de once LPC correspondientes a un análisis LP de décimo orden.

**[0020]** El módulo de transformada de LPC a LSP 134 puede transformar el conjunto de LPC generados por el módulo de análisis y codificación LP 132 en un conjunto correspondiente de LSP (por ejemplo, usando una transformada uno a uno). De forma alternativa, el conjunto de LPC se puede transformar uno a uno en un conjunto

correspondiente de coeficientes parcor, valores de relación de logaritmo-área, pares espectrales de inmitancia (ISP) o frecuencias espectrales de inmitancia (ISF). La transformada entre el conjunto de LPC y el conjunto de LSP puede ser reversible sin errores.

**[0021]** El cuantificador 136 puede cuantificar el conjunto de LSP generados por el módulo de transformada de LPC a LSP 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 son las "más cercanas a" (por ejemplo, en base a una medida de distorsión tal como de error cuadrático medio o de mínimos cuadrados) al conjunto de los LSP. El cuantificador 136 puede facilitar un valor de índice o una serie de valores de índice correspondientes a la ubicación de las entradas identificadas en el libro de códigos. La salida del cuantificador 136 representa por tanto unos parámetros de filtro de banda baja que están incluidos en un flujo de bits de banda baja 142.

**[0022]** El módulo de análisis de banda baja 130 también puede generar una señal de excitación de banda baja 144. Por ejemplo, la señal de excitación de banda baja 144 puede ser una señal codificada que se genera cuantificando una señal residual LP que se genera durante el proceso LP realizado por el módulo de análisis de banda baja 130.

**[0023]** El sistema 100 puede incluir además un módulo de análisis de banda alta 150 configurado para recibir el segundo grupo de subbandas 124 desde el primer banco de filtros de análisis 110 y la señal de excitación de banda baja 144 desde el módulo de análisis de banda baja 130. El módulo de análisis de banda alta 150 puede generar información conexa de banda alta 172 en base al segundo grupo de subbandas 124 y la señal de excitación de banda baja 144. Por ejemplo, la información conexa de banda alta 172 puede incluir unos LPC de banda alta y/o información de ganancia, (por ejemplo, parámetros de ajuste).

**[0024]** El módulo de análisis de banda alta 150 puede incluir un generador de transformación no lineal 190. El generador de transformación no lineal 190 se puede configurar para generar una señal armónicamente ampliada en base a la señal de excitación de banda baja 144. Por ejemplo, el generador de transformación no lineal 190 puede sobremuestrear la señal de excitación de banda baja 144 y puede procesar la señal sobremuestreada a través de una función no lineal para generar la señal armónicamente ampliada que tiene un ancho de banda que es mayor que el ancho de banda de la señal de excitación de banda baja 144.

**[0025]** El módulo de análisis de banda alta 150 también puede incluir un segundo banco de filtros de análisis 192. En un modo de realización particular, el segundo banco de filtros de análisis 192 puede dividir la señal armónicamente ampliada en una pluralidad de subbandas. En este modo de realización, se puede añadir ruido modulado a cada subbanda de la pluralidad de subbandas para generar un tercer grupo de subbandas 126 (por ejemplo, señales de excitación de banda alta) correspondiente al segundo grupo de subbandas 124. Como ejemplo no limitante, una primera subbanda (H1) del segundo grupo de subbandas 124 puede tener un ancho de banda que varía de 7 kHz a 8 kHz, y una segunda subbanda (H2) del segundo grupo de subbandas 124 puede tener un ancho de banda que varía de 8 kHz a 9 kHz. De forma similar, una primera subbanda (no mostrada) del tercer grupo de subbandas 126 (correspondiente a la primera subbanda (H1)) puede tener un ancho de banda que varía de 7 kHz a 8 kHz, y una segunda subbanda (no mostrada) del tercer grupo de subbandas 126 (correspondiente a la segunda subbanda (H2)) puede tener un ancho de banda que varía de 8 kHz a 9 kHz. En otro modo de realización particular, el ruido modulado se puede mezclar con la señal armónicamente ampliada para generar una señal de excitación de banda alta que se proporciona al segundo banco de filtros de análisis 192. En este modo de realización, el segundo banco de filtros de análisis 192 puede dividir la señal de excitación de banda alta en el tercer grupo de subbandas 126.

**[0026]** Los estimadores de parámetro 194 dentro del módulo de análisis de banda alta 150 pueden determinar un primer parámetro de ajuste (por ejemplo, un parámetro de ajuste LPC y/o un parámetro de ajuste de ganancia) para una primera subbanda del tercer grupo de subbandas 126 en base a una métrica de una subbanda correspondiente del segundo grupo de subbandas 124. Por ejemplo, un estimador de parámetro particular puede determinar una relación espectral y/o una relación de envolvente entre la primera subbanda del tercer grupo de subbandas 126 y una parte de banda alta correspondiente de la señal de audio de entrada 102 (por ejemplo, una subbanda correspondiente del segundo grupo de subbandas 124). De forma similar, otro estimador de parámetro puede determinar un segundo parámetro de ajuste para una segunda subbanda del tercer grupo de subbandas 126 en base a una métrica de una subbanda correspondiente del segundo grupo de subbandas 124. Como se usa en el presente documento, una "métrica" de una subbanda puede corresponder a cualquier valor que caracteriza a la subbanda. Como ejemplos no limitantes, una métrica de una subbanda puede corresponder a una energía de señal de la subbanda, una energía residual de la subbanda, unos coeficientes LP de la subbanda, etc.

**[0027]** En un modo de realización particular, los estimadores de parámetro 194 pueden calcular al menos dos factores de ganancia (por ejemplo, parámetros de ajuste) de acuerdo con una relación entre subbandas del segundo grupo de subbandas 124 (por ejemplo, componentes de la parte de banda alta de la señal de audio de entrada 102) y unas subbandas correspondientes del tercer grupo de subbandas 126 (por ejemplo, componentes de la señal de excitación de banda alta). Los factores de ganancia pueden corresponder a una diferencia (o

relación) entre las energías de las subbandas correspondientes con respecto a una trama o alguna parte de la trama. Por ejemplo, los estimadores de parámetro 194 pueden calcular la energía como una suma de los cuadrados de las muestras de cada subtrama para cada subbanda, y el factor de ganancia para la subtrama respectiva puede ser la raíz cuadrada de la relación de esas energías. En otro modo de realización particular, los estimadores de parámetro 194 pueden calcular una envolvente de ganancia de acuerdo con una relación variable en el tiempo entre subbandas del segundo grupo de subbandas 124 y unas subbandas correspondientes del tercer grupo de subbandas 126. Sin embargo, es probable que la envolvente temporal de la parte de banda alta de la señal de audio de entrada 102 (por ejemplo, la señal de banda alta) y la envolvente temporal de la señal de excitación de banda alta sean similares.

**[0028]** En otro modo de realización particular, los estimadores de parámetro 194 pueden incluir un módulo de análisis y codificación LP 152 y un módulo de transformada de LPC a LSP 154. Cada uno del módulo de análisis y codificación LP 152 y el módulo de transformada de LPC a LSP 154 pueden funcionar como se describe anteriormente con referencia a unos componentes correspondientes del módulo de análisis de banda baja 130, pero a una resolución comparativamente reducida (por ejemplo, usando menos bits para cada coeficiente, LSP, etc.). El módulo de análisis y codificación LP 152 puede generar un conjunto de LPC que se transforman en los LSP mediante el módulo de transformada 154 y se cuantifican mediante un cuantificador 156 en base a un libro de códigos 163. Por ejemplo, el módulo de análisis y codificación LP 152, el módulo de transformada de LPC a LSP 154 y el cuantificador 156 pueden usar el segundo grupo de subbandas 124 para determinar información de filtro de banda alta (por ejemplo, unos LSP o parámetros de ajuste de banda alta) y/o información de ganancia de banda alta que está incluida en la información conexas de banda alta 172.

**[0029]** El cuantificador 156 se puede configurar para cuantificar los parámetros de ajuste de los estimadores de parámetros 194 como información conexas de banda alta 172. El cuantificador se puede configurar también para cuantificar un conjunto de valores de frecuencias espectrales, tales como los LSP proporcionados por el módulo de transformada 154. En otros modos de realización, el cuantificador 156 puede recibir y cuantificar conjuntos de uno o más de otros tipos de valores de frecuencias espectrales además de, o en lugar de, unas LSF o unos LSP. Por ejemplo, el cuantificador 156 puede recibir y cuantificar un conjunto de LPC generados por el módulo de análisis y codificación LP 152. Otros ejemplos incluyen conjuntos de coeficientes parcor, valores de relación logaritmo-área 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 frecuencias espectrales 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 se puede configurar para determinar uno o más parámetros a partir de los cuales el vector de entrada se puede generar dinámicamente en un descodificador, tal como en un modo de realización de libro de códigos disperso, en lugar de recuperarse del almacenamiento. Con objeto de ilustrar, se pueden aplicar ejemplos de libros de códigos dispersos en sistemas de codificación tales como CELP y códecs de acuerdo con normas industriales tales como el EVRC (códec de velocidad variable mejorada) del 3GPP2 (Proyecto de Colaboración de Tercera Generación 2). En otro modo de realización, el módulo de análisis de banda alta 150 puede incluir el cuantificador 156 y se puede configurar para usar un número de vectores de libro de códigos para generar señales sintetizadas (por ejemplo, de acuerdo con un conjunto de parámetros de filtro) y para seleccionar uno de los vectores de libro de códigos asociados con la señal sintetizada que mejor coincide con el segundo grupo de subbandas 124, tal como en un dominio ponderado perceptualmente.

**[0030]** En un modo de realización particular, la información conexas de banda alta 172 puede incluir unos LSP de banda alta, así como unos parámetros de ganancia de banda alta. Por ejemplo, la información conexas de banda alta 172 puede incluir los parámetros de ajuste generados por los estimadores de parámetro 194.

**[0031]** El flujo de bits de banda baja 142 y la información conexas de banda alta 172 se pueden multiplexar mediante un multiplexador (MUX) 170 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. Por ejemplo, el multiplexador 170 se puede configurar para insertar los parámetros de ajuste incluidos en la información conexas de banda alta 172 en una versión codificada de la señal de audio de entrada 102 para permitir un ajuste de ganancia (por ejemplo, un ajuste basado en envolvente) y/o un ajuste de linealidad. (por ejemplo, un ajuste espectral) durante la reproducción de la señal de audio de entrada 102. El flujo de bits de salida 199 se puede transmitir (por ejemplo, por un canal alámbrico, inalámbrico u óptico) mediante un transmisor 198 y/o almacenar. En un receptor, un demultiplexador (DEMUX), un descodificador de banda baja, un descodificador de banda alta y un banco de filtros pueden realizar operaciones inversas para generar una señal de audio (por ejemplo, una versión reconstruida de la señal de audio de entrada 102 que se proporciona a un altavoz o a otro dispositivo de salida). El número de bits usados para representar el flujo de bits de banda baja 142 puede ser sustancialmente mayor que el número de bits usados para representar la información conexas de banda alta 172. Por tanto, la mayoría de los bits del flujo de bits de salida 199 pueden representar datos de banda baja. La información conexas de banda alta 172 se puede usar en un receptor para regenerar la señal de excitación de banda alta a partir de los datos de banda baja, de acuerdo con un modelo de señal. Por ejemplo, el modelo de señal puede representar un conjunto esperado de relaciones o correlaciones entre datos de banda baja (por ejemplo, el primer grupo de subbandas 122) y datos de banda alta (por ejemplo, el segundo grupo de subbandas 124). Por tanto, se pueden usar diferentes modelos de señal para diferentes tipos de datos de audio (por ejemplo, voz, música, etc.), y un transmisor y un receptor (o

según lo definido por una norma industrial) pueden negociar el modelo de señal particular que se usa antes de la transmisión de datos de audio codificados. Usando el modelo de señal, el módulo de análisis de banda alta 150 en un transmisor podría generar la información conexas 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 el segundo grupo de subbandas 124 a partir del flujo de bits de salida 199.

