

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 707 888**

51 Int. Cl.:

G10L 19/005 (2013.01)

G10L 19/07 (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.09.2013 PCT/US2013/057873**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.08.2014 WO14130087**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.09.2013 E 13770731 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.10.2018 EP 2959478**

54 Título: **Sistemas y procedimientos para mitigar la inestabilidad potencial de tramas**

30 Prioridad:

21.02.2013 US 201361767431 P
30.08.2013 US 201314016004

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
05.04.2019

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

SUBASINGHA, SUBASINGHA SHAMINDA;
KRISHNAN, VENKATESH y
RAJENDRAN, VIVEK

74 Agente/Representante:

FORTEA LAGUNA, Juan José

ES 2 707 888 T3

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

DESCRIPCIÓN

Sistemas y procedimientos para mitigar la inestabilidad potencial de tramas.

5 **SOLICITUDES RELACIONADAS**

10 [0001] Esta solicitud está relacionada con, y reclama prioridad con respecto a, la Solicitud de Patente Provisional Estadounidense con N° de Serie 61 / 767,431 presentada el 21 de febrero de 2013, para "SYSTEMS AND METHODS FOR CORRECTING A POTENTIAL LINE SPECTRAL FREQUENCY INSTABILITY. [SISTEMAS Y PROCEDIMIENTOS PARA CORREGIR UNA POTENCIAL INESTABILIDAD DE FRECUENCIA ESPECTRAL DE LÍNEA]".

CAMPO TÉCNICO

15 [0002] La presente divulgación se refiere en general a dispositivos electrónicos. Más específicamente, la presente divulgación se refiere a sistemas y procedimientos para mitigar la inestabilidad potencial de tramas.

ANTECEDENTES

20 [0003] En las últimas décadas, el uso de dispositivos electrónicos se ha vuelto común. En particular, los avances en la tecnología electrónica han reducido el coste de dispositivos electrónicos cada vez más complejos y útiles. La reducción del coste y la demanda de consumo han proliferado el uso de dispositivos electrónicos, de tal forma que están prácticamente omnipresentes en la sociedad moderna. Según se ha expandido el uso de dispositivos electrónicos, lo mismo ha ocurrido con la demanda de características nuevas y mejoradas de los dispositivos electrónicos. Más específicamente, a menudo se cotizan dispositivos electrónicos que realicen nuevas funciones y/o que realicen funciones más rápido, más eficazmente o con mayor calidad.

30 [0004] Algunos dispositivos electrónicos (por ejemplo, teléfonos celulares, teléfonos inteligentes, grabadoras de audio, videocámaras, ordenadores, etc.) utilizan señales de audio. Estos dispositivos electrónicos pueden codificar, almacenar y/o transmitir las señales de audio. Por ejemplo, un teléfono inteligente puede obtener, codificar y transmitir una señal de voz para una llamada telefónica, mientras que otro teléfono inteligente puede recibir y decodificar la señal de voz.

35 [0005] Sin embargo, surgen desafíos particulares en la codificación, transmisión y decodificación de señales de audio. Por ejemplo, una señal de audio puede estar codificada para reducir la magnitud del ancho de banda requerido para transmitir la señal de audio. Cuando se pierde una parte de la señal de audio en la transmisión, puede ser difícil presentar una señal de audio decodificada con precisión. Como puede observarse a partir de esta exposición, pueden ser beneficiosos los sistemas y procedimientos que mejoren la decodificación.

40 [0006] El documento EP 0 577 488 describe un procedimiento de cuantización vectorial que reduce los efectos de los errores de codificación detectados en un vector de código LSP, al reducir la proporción de la media ponderada de los vectores LSP que incorporan los errores.

45 [0007] El documento US 2004/002856 describe otro procedimiento de cuantización vectorial en el que las LSF se cuantizan mediante un esquema de cuantización híbrida escalar-vectorial.