**[0032]** El sistema 100 de la FIG. 1 puede mejorar la correlación entre unas componentes de señal de banda alta sintetizadas (por ejemplo, el tercer grupo de subbandas 126) y unas componentes de señal de banda alta originales (por ejemplo, el segundo grupo de subbandas 124). Por ejemplo, una aproximación espectral y de envolvente entre las componentes de señal de banda alta sintetizadas y las componentes de señal de banda alta originales se puede realizar en un nivel "más preciso" comparando unas métricas del segundo grupo de subbandas 124 con unas métricas del tercer grupo de subbandas 126 de subbanda en subbanda. El tercer grupo de subbandas 126 se puede ajustar en base a unos parámetros de ajuste resultantes de la comparación, y los parámetros de ajuste se pueden transmitir a un descodificador para reducir los artefactos audibles durante la reconstrucción de banda alta de la señal de audio de entrada 102.

**[0033]** En referencia a la FIG. 2, se muestra un modo de realización particular de un sistema 200 que es operativo para realizar un modelado de señales de banda alta. El sistema 200 incluye el primer banco de filtros de análisis 110, un banco de filtros de síntesis 202, un codificador de banda baja 204, el generador de transformación no lineal 190, un combinador de ruido 206, un segundo banco de filtros de análisis 192 y N estimadores de parámetro 294a-294c.

**[0034]** El primer banco de filtros de análisis 110 puede recibir la señal de audio de entrada 102 y se puede configurar para filtrar la señal de audio de entrada 102 en múltiples partes en base a la frecuencia. Por ejemplo, el primer banco de filtros de análisis 110 puede generar el primer grupo de subbandas 122 dentro del intervalo de frecuencias de banda baja y el segundo grupo de subbandas 124 dentro del intervalo de frecuencias de banda alta. Como ejemplo no limitante, el intervalo de frecuencias de banda baja puede ser de aproximadamente 0 kHz a 6,4 kHz y el intervalo de frecuencias de banda alta puede ser de aproximadamente 6,4 kHz a 12,8 kHz. El primer grupo de subbandas 124 se puede proporcionar al banco de filtros de síntesis 202. El banco de filtros de síntesis 202 se puede configurar para generar una señal de banda baja 212 combinando el primer grupo de subbandas 122. La señal de banda baja 212 se puede proporcionar al codificador de banda baja 204.

**[0035]** El codificador de banda baja 204 puede corresponder al módulo de análisis de banda baja 130 de la FIG. 1. Por ejemplo, el codificador de banda baja 204 se puede configurar para cuantificar la señal de banda baja 212 (por ejemplo, el primer grupo de subbandas 122) para generar la señal de excitación de banda baja 144. La señal de excitación de banda baja 144 se puede proporcionar al generador de transformación no lineal 190.

**[0036]** Como se describe con respecto a la FIG. 1, la señal de excitación de banda baja 144 se puede generar a partir del primer grupo de subbandas 122 (por ejemplo, la parte de banda baja de la señal de audio de entrada 102) usando el módulo de análisis de banda baja 130. El generador de transformación no lineal 190 se puede configurar para generar una señal armónicamente ampliada 214 (por ejemplo, una señal de excitación no lineal) en base a la señal de excitación de banda baja 144 (por ejemplo, el primer grupo de subbandas 122). El generador de transformación no lineal 190 puede sobremuestrear la señal de excitación de banda baja 144 y puede procesar la señal sobremuestreada usando una función no lineal para generar la señal armónicamente ampliada 214 que tiene un ancho de banda que es mayor que el ancho de banda de la señal de excitación de banda baja 144. Por ejemplo, en un modo de realización particular, el ancho de banda de la señal de excitación de banda baja 144 puede ser aproximadamente de 0 a 6,4 kHz, y el ancho de banda de la señal armónicamente ampliada 214 puede ser aproximadamente de 6,4 kHz a 16 kHz. En otro modo de realización particular, el ancho de banda de la señal armónicamente ampliada 214 puede ser mayor que el ancho de banda de la señal de excitación de banda baja 144 con una magnitud igual. Por ejemplo, el ancho de banda de la señal de excitación de banda baja 144 puede ser aproximadamente de 0 a 6,4 kHz, y el ancho de banda de la señal armónicamente ampliada 214 puede ser aproximadamente de 6,4 kHz a 12,8 kHz. En un modo de realización particular, el generador de transformación no lineal 190 puede realizar una operación de valor absoluto o una operación cuadrática en tramas (o subtramas) de la señal de excitación de banda baja 144 para generar la señal armónicamente ampliada 214. La señal armónicamente ampliada 214 se puede proporcionar al combinador de ruido 206.

**[0037]** El combinador de ruido 206 se puede configurar para mezclar la señal armónicamente ampliada 214 con ruido modulado para generar una señal de excitación de banda alta 216. El ruido modulado puede estar basado en una envolvente de la señal de banda baja 212 y ruido blanco. La cantidad de ruido modulado que se mezcla con la señal armónicamente ampliada 214 puede estar basada en un factor de mezcla. El codificador de banda baja 204 puede generar información usada por el combinador de ruido 206 para determinar el factor de mezcla. La información puede incluir un desfase de tono en el primer grupo de subbandas 122, una ganancia de libro de códigos adaptativa asociada con el primer grupo de subbandas 122, una correlación de tonos entre el primer grupo de subbandas 122 y el segundo grupo de subbandas 124, cualquier combinación de los mismos, etc. Por ejemplo, si un armónico de la señal de banda baja 212 corresponde a una señal sonora (por ejemplo, una señal con componentes sonoras relativamente fuertes y componentes con características de ruido relativamente débiles), el

valor del factor de mezcla se puede incrementar y se puede mezclar una cantidad menor de ruido modulado con la señal armónicamente ampliada 214. De forma alternativa, si el armónico de la señal de banda baja 212 corresponde a una señal con características de ruido (por ejemplo, una señal con componentes con características de ruido relativamente fuertes y componentes sonoras relativamente débiles), el valor del factor de mezcla puede disminuir y se puede mezclar una cantidad mayor de ruido modulado con la señal armónicamente ampliada 214. La señal de excitación de banda alta 216 se puede proporcionar al segundo banco de filtros de análisis 192.

**[0038]** El segundo banco de filtros de análisis 192 se puede configurar para filtrar (por ejemplo, dividir) la señal de excitación de banda alta 216 en el tercer grupo de subbandas 126 (por ejemplo, señales de excitación de banda alta) correspondiente al segundo grupo de subbandas 124. Cada subbanda (HE1-HEN) del tercer grupo de subbandas 126 se puede proporcionar a un estimador de parámetro correspondiente 294a-294c. Además, cada subbanda (H1-HN) del segundo grupo de subbandas 124 se puede proporcionar al estimador de parámetro correspondiente 294a-294c.

**[0039]** Los estimadores de parámetro 294a-294c pueden corresponder a los estimadores de parámetro 194 de la FIG. 1 y pueden funcionar de manera sustancialmente similar. Por ejemplo, cada estimador de parámetro 294a-294c puede determinar parámetros de ajuste para unas subbandas correspondientes del tercer grupo de subbandas 126 en base a una métrica de unas subbandas correspondientes del segundo grupo de subbandas 124. Por ejemplo, el primer estimador de parámetro 294a puede determinar un primer parámetro de ajuste (por ejemplo, un parámetro de ajuste LPC y/o un parámetro de ajuste de ganancia) para la primera subbanda (HE1) del tercer grupo de subbandas 126 en base a una métrica de la primera subbanda (H1) del segundo grupo de subbandas 124. Por ejemplo, el primer estimador de parámetro 294a puede determinar una relación espectral y/o una relación de envolvente entre la primera subbanda (HE1) del tercer grupo de subbandas 126 y la primera subbanda (H1) del segundo grupo de subbandas 124. Para ilustrar, el primer estimador de parámetro 294 puede realizar un análisis LP en la primera subbanda (H1) del segundo grupo de subbandas 124 para generar unos LPC para la primera subbanda (H1) y un residuo para la primera subbanda (H1). El residuo para la primera subbanda (H1) se puede comparar con la primera subbanda (HE1) del tercer grupo de subbandas 126, y el primer estimador de parámetro 294 puede determinar un parámetro de ganancia para hacer coincidir sustancialmente una energía del residuo de la primera subbanda (H1) del segundo grupo de subbandas 124 y una energía de la primera subbanda (HE1) del tercer grupo de subbandas 126. Como otro ejemplo, el primer estimador de parámetro 294 puede realizar una síntesis usando la primera subbanda (HE1) del tercer grupo de subbandas 126 para generar una versión sintetizada de la primera subbanda (H1) del segundo grupo de subbandas 124. El primer estimador de parámetro 294 puede determinar un parámetro de ganancia de modo que una energía de la primera subbanda (H1) del segundo grupo de subbandas 124 se aproxime a una energía de la versión sintetizada de la primera subbanda (H1). De forma similar, el segundo estimador de parámetro 294b puede determinar un segundo parámetro de ajuste para la segunda subbanda (HE2) del tercer grupo de subbandas 126 en base a una métrica de la segunda subbanda (H2) del segundo grupo de subbandas 124.

**[0040]** Los parámetros de ajuste se pueden cuantificar mediante un cuantificador (por ejemplo, el cuantificador 156 de la FIG. 1) y transmitir como la información conexas de banda alta. El tercer grupo de subbandas 126 también se puede ajustar en base a los parámetros de ajuste para un procesamiento adicional (por ejemplo, procesamiento de ajuste de forma de ganancia, procesamiento de ajuste de fase, etc.) mediante otros componentes (no mostrados) del codificador (por ejemplo, el sistema 200).