SUMARIO

50 [0008] La presente invención está definida por las reivindicaciones. Se describe un procedimiento para mitigar la inestabilidad potencial de tramas mediante un dispositivo electrónico. El procedimiento incluye obtener una trama posterior en el tiempo a una trama borrada. El procedimiento también incluye determinar si la trama es potencialmente inestable. El procedimiento incluye además la aplicación de un valor sustituto de ponderación para generar un parámetro de trama estable si la trama es potencialmente inestable. El parámetro de trama es un vector de frecuencia espectral de línea media de la trama. El procedimiento incluye aplicar un vector de ponderación recibido para generar un vector de frecuencia espectral de línea media de la trama actual.

60 [0009] El valor sustituto de ponderación es mayor que 0 y menor que 1. La generación del parámetro de trama estable incluye la aplicación del valor sustituto de ponderación a un vector de frecuencia espectral de línea final de la trama actual y a un vector de frecuencia espectral de línea final de la trama anterior. La generación del parámetro de trama estable puede incluir la determinación de un vector sustituto de frecuencia espectral de línea media de la trama actual que sea igual al producto de un vector de frecuencia espectral de línea final de la trama actual y el valor sustituto de ponderación, más un producto de un vector de frecuencia espectral de línea final de la trama anterior y una diferencia entre uno y el valor sustituto de ponderación. El valor sustituto de ponderación puede seleccionarse basándose en al menos una entre una clasificación de dos tramas y una diferencia de frecuencia espectral de línea entre las dos tramas.

[0010] Determinar si la trama es potencialmente inestable puede basarse en si una frecuencia espectral de línea media de la trama actual está ordenada de acuerdo con una regla antes de cualquier reordenamiento. La determinación de si la trama es potencialmente inestable puede basarse en si la trama se encuentra dentro de un número umbral de tramas después de la trama borrada. Determinar si la trama es potencialmente inestable puede basarse en si cualquier trama entre la trama y la trama borrada utiliza cuantización no predictiva.

[0011] También se describe un dispositivo electrónico para mitigar la inestabilidad potencial de la trama. El dispositivo electrónico incluye circuitos de determinación de parámetros de trama que obtienen una trama posterior en el tiempo a una trama borrada. El dispositivo electrónico también incluye circuitos de determinación de estabilidad acoplados a los circuitos de determinación de parámetros de trama. Los circuitos de determinación de estabilidad determinan si la trama es potencialmente inestable. El dispositivo electrónico incluye además circuitos de sustitución de valores de ponderación, acoplados a los circuitos de determinación de estabilidad. Los circuitos de sustitución de valores de ponderación aplican un valor sustituto de ponderación para generar un parámetro de trama estable si la trama es potencialmente inestable.

[0012] También se describe un producto de programa informático para mitigar la inestabilidad potencial de la trama. El producto de programa informático incluye un medio tangible no transitorio legible por ordenador con instrucciones. Las instrucciones incluyen código para hacer que un dispositivo electrónico obtenga una trama posterior en el tiempo a una trama borrada. Las instrucciones también incluyen código para hacer que el dispositivo electrónico determine si la trama es potencialmente inestable. Las instrucciones incluyen además código para hacer que el dispositivo electrónico aplique un valor sustituto de ponderación para generar un parámetro de trama estable si la trama es potencialmente inestable.

[0013] También se describe un aparato para mitigar la inestabilidad potencial de la trama. El aparato incluye medios para obtener una trama posterior en el tiempo a una trama borrada. El aparato también incluye medios para determinar si la trama es potencialmente inestable. El aparato incluye además medios para aplicar un valor sustituto de ponderación para generar un parámetro de trama estable si la trama es potencialmente inestable.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[0014]

La figura 1 es un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo general de un codificador y un decodificador;

la figura 2 es un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de una implementación básica de un codificador y un decodificador;

la figura 3 es un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de un codificador de voz de banda ancha y un decodificador de voz de banda ancha;

la figura 4 es un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo más específico de un codificador;

la figura 5 es un diagrama que ilustra un ejemplo de tramas a lo largo del tiempo;

la figura 6 es un diagrama de flujo que ilustra una configuración de un procedimiento para codificar una señal de voz mediante un codificador;

la Figura 7 es un diagrama que ilustra un ejemplo de determinación de vector de frecuencia espectral de línea (LSF);

la Figura 8 incluye dos diagramas que ilustran ejemplos de interpolación y extrapolación de LSF;

la figura 9 es un diagrama de flujo que ilustra una configuración de un procedimiento para decodificar una señal de voz codificada por un decodificador;

la Figura 10 es un diagrama que ilustra un ejemplo de dimensiones de LSF agrupadas;

la Figura 11 es un gráfico que ilustra un ejemplo de distorsiones debido a dimensiones de LSF agrupadas;

la Figura 12 es un diagrama de bloques que ilustra una configuración de un dispositivo electrónico configurado para mitigar la inestabilidad potencial de la trama;

la Figura 13 es un diagrama de flujo que ilustra una configuración de un procedimiento para mitigar la inestabilidad potencial de la trama;

la figura 14 es un diagrama de flujo que ilustra una configuración más específica de un procedimiento para mitigar la inestabilidad potencial de la trama;

5 la Figura 15 es un diagrama de flujo que ilustra otra configuración más específica de un procedimiento para mitigar la inestabilidad potencial de la trama;

la Figura 16 es un diagrama de flujo que ilustra otra configuración más específica de un procedimiento para mitigar la inestabilidad potencial de la trama;

10 la figura 17 es un gráfico que ilustra un ejemplo de una señal de voz sintetizada;

la Figura 18 es un diagrama de bloques que ilustra una configuración de un dispositivo de comunicación inalámbrica en el que se pueden implementar sistemas y procedimientos para mitigar la inestabilidad potencial de tramas; y

15 la figura 19 ilustra diversos componentes que pueden utilizarse en un dispositivo electrónico.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

20 **[0015]** Ahora se describen diversas configuraciones con referencia a las figuras, donde los números iguales de referencia pueden indicar elementos funcionalmente similares. Los sistemas y procedimientos, según se describen y se ilustran en general en las figuras en el presente documento, pueden disponerse y diseñarse en una amplia diversidad de configuraciones diferentes. Por lo tanto, la siguiente descripción más detallada de varias configuraciones, como se representa en las figuras, no pretende limitar el alcance, según lo reivindicado, sino que es simplemente representativa de los sistemas y procedimientos.

30 **[0016]** La figura 1 es un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo general de un codificador 104 y un decodificador 108. El codificador 104 recibe una señal de voz 102. La señal de voz 102 puede ser una señal de voz en cualquier rango de frecuencias. Por ejemplo, la señal de voz 102 puede ser una señal de banda completa con un rango de frecuencia aproximado de entre 0 y 24 kilohertz (kHz), una señal de banda super ancha con un rango de frecuencia aproximado de entre 0 y 16 kHz, una señal de banda ancha con un rango de frecuencia aproximado de entre 0 y 8 kHz, una señal de banda estrecha con un rango de frecuencia aproximado de entre 0 y 4 kHz, una señal de banda baja con un rango de frecuencia aproximado de entre 50 y 300 hercios (Hz) o una señal de banda alta con un rango de frecuencia aproximado de entre 4 y 8 kHz. Otros posibles rangos de frecuencia para la señal de voz 102 incluyen entre 300 y 3400 Hz (por ejemplo, el rango de frecuencias de la red telefónica pública conmutada (PSTN)), entre 14 y 20 kHz, entre 16 y 20 kHz y entre 16 y 32 kHz. En algunas configuraciones, la señal de voz 102 se puede muestrear a 16 kHz y puede tener un rango de frecuencia aproximado de entre 0 y 8 kHz.