**[0041]** El sistema 200 de la FIG. 2 puede mejorar la correlación entre unas componentes de señal de banda alta sintetizadas (por ejemplo, el tercer grupo de subbandas 126) y unas componentes de señal de banda alta originales (por ejemplo, el segundo grupo de subbandas 124). Por ejemplo, una aproximación espectral y de envolvente entre las componentes de señal de banda alta sintetizadas y las componentes de señal de banda alta originales se puede realizar en un nivel "más preciso" comparando unas métricas del segundo grupo de subbandas 124 con unas métricas del tercer grupo de subbandas 126 de subbanda en subbanda. El tercer grupo de subbandas 126 se puede ajustar en base a unos parámetros de ajuste resultantes de la comparación, y los parámetros de ajuste se pueden transmitir a un decodificador para reducir los artefactos audibles durante la reconstrucción de banda alta de la señal de audio de entrada 102.

**[0042]** En referencia a la FIG. 3, se muestra un modo de realización particular de un sistema 300 que es operativo para realizar un modelado de señales de banda alta. El sistema 300 incluye el primer banco de filtros de análisis 110, el banco de filtros de síntesis 202, el codificador de banda baja 204, el generador de transformación no lineal 190, el segundo banco de filtros de análisis 192, N combinadores de ruido 306a-306c y los N estimadores de parámetro 294a-294c.

**[0043]** Durante el funcionamiento del sistema 300, la señal armónicamente ampliada 214 se proporciona al segundo banco de filtros de análisis 192 (en lugar del combinador de ruido 206 de la FIG. 2). El segundo banco de filtros de análisis de filtro 192 se puede configurar para filtrar (por ejemplo, dividir) la señal armónicamente ampliada 214 en una pluralidad de subbandas 322. Cada subbanda de la pluralidad de subbandas 322 se puede proporcionar a un combinador de ruido correspondiente 306a-306c. Por ejemplo, se puede proporcionar una primera subbanda de la pluralidad de subbandas 322 al primer combinador de ruido 306a, se puede proporcionar



una segunda subbanda de la pluralidad de subbandas 322 al segundo combinador de ruido 306b, etc.

**[0044]** Cada combinador de ruido 306a-306c se puede configurar para mezclar la subbanda recibida de la pluralidad de subbandas 322 con ruido modulado para generar el tercer grupo de subbandas 126 (por ejemplo, una pluralidad de señales de excitación de banda alta (HE1-HEN)). Por ejemplo, el ruido modulado puede estar basado en una envolvente de la señal de banda baja 212 y ruido blanco. La cantidad de ruido modulado que se mezcla con cada subbanda de la pluralidad de subbandas 322 puede estar basada en al menos un factor de mezcla. En un modo de realización particular, la primera subbanda (HE1) del tercer grupo de subbandas 126 se puede generar mezclando la primera subbanda de la pluralidad de subbandas 322 en base a un primer factor de mezcla, y la segunda subbanda (HE2) del tercer grupo de subbandas 126 se puede generar mezclando la segunda subbanda de la pluralidad de subbandas 322 en base a un segundo factor de mezcla. Por tanto, se pueden usar múltiples factores de mezcla (por ejemplo, diferentes) para generar el tercer grupo de subbandas 126.

**[0045]** El codificador de banda baja 204 puede generar información usada por cada combinador de ruido 306a-306c para determinar los factores de mezcla respectivos. Por ejemplo, la información proporcionada al primer combinador de ruido 306a para determinar el primer factor de mezcla puede incluir un desfase de tono, una ganancia de libro de códigos adaptativa asociada con la primera subbanda (L1) del primer grupo de subbandas 122, una correlación de tonos entre la primera subbanda (L1) del primer grupo de subbandas 122 y la primera subbanda (H1) del segundo grupo de subbandas 124, o cualquier combinación de los mismos. Se pueden usar parámetros similares para unas respectivas subbandas para determinar los factores de mezcla para los otros combinadores de ruido 306b, 306n. En otro modo de realización, cada combinador de ruido 306a-306n puede realizar unas operaciones de mezcla en base a un factor de mezcla común.

**[0046]** Como se describe con respecto a la FIG. 2, cada estimador de parámetro 294a-294c puede determinar unos parámetros de ajuste para unas subbandas correspondientes del tercer grupo de subbandas 126 en base a una métrica de unas subbandas correspondientes del segundo grupo de subbandas 124. Los parámetros de ajuste se pueden cuantificar mediante un cuantificador (por ejemplo, el cuantificador 156 de la FIG. 1) y transmitir como la información conexa de banda alta. El tercer grupo de subbandas 126 también se puede ajustar en base a los parámetros de ajuste para un procesamiento adicional (por ejemplo, procesamiento de ajuste de forma de ganancia, procesamiento de ajuste de fase, etc.) mediante otros componentes (no mostrados) del codificador (por ejemplo, el sistema 300).

**[0047]** El sistema 300 de la FIG. 3 puede mejorar la correlación entre unas componentes de señal de banda alta sintetizadas (por ejemplo, el tercer grupo de subbandas 126) y unas componentes de señal de banda alta originales (por ejemplo, el segundo grupo de subbandas 124). Por ejemplo, una aproximación espectral y de envolvente entre las componentes de señal de banda alta sintetizadas y las componentes de señal de banda alta originales se puede realizar en un nivel "más preciso" comparando unas métricas del segundo grupo de subbandas 124 con unas métricas del tercer grupo de subbandas 126 de subbanda en subbanda. Además, cada subbanda (por ejemplo, señal de excitación de banda alta) del tercer grupo de subbandas 126 se puede generar en base a unas características (por ejemplo, valores de tono) de unas subbandas correspondientes dentro del primer grupo de subbandas 122 y el segundo grupo de subbandas 124 para mejorar la estimación de señales. El tercer grupo de subbandas 126 se puede ajustar en base a unos parámetros de ajuste resultantes de la comparación, y los parámetros de ajuste se pueden transmitir a un descodificador para reducir los artefactos audibles durante la reconstrucción de banda alta de la señal de audio de entrada 102.

**[0048]** En referencia a la FIG. 4, se muestra un modo de realización particular de un sistema 400 que es operativo para reconstruir una señal de audio usando parámetros de ajuste. El sistema 400 incluye un generador de transformación no lineal 490, un combinador de ruido 406, un banco de filtros de análisis 492 y N ajustadores 494a-494c. En un modo de realización particular, el sistema 400 puede estar integrado en un sistema o aparato de descodificación (por ejemplo, en un teléfono o CÓDEC inalámbrico). En otros modos de realización particulares, el sistema 400 puede estar integrado en un receptor de televisión, 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.

**[0049]** El generador de transformación no lineal 490 se puede configurar para generar una señal armónicamente ampliada 414 (por ejemplo, una señal de excitación no lineal) en base a 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. La señal armónicamente ampliada 414 puede corresponder a una versión reconstruida de la señal armónicamente ampliada 214 de las FIGS. 1-3. Por ejemplo, el generador de excitación no lineal 490 puede funcionar de una manera sustancialmente similar al generador de transformación no lineal 190 de las FIGS. 1-3. En el modo de realización ilustrativo, la señal armónicamente ampliada 414 se puede proporcionar al combinador de ruido 406 de una manera similar a la descrita con respecto a la FIG. 2. En otro modo de realización particular, la señal armónicamente ampliada 414 se puede proporcionar al banco de filtros de análisis 492 de una manera similar a la descrita con respecto a la FIG. 3.

**[0050]** El combinador de ruido 406 puede recibir el flujo de bits de banda baja 142 y generar un factor de mezcla,

como se describe con respecto al combinador de ruido 206 de la FIG. 2 o los combinadores de ruido 306a-306c de la FIG. 3. De forma alternativa, el combinador de ruido 406 puede recibir información conexa de banda alta 172 que incluye el factor de mezcla generado en un codificador (por ejemplo, los sistemas 100-300 de las FIGS. 1-3). En el modo de realización ilustrativo, el combinador de ruido 406 puede mezclar la señal de excitación de banda baja transformada 414 con ruido modulado para generar una señal de excitación de banda alta 416 (por ejemplo, una versión reconstruida de la señal de excitación de banda alta 216 de la FIG. 2) en base al factor de mezcla. Por ejemplo, el combinador de ruido 406 puede funcionar de una manera sustancialmente similar al combinador de ruido 206 de la FIG. 2. En el modo de realización ilustrativo, la señal de excitación de banda alta 416 se puede proporcionar al banco de filtros de análisis 492.

**[0051]** En el modo de realización ilustrativo, el banco de filtros de análisis 492 se puede configurar para filtrar (por ejemplo, dividir) la señal de excitación de banda alta 416 en un grupo de subbandas de excitación de banda alta 426 (por ejemplo, una versión reconstruida del segundo grupo del tercer grupo de subbandas 126 de las FIGS. 1-3). Por ejemplo, el banco de filtros de análisis 492 puede funcionar de una manera sustancialmente similar al segundo banco de filtros de análisis 192 como se describe con respecto a la FIG. 2. El grupo de subbandas de excitación de banda alta 426 se puede proporcionar a un ajustador correspondiente 494a-494c.

**[0052]** En otro modo de realización, el banco de filtros de análisis 492 se puede configurar para filtrar la señal armónicamente ampliada 414 en una pluralidad de subbandas (no mostradas) de una manera similar al segundo banco de filtros de análisis 192 como se describe con respecto a la FIG. 3. En este modo de realización, múltiples combinadores de ruido (no mostrados) pueden combinar cada subbanda de la pluralidad de subbandas con ruido modulado (en base a factores de mezcla transmitidos como información conexa de banda alta) para generar el grupo de subbandas de excitación de banda alta 426 de una manera similar a los combinadores de ruido 394a-394c de la FIG. 3. Cada subbanda del grupo de subbandas de excitación de banda alta 426 se puede proporcionar a un ajustador correspondiente 494a-494c.

**[0053]** Cada ajustador 494a-494c puede recibir un parámetro de ajuste correspondiente generado por los estimadores de parámetro 194 de la FIG. 1 como información conexa de banda alta 172. Cada ajustador 494a-494c también puede recibir una subbanda correspondiente del grupo de subbandas de excitación de banda alta 426. Los ajustadores 494a-494c se pueden configurar para generar un grupo ajustado de subbandas de excitación de banda alta 424 en base a los parámetros de ajuste. El grupo ajustado de subbandas de excitación de banda alta 424 se puede proporcionar a otros componentes (no mostrados) del sistema 400 para un procesamiento adicional (por ejemplo, síntesis LP, procesamiento de ajuste de forma de ganancia, procesamiento de ajuste de fase, etc.) para reconstruir el segundo grupo de subbandas 124 de las FIGS. 1-3.

**[0054]** El sistema 400 de la FIG. 4 puede reconstruir el segundo grupo de subbandas 124 usando el flujo de bits de banda baja 142 de la FIG. 1 y los parámetros de ajuste (por ejemplo, la información conexa de banda alta 172 de la FIG. 1). El uso de los parámetros de ajuste puede mejorar la precisión de una reconstrucción (por ejemplo, generar una reconstrucción ajustada) realizando un ajuste de la señal de excitación de banda alta 416 de subbanda en subbanda.

**[0055]** En referencia a la FIG. 5, se muestra un diagrama de flujo de un modo de realización particular de un procedimiento 500 para realizar un modelado de señales de banda alta. Como ejemplo ilustrativo, el procedimiento 500 se puede realizar mediante uno o más de los sistemas 100-300 de las FIGS. 1-3.

**[0056]** El procedimiento 500 puede incluir filtrar, en un codificador de voz, una señal de audio como un primer grupo de subbandas dentro de un primer intervalo de frecuencias y un segundo grupo de subbandas dentro de un segundo intervalo de frecuencias, en 502. Por ejemplo, en referencia a la FIG. 1, el primer banco de filtros de análisis 110 puede filtrar la señal de audio de entrada 102 como el primer grupo de subbandas 122 dentro del primer intervalo de frecuencias y el segundo grupo de subbandas 124 dentro del segundo intervalo de frecuencias. El primer intervalo de frecuencias puede ser menor que el segundo intervalo de frecuencias.

**[0057]** Se puede generar una señal armónicamente ampliada en base al primer grupo de subbandas, en 504. Por ejemplo, en referencia a las FIGS. 2-3, el banco de filtros de síntesis 202 puede generar la señal de banda baja 212 combinando el primer grupo de subbandas 122, y el codificador de banda baja 204 puede codificar la señal de banda baja 212 para generar la señal de excitación de banda baja 144. La señal de excitación de banda baja 144 se puede proporcionar al generador de transformación no lineal 407. El generador de transformación no lineal 190 puede sobremuestrear la señal de excitación de banda baja 144 para generar la señal armónicamente ampliada 214 (por ejemplo, una señal de excitación no lineal) en base a la señal de excitación de banda baja 144 (por ejemplo, el primer grupo de subbandas 122).

**[0058]** Se puede generar un tercer grupo de subbandas en base, al menos en parte, a la señal armónicamente ampliada, en 506. Por ejemplo, en referencia a la FIG. 2, la señal armónicamente ampliada 214 se puede mezclar con ruido modulado para generar la señal de excitación de banda alta 216. El segundo banco de filtros de análisis de filtro 192 puede filtrar (por ejemplo, dividir) la señal de excitación de banda alta 216 en el tercer grupo de subbandas 126 (por ejemplo, señales de excitación de banda alta) correspondiente al segundo grupo de

subbandas 124. De forma alternativa, en referencia a la FIG. 3, la señal armónicamente ampliada 214 se proporciona al segundo banco de filtros de análisis 192. El segundo banco de filtros de análisis de filtro 192 puede filtrar (por ejemplo, dividir) la señal armónicamente ampliada 214 en la pluralidad de subbandas 322. Cada subbanda de la pluralidad de subbandas 322 se puede proporcionar a un combinador de ruido correspondiente 306a-306c. Por ejemplo, se puede proporcionar una primera subbanda de la pluralidad de subbandas 322 al primer combinador de ruido 306a, se puede proporcionar una segunda subbanda de la pluralidad de subbandas 322 al segundo combinador de ruido 306b, etc. Cada combinador de ruido 306a-306c puede mezclar la subbanda recibida de la pluralidad de subbandas 322 con ruido modulado para generar el tercer grupo de subbandas 126.

**[0059]** Se puede determinar un primer parámetro de ajuste para una primera subbanda del tercer grupo de subbandas, o se puede determinar un segundo parámetro de ajuste para una segunda subbanda del tercer grupo de subbandas, en 508. Por ejemplo, en referencia a las FIGS. 2-3, el primer estimador de parámetro 294a puede determinar un primer parámetro de ajuste (por ejemplo, un parámetro de ajuste LPC y/o un parámetro de ajuste de ganancia) para la primera subbanda (HE1) del tercer grupo de subbandas 126 en base a una métrica (por ejemplo, una energía de señal, una energía residual, unos coeficientes LP, etc.) de una subbanda correspondiente (H1) del segundo grupo de subbandas 124. El primer estimador de parámetro 294a puede calcular un primer factor de ganancia (por ejemplo, un primer parámetro de ajuste) de acuerdo con una relación entre la primera subbanda (HE1) y la primera subbanda (H1). El factor de ganancia puede corresponder a una diferencia (o relación) entre las energías de las subbandas (H1, HE1) con respecto a una trama o alguna parte de la trama. De manera similar, los otros estimadores de parámetro 294b-294c pueden determinar un segundo parámetro de ajuste para la segunda subbanda (HE2) del tercer grupo de subbandas 126 en base a una métrica (por ejemplo, una energía de señal, una energía residual, unos coeficientes LP, etc.) de la segunda subbanda (H2) del segundo grupo de subbandas 124.

**[0060]** El procedimiento 500 de la FIG. 5 puede mejorar una correlación entre unas componentes de señal de banda alta sintetizadas (por ejemplo, el tercer grupo de subbandas 126) y unas componentes de señal de banda alta originales (por ejemplo, el segundo grupo de subbandas 124). Por ejemplo, una aproximación espectral y de envolvente entre las componentes de señal de banda alta sintetizadas y las componentes de señal de banda alta originales se puede realizar en un nivel "más preciso" comparando unas métricas del segundo grupo de subbandas 124 con unas métricas del tercer grupo de subbandas 126 de subbanda en subbanda. El tercer grupo de subbandas 126 se puede ajustar en base a unos parámetros de ajuste resultantes de la comparación, y los parámetros de ajuste se pueden transmitir a un descodificador para reducir los artefactos audibles durante la reconstrucción de banda alta de la señal de audio de entrada 102.

**[0061]** En referencia a la FIG. 6, se muestra un diagrama de flujo de un modo de realización particular de un procedimiento 600 para reconstruir una señal de audio usando parámetros de ajuste. Como ejemplo ilustrativo, el sistema 400 de la FIG. 4 puede realizar el procedimiento 600.

**[0062]** El procedimiento 600 incluye generar una señal armónicamente ampliada en base a una señal de excitación de banda baja recibida desde un codificador de voz, en 602. Por ejemplo, en referencia a la FIG. 4, la señal de excitación de banda baja 444 se puede proporcionar al generador de transformación no lineal 490 para generar la señal armónicamente ampliada 414 (por ejemplo, una señal de excitación no lineal) en base a la señal de excitación de banda baja 444.

**[0063]** Se puede generar un grupo de subbandas de excitación de banda alta en base, al menos en parte, a la señal armónicamente ampliada, en 606. Por ejemplo, en referencia a la FIG. 4, el combinador de ruido 406 puede determinar un factor de mezcla en base a un desfase de tono, una ganancia de libro de códigos adaptativa y/o una correlación de tonos entre bandas, como se describe con respecto a la FIG. 4, o puede recibir información conexa de banda alta 172 que incluye el factor de mezcla generado en un codificador (por ejemplo, los sistemas 100-300 de las FIGS. 1-3). El combinador de ruido 406 puede mezclar la señal de excitación de banda baja transformada 414 con ruido modulado para generar la señal de excitación de banda alta 416 (por ejemplo, una versión reconstruida de la señal de excitación de banda alta 216 de la FIG. 2) en base al factor de mezcla. El banco de filtros de análisis 492 puede filtrar (por ejemplo, dividir) la señal de excitación de banda alta 416 en un grupo de subbandas de excitación de banda alta 426 (por ejemplo, una versión reconstruida del segundo grupo del tercer grupo de subbandas 126 de las FIGS. 1-3).

**[0064]** El grupo de subbandas de excitación de banda alta se puede ajustar en base a unos parámetros de ajuste recibidos desde el codificador de voz, en 608. Por ejemplo, en referencia a la FIG. 4, cada ajustador 494a-494c puede recibir un parámetro de ajuste correspondiente generado por los estimadores de parámetro 194 de la FIG. 1 como información conexa de banda alta 172. Cada ajustador 494a-494c también puede recibir una subbanda correspondiente del grupo de subbandas de excitación de banda alta 426. Los ajustadores 494a-494c pueden generar el grupo ajustado de subbandas de excitación de banda alta 424 en base a los parámetros de ajuste. El grupo ajustado de subbandas de excitación de banda alta 424 se puede proporcionar a otros componentes (no mostrados) del sistema 400 para un procesamiento adicional (por ejemplo, procesamiento de ajuste de forma de ganancia, procesamiento de ajuste de fase, etc.) para reconstruir el segundo grupo de subbandas 124 de las FIGS. 1-3.

**[0065]** El procedimiento 600 de la FIG. 6 puede reconstruir el segundo grupo de subbandas 124 usando el flujo de bits de banda baja 142 de la FIG. 1 y los parámetros de ajuste (por ejemplo, la información conexas de banda alta 172 de la FIG. 1). El uso de los parámetros de ajuste puede mejorar la precisión de una reconstrucción (por ejemplo, generar una reconstrucción ajustada) realizando un ajuste de la señal de excitación de banda alta 416 de subbanda en subbanda.

**[0066]** En implementaciones particulares, los procedimientos 500, 600 de las FIG. 5-6 se pueden implementar por medio de hardware (por ejemplo, un dispositivo FPGA, un ASIC, etc.) de una unidad de procesamiento, tal como una unidad central de procesamiento (CPU), un DSP o un controlador, por medio de un dispositivo de firmware, o cualquier combinación de los mismos. Como ejemplo, los procedimientos 500, 600 de las FIGS. 5-6 se pueden realizar mediante un procesador que ejecuta instrucciones, como se describe con respecto a la FIG. 7.

**[0067]** En referencia a la FIG. 7, se representa y se designa en general por 700 un diagrama de bloques de un modo de realización ilustrativo particular de un dispositivo de comunicación inalámbrica. El dispositivo 700 incluye un procesador 710 (por ejemplo, una CPU), acoplado a una memoria 732. La memoria 732 puede incluir instrucciones 760 ejecutables por el procesador 710 y/o un CÓDEC 734 para realizar los procedimientos y procesos divulgados en el presente documento, tales como uno o ambos de los procedimientos 500, 600 de las FIGS. 5-6.

**[0068]** En un modo de realización particular, el CÓDEC 734 puede incluir un sistema de codificación 782 y un sistema de decodificación 784. En un modo de realización particular, el sistema de codificación 782 incluye uno o más componentes de los sistemas 100-300 de las FIGS. 1-3. Por ejemplo, el sistema de codificación 782 puede realizar operaciones de codificación asociadas con los sistemas 100-300 de las FIGS. 1-3 y el procedimiento 500 de la FIG. 5. En un modo de realización particular, el sistema de decodificación 784 puede incluir uno o más componentes del sistema 400 de la FIG. 4. Por ejemplo, el sistema de decodificación 784 puede realizar operaciones de decodificación asociadas con el sistema 400 de la FIG. 4 y el procedimiento 600 de la FIG. 6.