40 **[0017]** El codificador 104 codifica la señal de voz 102 para producir una señal de voz codificada 106. En general, la señal de voz codificada 106 incluye uno o más parámetros que representan la señal de voz 102. Uno o más de los parámetros pueden ser cuantizados. Entre los ejemplos de los uno o más parámetros se incluyen parámetros de filtro (por ejemplo, factores de ponderación, frecuencias espectrales de línea (LSF), pares espectrales de línea (LSP), frecuencias espectrales de inmitancia (ISF), pares espectrales de inmitancia (ISP), coeficientes de correlación parcial (PARCOR), coeficientes de reflejo y/o valores de razón de áreas logarítmicas, etc.) y parámetros incluidos en una señal de excitación codificada (por ejemplo, factores de ganancia, índices adaptativos de libro de códigos, ganancias adaptativas de libro de códigos, índices fijos de libro de códigos y/o ganancias fijas de libro de códigos, etc.). Los parámetros pueden corresponder a una o más bandas de frecuencias. El decodificador 108 decodifica la señal de voz codificada 106 para producir una señal de voz decodificada 110. Por ejemplo, el decodificador 108 construye la señal de voz decodificada 110 basándose en los uno o más parámetros incluidos en la señal de voz codificada 106. La señal de voz decodificada 110 puede ser una reproducción aproximada de la señal de voz original 102.

50 **[0018]** El codificador 104 puede implementarse en hardware (por ejemplo, circuitos), software o una combinación de ambos. Por ejemplo, el codificador 104 puede implementarse como un circuito integrado específico de la aplicación (ASIC) o como un procesador con instrucciones. De forma similar, el decodificador 108 puede implementarse en hardware (por ejemplo, circuitos), software o una combinación de ambos. Por ejemplo, el decodificador 108 puede implementarse como un circuito integrado específico de la aplicación (ASIC) o como un procesador con instrucciones. El codificador 104 y el decodificador 108 pueden implementarse en dispositivos electrónicos individuales o en el mismo dispositivo electrónico.

60 **[0019]** La figura 2 es un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de una implementación básica de un codificador 204 y un decodificador 208. El codificador 204 puede ser un ejemplo del codificador 104 descrito en relación con la figura 1. El codificador 204 puede incluir un módulo de análisis 212, una transformación de coeficientes 214, un cuantizador A 216, un cuantizador inverso A 218, una transformación de coeficientes inversa A 220, un filtro de análisis 222 y un cuantizador B 224. Uno o más de los componentes del codificador 204 y/o del decodificador 208 pueden implementarse en hardware (por ejemplo, circuitos) software o una combinación de ambos.

[0020] El codificador 204 recibe una señal de voz 202. Debería observarse que la señal de voz 202 puede incluir cualquier rango de frecuencias, como se ha descrito anteriormente en relación con la figura 1 (por ejemplo, una banda completa de frecuencias de voz o una sub-banda de frecuencias de voz).

5 **[0021]** En este ejemplo, el módulo de análisis 212 codifica la envolvente espectral de una señal de voz 202 como un conjunto de coeficientes de predicción lineal (LP) (por ejemplo, coeficientes de filtro de análisis $A(z)$, que pueden aplicarse para producir un filtro de síntesis multipolar $1/A(z)$, donde z es un número complejo). El módulo de análisis 212 habitualmente procesa la señal de entrada como una serie de tramas no superpuestas de la señal de voz 202, calculándose un nuevo conjunto de coeficientes para cada trama o subtrama. En algunas configuraciones, el período de trama puede ser un período durante el cual se puede esperar que la señal de voz 202 sea localmente fija. Un ejemplo común del período de trama es 20 milisegundos (ms) (equivalentes a 160 muestras a una velocidad de muestreo de 8 kHz, por ejemplo). En un ejemplo, el módulo de análisis 212 está configurado para calcular un conjunto de diez coeficientes de predicción lineal para caracterizar la estructura formante de cada trama de 20 ms. También es posible implementar el módulo de análisis 212 para procesar la señal de voz 202 como una serie de tramas superpuestas.