**[0069]** El sistema de codificación 782 y/o el sistema de decodificación 784 se pueden implementar por medio de hardware dedicado (por ejemplo, unos circuitos), mediante un procesador que ejecuta instrucciones para realizar una o más tareas, o una combinación de los mismos. Como ejemplo, la memoria 732 o una memoria 790 del CÓDEC 734 puede 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 torsión de espín (STT-MRAM), una memoria *flash*, una memoria de solo lectura (ROM), una memoria de solo lectura programable (PROM), una memoria de solo lectura programable y borrrable (EEPROM), una memoria de solo lectura programable y borrrable eléctricamente (EEPROM), unos registros, un disco duro, un disco extraíble o una memoria de solo lectura de disco compacto (CD-ROM). El dispositivo de memoria puede incluir instrucciones (por ejemplo, las instrucciones 760 o las instrucciones 785) que, cuando se ejecutan mediante un ordenador (por ejemplo, un procesador del CÓDEC 734 y/o el procesador 710), pueden hacer que el ordenador realice al menos una parte de uno de los procedimientos 500, 600 de las FIGS. 5-6. Como ejemplo, la memoria 732 o la memoria 790 del CÓDEC 734 puede ser un medio no transitorio legible por ordenador que incluye instrucciones (por ejemplo, las instrucciones 760 o las instrucciones 795, respectivamente) que, cuando se ejecutan mediante un ordenador (por ejemplo, un procesador del CÓDEC 734 y/o el procesador 710), hacen que el ordenador realice al menos una parte de uno de los procedimientos 500, 600 de las FIGS. 5-6.

**[0070]** El dispositivo 700 también puede incluir un DSP 796 acoplado al CÓDEC 734 y al procesador 710. En un modo de realización particular, el DSP 796 puede incluir un sistema de codificación 797 y un sistema de decodificación 798. En un modo de realización particular, el sistema de codificación 797 incluye uno o más componentes de los sistemas 100-300 de las FIGS. 1-3. Por ejemplo, el sistema de codificación 797 puede realizar operaciones de codificación asociadas con los sistemas 100-300 de las FIGS. 1-3 y el procedimiento 500 de la FIG. 5. En un modo de realización particular, el sistema de decodificación 798 puede incluir uno o más componentes del sistema 400 de la FIG. 4. Por ejemplo, el sistema de decodificación 798 puede realizar operaciones de decodificación asociadas con el sistema 400 de la FIG. 4 y el procedimiento 600 de la FIG. 6.

**[0071]** La FIG. 7 también muestra un controlador de pantalla 726 que está acoplado al procesador 710 y a una pantalla 728. El CÓDEC 734 puede estar acoplado al procesador 710, como se muestra. Un altavoz 736 y un micrófono 738 pueden estar acoplados al CÓDEC 734. Por ejemplo, el micrófono 738 puede generar la señal de audio de entrada 102 de la FIG. 1, y el CÓDEC 734 puede generar el flujo de bits de salida 199 para su transmisión a un receptor en base a la señal de audio de entrada 102. Por ejemplo, el flujo de bits de salida 199 se puede transmitir al receptor por medio del procesador 710, un controlador inalámbrico 740 y una antena 742. Como otro ejemplo, el altavoz 736 se puede usar para facilitar una señal reconstruida mediante el CÓDEC 734 a partir del flujo de bits de salida 199 de la FIG. 1, donde el flujo de bits de salida 199 se recibe desde un transmisor (por ejemplo, por medio del controlador inalámbrico 740 y la antena 742).

**[0072]** En un modo de realización particular, el procesador 710, el controlador de pantalla 726, la memoria 732, el CÓDEC 734 y el controlador inalámbrico 740 están incluidos en un dispositivo de sistema en paquete o de

sistema en chip (por ejemplo, un módem de estación móvil (MSM)) 722. En un modo de realización particular, un dispositivo de entrada 730, tal como una pantalla táctil y/o un teclado, y una fuente de alimentación 744 están acoplados al dispositivo de sistema en chip 722. Además, en un modo de realización particular, como se ilustra en la FIG. 7, la pantalla 728, el dispositivo de entrada 730, el altavoz 736, el micrófono 738, la antena 742 y la fuente de alimentación 744 son externos al dispositivo de sistema en chip 722. Sin embargo, cada uno de la pantalla 728, el dispositivo de entrada 730, el altavoz 736, el micrófono 738, la antena 742 y la fuente de alimentación 744 puede estar acoplado a un componente del dispositivo de sistema en chip 722, tal como una interfaz o un controlador.

**[0073]** Junto con los modos de realización descritos, se divulga un primer aparato que incluye medios para filtrar una señal de audio en un primer grupo de subbandas dentro de un primer intervalo de frecuencias y un segundo grupo de subbandas dentro de un segundo intervalo de frecuencias. Por ejemplo, los medios para filtrar la señal de audio pueden incluir el primer banco de filtros de análisis 110 de las FIGS. 1-3, el sistema de codificación 782 de la FIG. 7, el sistema de codificación 797 de la FIG. 7, uno o más dispositivos configurados para filtrar la señal de audio (por ejemplo, un procesador que ejecuta instrucciones en un medio de almacenamiento no transitorio legible por ordenador), o una combinación de los mismos.

**[0074]** El primer aparato también puede incluir medios para generar una señal armónicamente ampliada en base al primer grupo de subbandas. Por ejemplo, los medios para generar la señal armónicamente ampliada pueden incluir el módulo de análisis de banda baja 130 de la FIG. 1 y los componentes de la misma, el generador de transformación no lineal 190 de las FIGS. 1-3, el banco de filtros de síntesis 202 de las FIGS. 2-3, el codificador de banda baja 204 de las FIGS. 2-3, el sistema de codificación 782 de la FIG. 7, el sistema de codificación 797 de la FIG. 7, uno o más dispositivos configurados para generar la señal armónicamente ampliada (por ejemplo, un procesador que ejecuta instrucciones en un medio de almacenamiento no transitorio legible por ordenador), o cualquier combinación de los mismos.

**[0075]** El primer aparato también puede incluir medios para generar un tercer grupo de subbandas en base, al menos en parte, a la señal armónicamente ampliada. Por ejemplo, los medios para generar el tercer grupo de subbandas pueden incluir el módulo de análisis de banda alta 150 de la FIG. 1 y los componentes del mismo, el segundo banco de filtros de análisis 192 de las FIGS. 1-3, el combinador de ruido 206 de la FIG. 2, los combinadores de ruido 306a-306c de la FIG. 3, el sistema de codificación 782 de la FIG. 7, uno o más dispositivos configurados para generar el tercer grupo de subbandas (por ejemplo, un procesador que ejecuta instrucciones en un medio de almacenamiento no transitorio legible por ordenador), o cualquier combinación de los mismos.

**[0076]** El primer aparato también puede incluir medios para determinar un primer parámetro de ajuste para una primera subbanda del tercer grupo de subbandas o un segundo parámetro de ajuste para una segunda subbanda del tercer grupo de subbandas. Por ejemplo, los medios para determinar el primer y el segundo parámetros de ajuste pueden incluir los estimadores de parámetro 194 de la FIG. 1, los estimadores de parámetro 294a-294c de la FIG. 2, el sistema de codificación 782 de la FIG. 7, el sistema de codificación 797 de la FIG. 7, uno o más dispositivos configurados para determinar el primer y el segundo parámetros de ajuste (por ejemplo, un procesador que ejecuta instrucciones en un medio de almacenamiento no transitorio legible por ordenador), o cualquier combinación de los mismos.

**[0077]** Junto con los modos de realización descritos, se divulga un segundo aparato que incluye medios para generar una señal armónicamente ampliada en base a una señal de excitación de banda baja recibida desde un codificador de voz. Por ejemplo, los medios para generar la señal de armónicamente ampliada pueden incluir el generador de transformación no lineal 490 de la FIG. 4, el sistema de descodificación 784 de la FIG. 7, el sistema de descodificación 798 de la FIG. 7, uno o más dispositivos configurados para generar la señal de armónicamente ampliada (por ejemplo, un procesador que ejecuta instrucciones en un medio de almacenamiento no transitorio legible por ordenador), o cualquier combinación de los mismos.

**[0078]** El segundo aparato también puede incluir medios para generar un grupo de subbandas de excitación de banda alta en base, al menos en parte, a la señal armónicamente ampliada. Por ejemplo, los medios para generar el grupo de subbandas de excitación de banda alta puede incluir el combinador de ruido 406 de la FIG. 4, el banco de filtros de análisis 492 de la FIG. 4, el sistema de descodificación 784 de la FIG. 7, el sistema de descodificación 798 de la FIG. 7, uno o más dispositivos configurados para generar el grupo de señales de excitación de banda alta (por ejemplo, un procesador que ejecuta instrucciones en un medio de almacenamiento no transitorio legible por ordenador), o cualquier combinación de los mismos.

**[0079]** El segundo aparato también puede incluir medios para ajustar el grupo de subbandas de excitación de banda alta en base a unos parámetros de ajuste recibidos desde el codificador de voz. Por ejemplo, los medios para ajustar el grupo de subbandas de excitación de banda alta pueden incluir los ajustadores 494a-494c de la FIG. 4, el sistema de descodificación 784 de la FIG. 7, el sistema de descodificación 798 de la FIG. 7, uno o más dispositivos configurados para ajustar el grupo de subbandas de excitación de banda alta (por ejemplo, un procesador que ejecuta instrucciones en un medio de almacenamiento no transitorio legible por ordenador), o cualquier combinación de los mismos.

[0080] 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 modos de realización divulgados en el presente documento se pueden implementar como hardware electrónico, software informático ejecutado por un dispositivo de procesamiento, tal como un procesador de hardware, o combinaciones de los mismos. Se han descrito anteriormente, en general, diversos componentes, bloques, configuraciones, módulos, circuitos y etapas ilustrativos, desde el punto de vista de su funcionalidad. Que dicha funcionalidad se implemente como hardware o software ejecutable depende de las restricciones de aplicación y diseño particulares impuestas al sistema global. Los expertos en la técnica pueden implementar la funcionalidad descrita de formas diferentes para cada aplicación particular, pero no se debe interpretar que dichas decisiones de implementación supongan apartarse del alcance de la presente divulgación.

[0081] Las etapas de un procedimiento o algoritmo descritas en relación con los modos de realización divulgados en el presente documento se pueden realizar directamente en hardware, en un módulo de software ejecutado por un procesador o en una combinación de ambos. Un módulo de software puede residir en un dispositivo de memoria, tal como una memoria de acceso aleatorio (RAM), una memoria de acceso aleatorio magnetorresistiva (MRAM), una MRAM de transferencia de par de torsión de espín (STT-MRAM), una memoria *flash*, una memoria de solo lectura (ROM), una memoria de solo lectura programable (PROM), una memoria de solo lectura programable y borrrable (EPROM), una memoria de solo lectura programable y borrrable eléctricamente (EEPROM), unos registros, un disco duro, un disco extraíble o una memoria de solo lectura de disco compacto (CD-ROM). Un dispositivo de memoria ejemplar está acoplado al procesador de modo que el procesador puede leer información de, y escribir información en, el dispositivo de memoria. De forma alternativa, el dispositivo de memoria puede estar integrado en el procesador. El procesador y el medio de almacenamiento pueden residir en un 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.

[0082] La descripción previa de los modos de realización divulgados se proporciona para permitir a un experto en la técnica crear o usar los modos de realización divulgados. Diversas modificaciones de estos modos de realización resultarán fácilmente evidentes para los expertos en la técnica, y los principios definidos en el presente documento se pueden aplicar a otros modos de realización sin apartarse del alcance de la divulgación. Por tanto, la presente divulgación no se pretende limitar a los modos de realización mostrados en el presente documento, sino que se le debe conceder el alcance más amplio posible consecuente con los principios y las características novedosas como se define en las reivindicaciones siguientes.

## REIVINDICACIONES

## 1. Un procedimiento que comprende:

5 filtrar (502), en un codificador de voz, una señal de audio en un primer grupo de señales de subbanda (L1, L2..., LM) dentro de un primer intervalo de frecuencias y un segundo grupo de señales de subbanda (H1, H2..., HN) dentro de un segundo intervalo de frecuencias;

10 generar una primera señal residual de una primera subbanda (H1) del segundo grupo de subbandas realizando un análisis de predicción lineal;

generar una segunda señal residual de una segunda subbanda (H2) del segundo grupo de subbandas realizando un análisis de predicción lineal;

15 combinar el primer grupo de señales de subbanda para generar una señal de banda baja y cuantificar la señal de banda baja para generar una señal de excitación de banda baja;

20 generar (504) una señal armónicamente ampliada (214) en base a la señal de excitación de banda baja (144) y una función de procesamiento no lineal;

generar (506) un tercer grupo de señales de subbanda (HE1, HE2..., HEN) en base, al menos en parte, a la señal armónicamente ampliada (214), en el que el tercer grupo de subbandas corresponde al segundo grupo de subbandas; y

25 determinar (508) un primer parámetro de ajuste para una primera señal de subbanda (HE1) del tercer grupo de señales de subbanda y un segundo parámetro de ajuste para una segunda señal de subbanda (HE2) del tercer grupo de señales de subbanda, en el que el primer parámetro de ajuste ajusta una ganancia para hacer coincidir sustancialmente una energía de la primera señal residual con una energía de la primera señal de subbanda (HE1) del tercer grupo de señales de subbanda, y en el que el segundo parámetro de ajuste ajusta una ganancia para hacer coincidir sustancialmente una energía de la segunda señal residual con una energía de la segunda señal de subbanda (HE2) del tercer grupo de señales de subbanda.

35 2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el primer parámetro de ajuste y el segundo parámetro de ajuste corresponden a parámetros de ajuste de coeficiente de predicción lineal.

40 3. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende además insertar el primer parámetro de ajuste y el segundo parámetro de ajuste en una versión codificada de la señal de audio para permitir un ajuste durante una reconstrucción de la señal de audio a partir de la versión codificada de la señal de audio.

4. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que generar el tercer grupo de señales de subbanda comprende:

45 mezclar la señal armónicamente ampliada con ruido modulado para generar una señal de excitación de banda alta, en el que el ruido modulado y la señal armónicamente ampliada se mezclan en base a un factor de mezcla; y

filtrar la señal de excitación de banda alta en el tercer grupo de señales de subbanda.

50 5. El procedimiento de la reivindicación 4, en el que el factor de mezcla se determina en base a al menos uno de entre un desfase de tono, una ganancia de libro de códigos adaptativa asociada con el primer grupo de señales de subbanda, o una correlación de tonos entre el primer grupo de señales de subbanda y el segundo grupo de señales de subbanda.

55 6. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que generar el tercer grupo de señales de subbanda comprende:

filtrar la señal armónicamente ampliada en una pluralidad de señales de subbanda; y

60 mezclar cada señal de subbanda de la pluralidad de señales de subbanda con ruido modulado para generar una pluralidad de señales de excitación de banda alta, en el que la pluralidad de señales de excitación de banda alta corresponde al tercer grupo de señales de subbanda.

65 7. El procedimiento de la reivindicación 6, en el que el ruido modulado y una primera señal de subbanda de la pluralidad de señales de subbanda se mezclan en base a un primer factor de mezcla, y en el que el ruido modulado y una segunda señal de subbanda de la pluralidad de señales de subbanda se mezclan en base

a un segundo factor de mezcla.

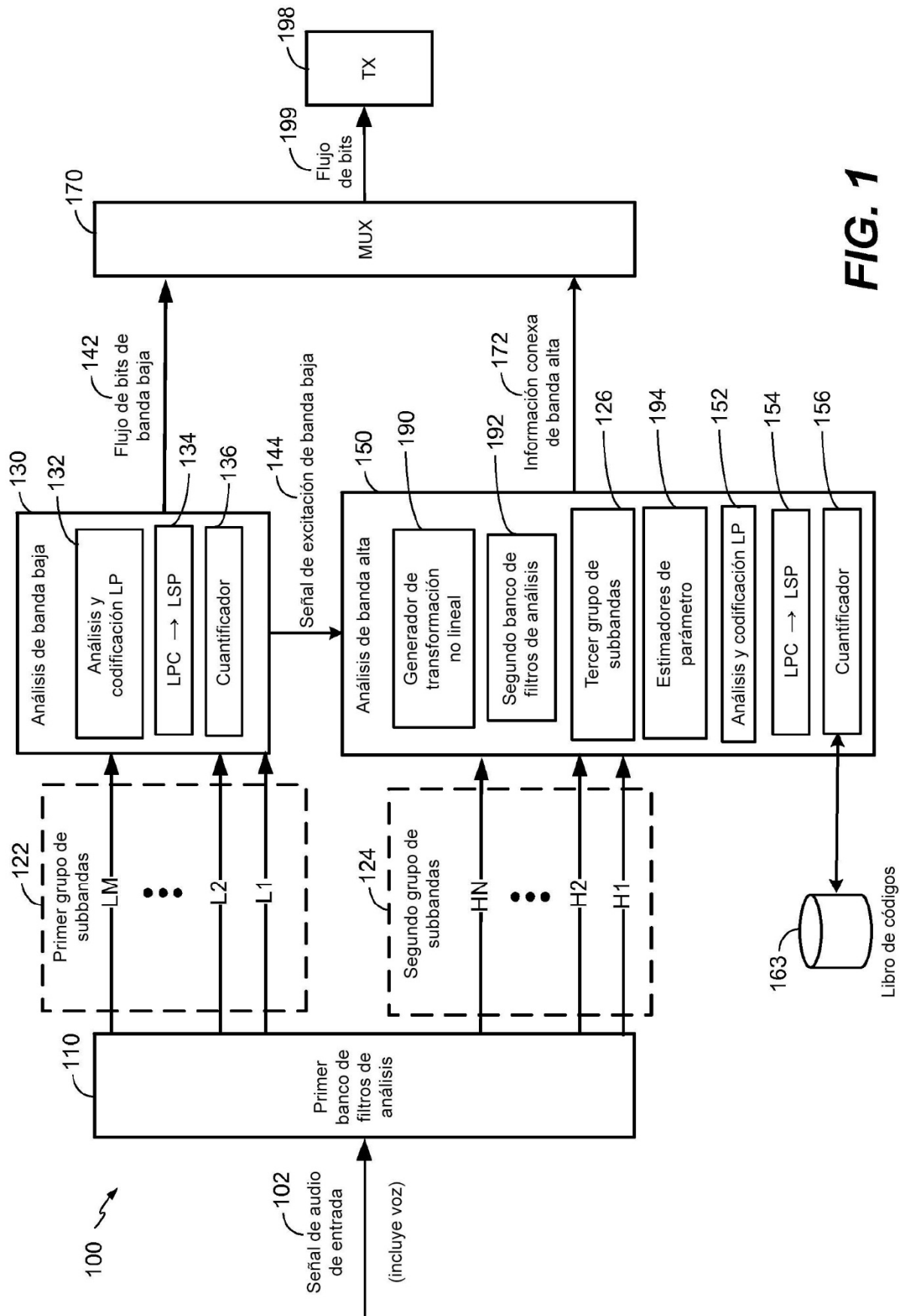
**8.** Un aparato que comprende:

- 5 medios (110) para filtrar una señal de audio en un primer grupo de señales de subbanda (L1, L2..., LM) dentro de un primer intervalo de frecuencias y un segundo grupo de señales de subbanda (H1, H2..., HN) dentro de un segundo intervalo de frecuencias;
- 10 medios para generar una primera señal residual de una primera subbanda (H1) del segundo grupo de subbandas realizando un análisis de predicción lineal;
- medios para generar una segunda señal residual de una segunda subbanda (H2) del segundo grupo de subbandas realizando un análisis de predicción lineal;
- 15 medios para combinar el primer grupo de señales de subbanda para generar una señal de banda baja y cuantificar la señal de banda baja para generar una señal de excitación de banda baja;
- medios (190, 204) para generar una señal armónicamente ampliada en base a la señal de excitación de banda baja (144) y una función de procesamiento no lineal;
- 20 medios (192) para generar un tercer grupo de señales de subbanda (HE1, HE2..., HEN) en base, al menos en parte, a la señal armónicamente ampliada, en el que el tercer grupo de subbandas corresponde al segundo grupo de subbandas; y
- 25 medios (194; 294) para determinar un primer parámetro de ajuste para una primera señal de subbanda del tercer grupo de señales de subbanda y un segundo parámetro de ajuste para una segunda señal de subbanda del tercer grupo de señales de subbanda, en el que el primer parámetro de ajuste ajusta una ganancia para hacer coincidir sustancialmente una energía de la primera señal residual con una energía de la primera señal de subbanda del tercer grupo de señales de subbanda, y en el que el segundo
- 30 parámetro de ajuste ajusta una ganancia para hacer coincidir sustancialmente una energía de la segunda señal residual con una energía de la segunda señal de subbanda del tercer grupo de señales de subbanda.

**9.** El aparato de la reivindicación 8, en el que el primer parámetro de ajuste y el segundo parámetro de ajuste corresponden a parámetros de ajuste de coeficiente de predicción lineal.

**10.** Un medio no transitorio legible por ordenador que comprende instrucciones que, cuando se ejecutan mediante un procesador en un codificador de voz, hacen que el procesador lleve a cabo el procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7.





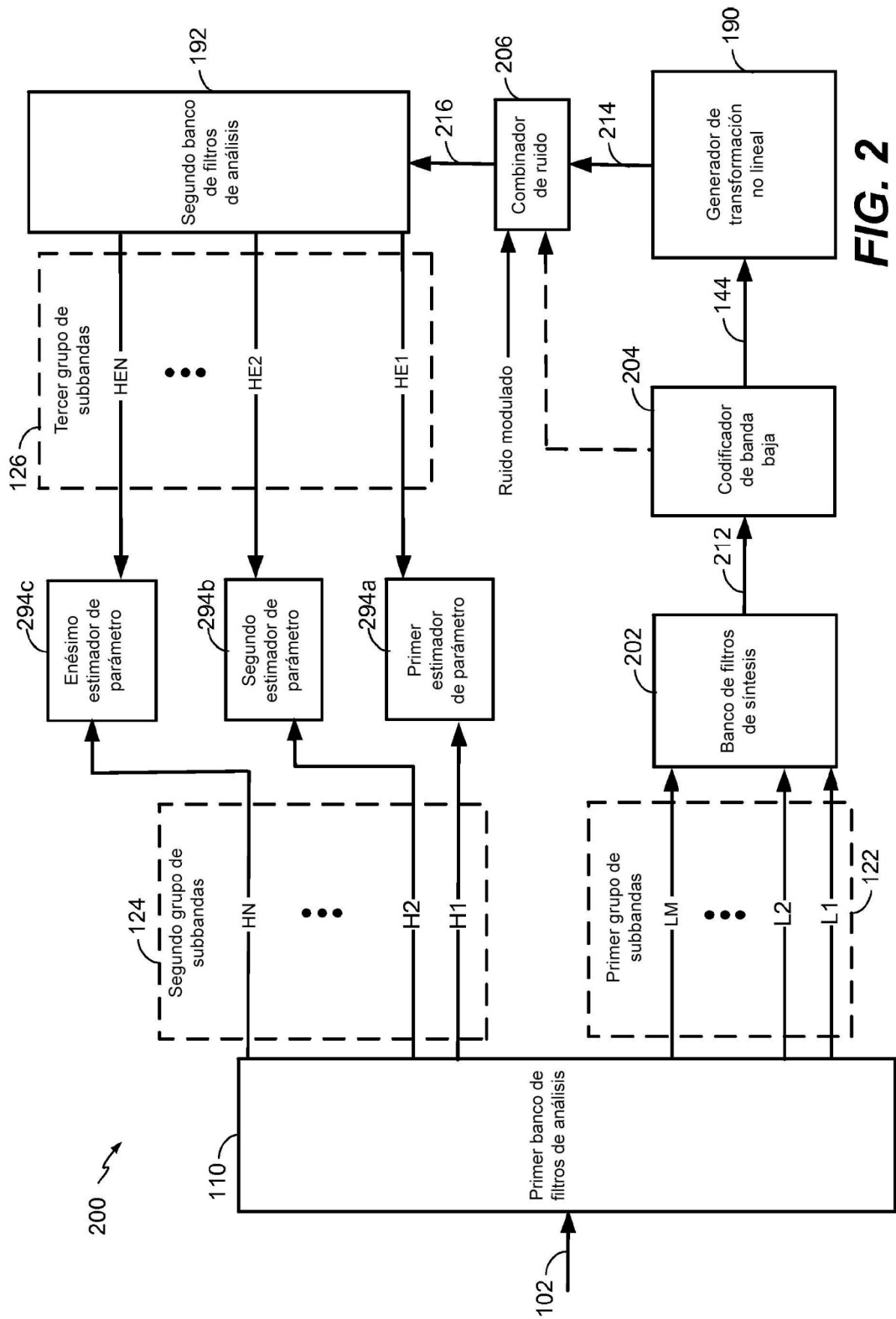


FIG. 2

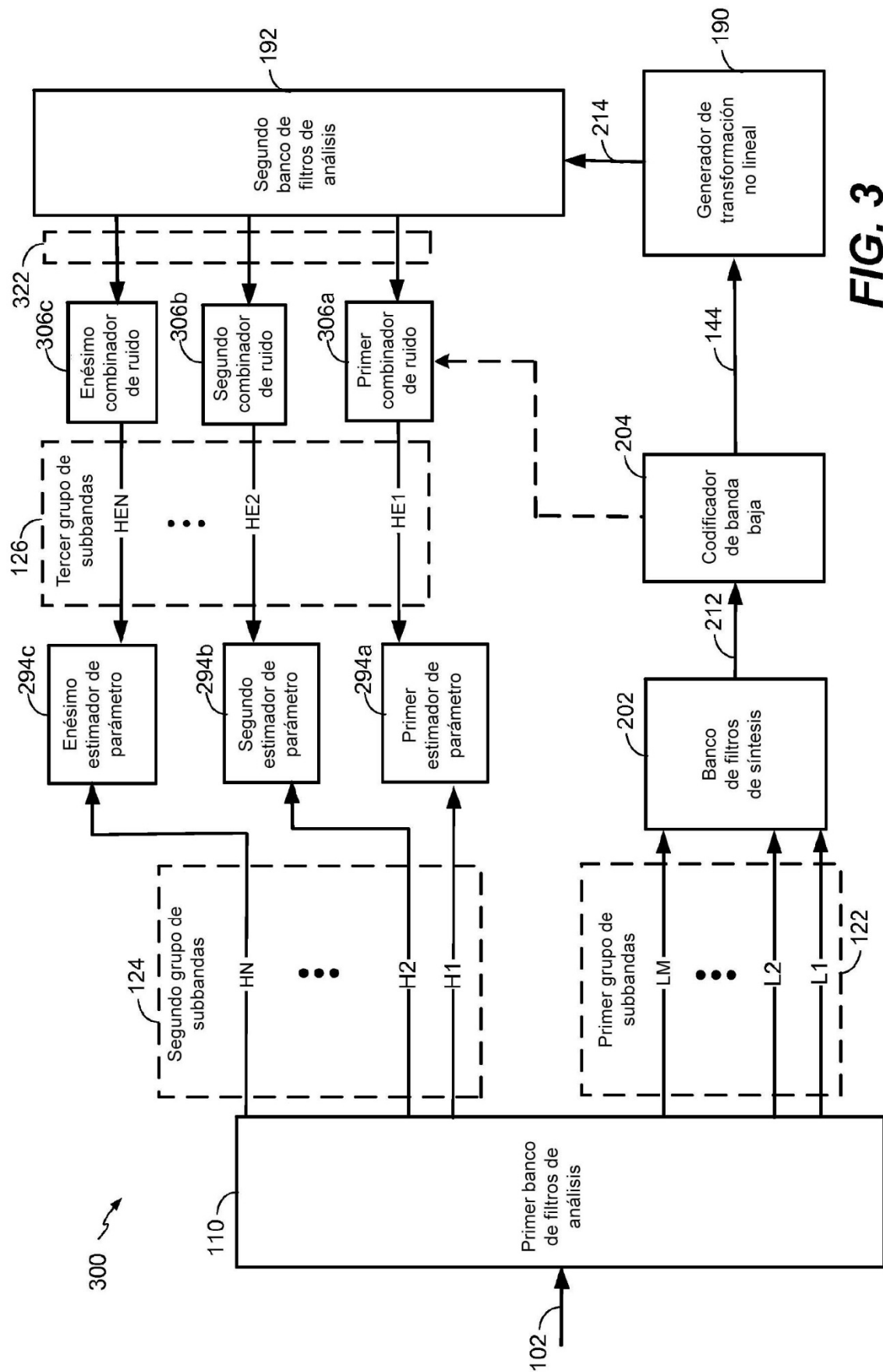


FIG. 3

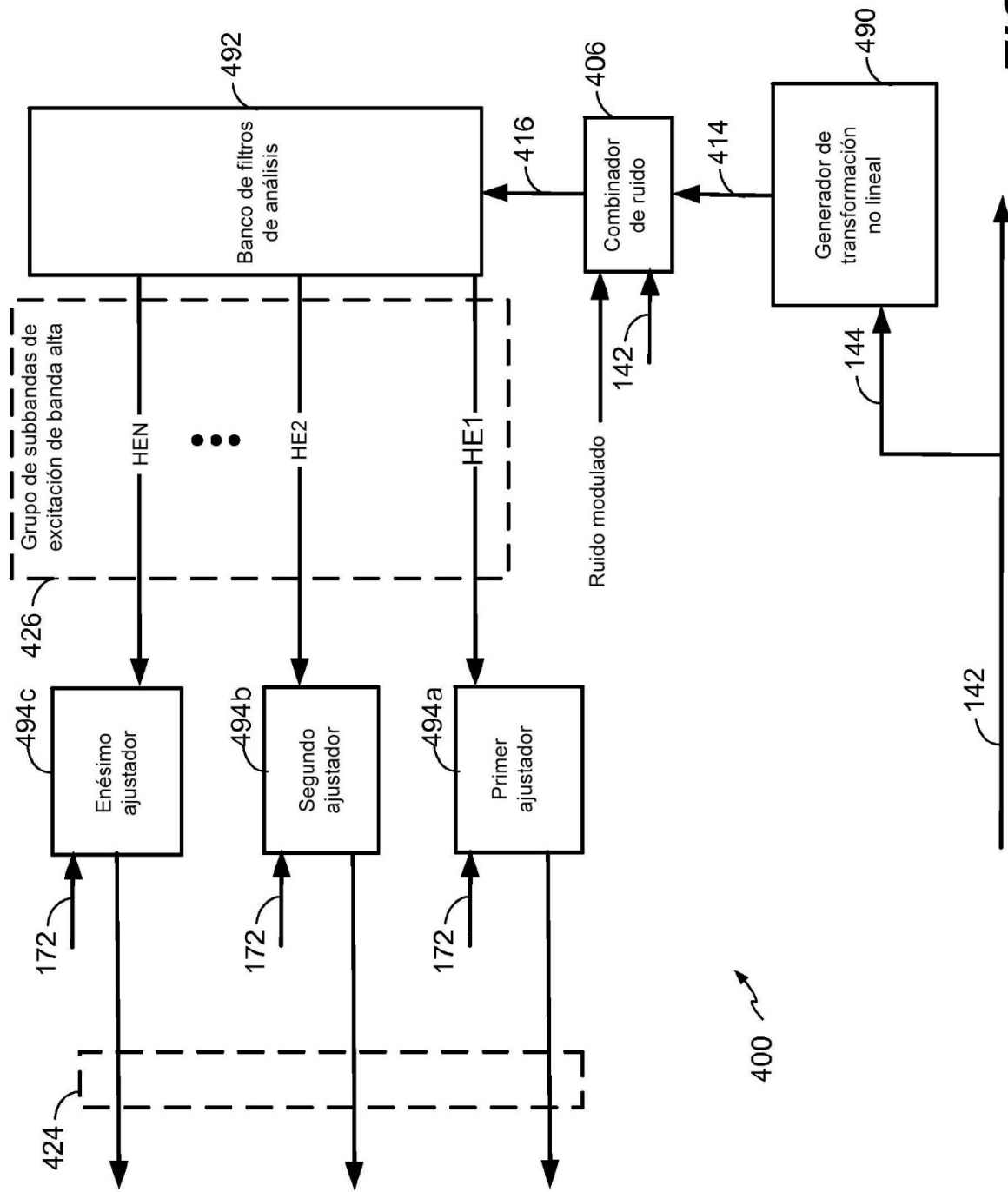
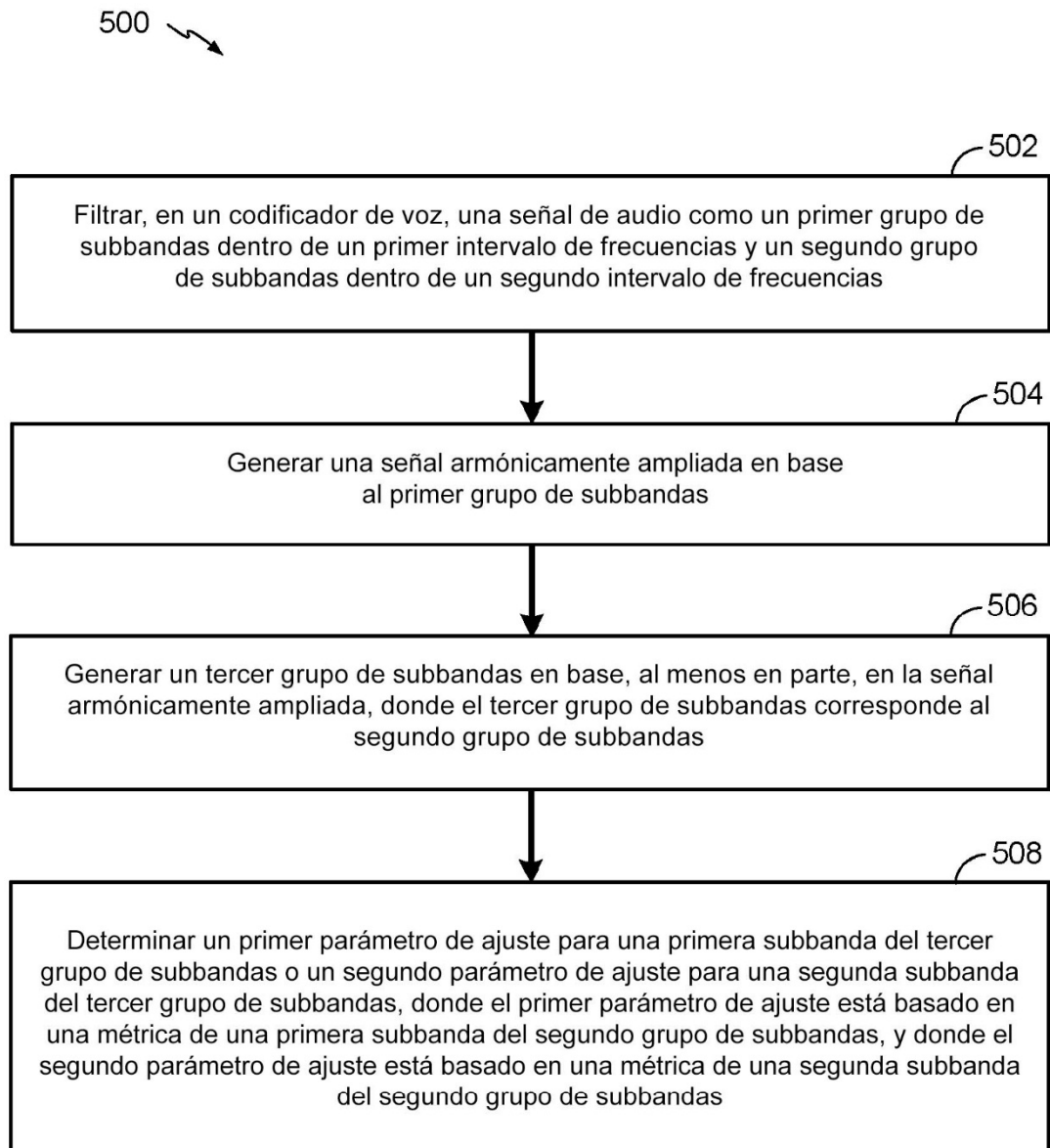
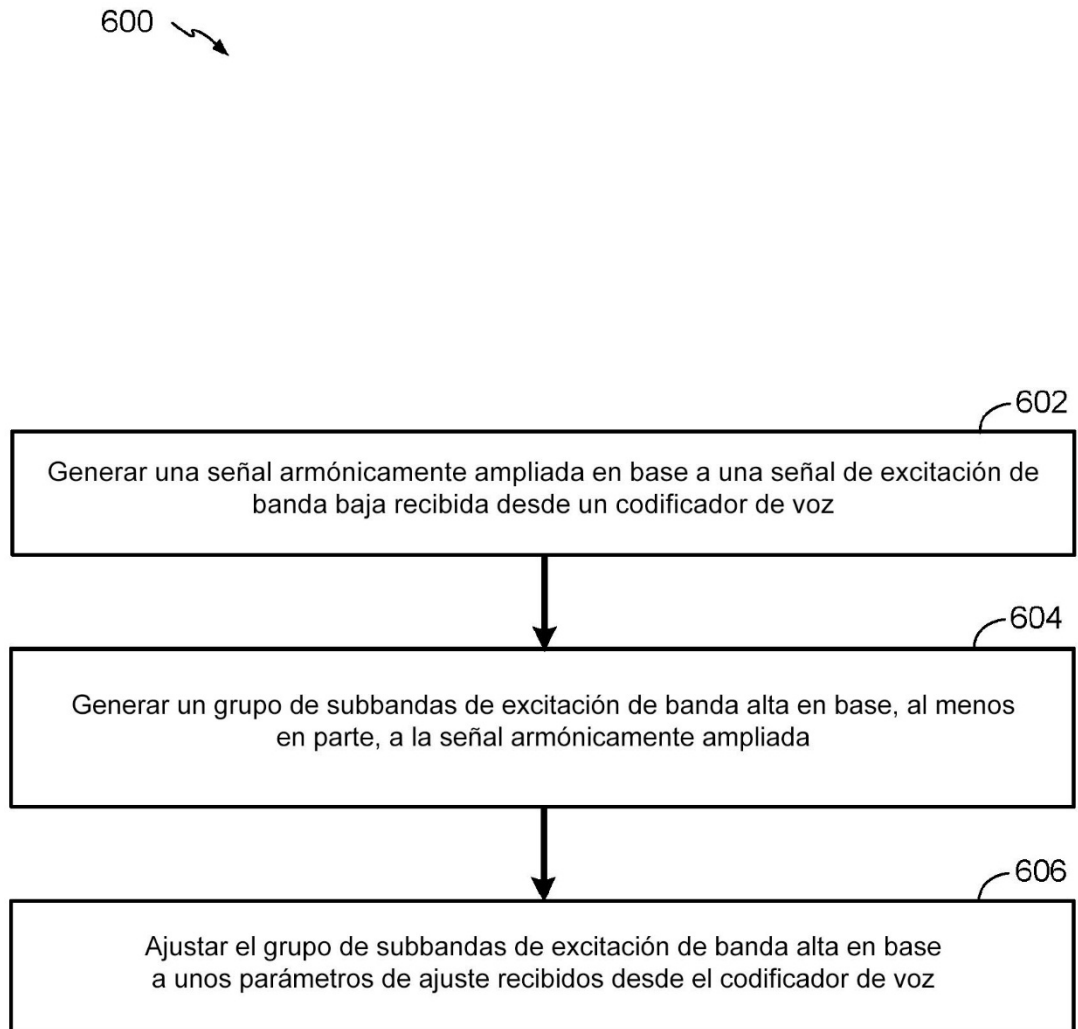
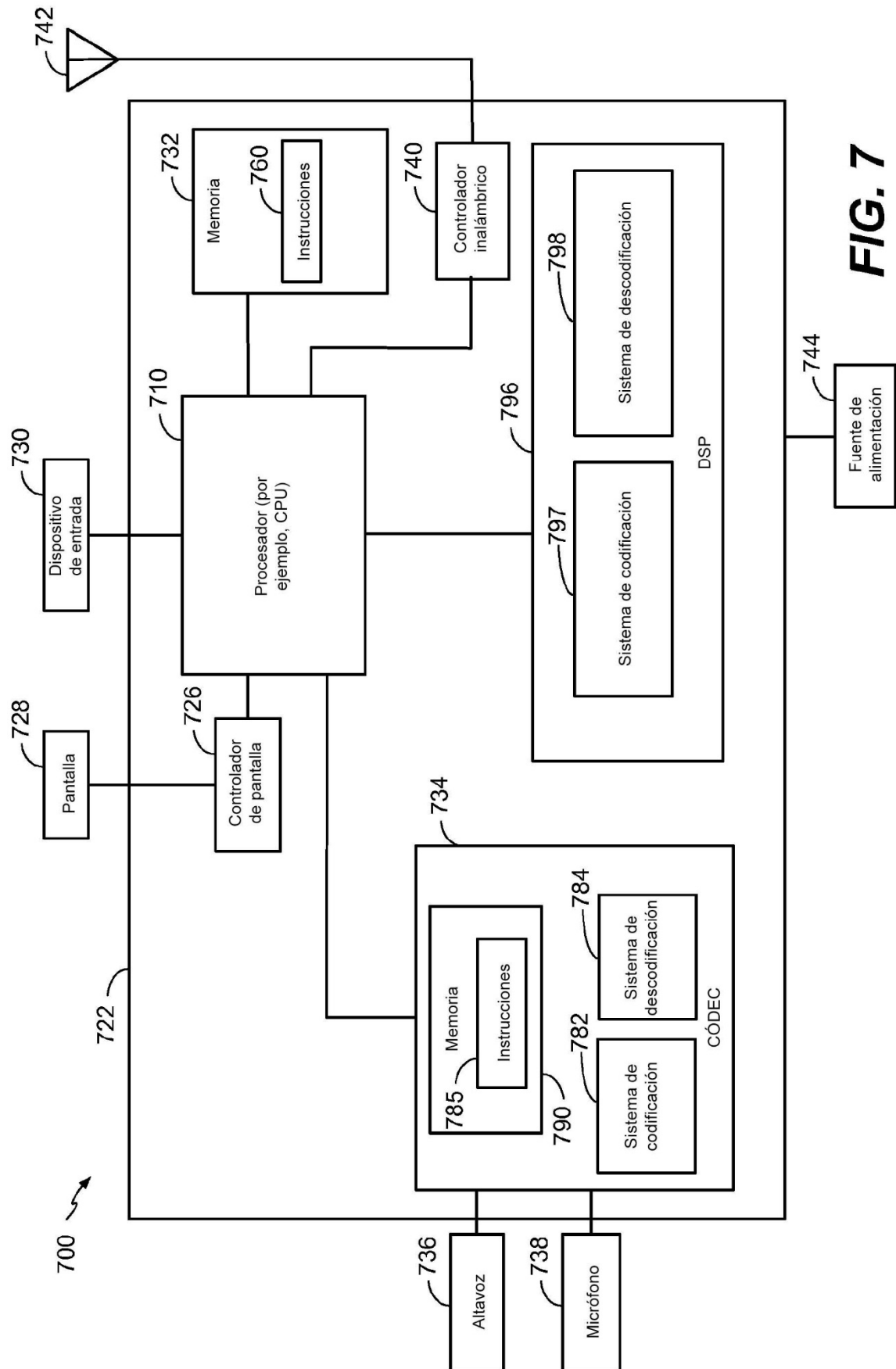


FIG. 4

**FIG. 5**



**FIG. 6**



**FIG. 7**