10 **[0022]** El módulo de análisis 212 puede configurarse para analizar las muestras de cada trama directamente, o las muestras pueden ponderarse primero de acuerdo con una función de ventanas (por ejemplo, una ventana de Hamming). El análisis también puede realizarse sobre una ventana que sea más grande que la trama, tal como una ventana de 30 ms. Esta ventana puede ser simétrica (por ejemplo, 5-20-5, de tal manera que incluya los 5 milisegundos inmediatamente antes y después de la trama de 20 milisegundos) o asimétrica (por ejemplo, 10-20, de tal manera que incluya los últimos 10 milisegundos de la trama anterior). El módulo de análisis 212 está configurado habitualmente para calcular los coeficientes de predicción lineal usando una recursión de Levinson-Durbin o el algoritmo de Leroux-Gueguen. En otra implementación, el módulo de análisis 212 puede configurarse para calcular un conjunto de coeficientes cepstrales para cada trama en lugar de un conjunto de coeficientes de predicción lineales.

15 **[0023]** La velocidad de salida del codificador 204 puede reducirse significativamente, con relativamente poco efecto sobre la calidad de reproducción, cuantizando los coeficientes. Los coeficientes de predicción lineal son difíciles de cuantizar de manera eficaz y habitualmente se correlacionan con otra representación, tal como las LSF para cuantización y/o codificación por entropía. En el ejemplo de la figura 2, la transformación de coeficientes 214 transforma el conjunto de coeficientes en un vector de LSF correspondiente (por ejemplo, un conjunto de dimensiones de LSF). Otras representaciones, uno a uno, de los coeficientes incluyen los LSP, los coeficientes PARCOR, los coeficientes de reflejo, los valores de razón de áreas logarítmicas, los ISP y las ISF. Por ejemplo, las ISF pueden usarse en el códec de AMR-WB (banda ancha adaptativa de múltiples velocidades) del GSM (Sistema Global para Comunicaciones Móviles). Por comodidad, el término "frecuencias espectrales de línea", "dimensiones de LSF", "vectores de LSF" y términos relacionados se pueden usar para referirse a uno o más entre las LSF, los LSP, las ISF, los ISP, los coeficientes PARCOR, los coeficientes de reflejo y los valores de razón de áreas logarítmicas. Habitualmente, una transformación entre un conjunto de coeficientes y un correspondiente vector de LSF es reversible, pero algunas configuraciones pueden incluir implementaciones del codificador 204 en las que la transformación no es reversible sin error.

20 **[0024]** El cuantizador A 216 está configurado para cuantizar el vector de LSF (u otra representación de coeficientes). El codificador 204 puede emitir el resultado de esta cuantización como parámetros de filtro 228. El cuantizador A 216 incluye habitualmente un cuantizador vectorial que codifica el vector de entrada (por ejemplo, el vector de LSF) como un índice para una entrada vectorial correspondiente en una tabla o libro de códigos.

25 **[0025]** Como se ve en la figura 2, el codificador 204 también genera una señal residual haciendo pasar la señal de voz 202 a través de un filtro de análisis 222 (también llamado filtro de blanqueo o de error de predicción) que está configurado de acuerdo con el conjunto de coeficientes. El filtro de análisis 222 puede implementarse como un filtro de respuesta de impulso finito (FIR) o un filtro de respuesta de impulso infinito (IIR). Esta señal residual habitualmente contendrá información importante, desde el punto de vista perceptual, de la trama de voz, tal como una estructura a largo plazo relacionada con el tono, que no está representada en los parámetros de filtro 228. El cuantizador B 224 está configurado para calcular una representación cuantizada de esta señal residual para su emisión como señal de excitación codificada 226. En algunas configuraciones, el cuantizador B 224 incluye un cuantizador vectorial que codifica el vector de entrada como un índice para una entrada vectorial correspondiente en una tabla o libro de códigos. De forma adicional o alternativa, el cuantizador B 224 puede configurarse para enviar uno o más parámetros a partir de los cuales el vector puede generarse dinámicamente en el decodificador, en lugar de recuperarse desde el almacenamiento, como en un procedimiento de libro de códigos disperso. Tal procedimiento se utiliza en esquemas de codificación tales como la CELP (predicción lineal excitada por código) algebraica y códecs tales como el EVRC (Código de Velocidad Variable Mejorada) del 3GPP2 (Proyecto de Colaboración de Tercera Generación 2). En algunas configuraciones, la señal de excitación codificada 226 y los parámetros de filtro 228 pueden incluirse en una señal de voz codificada 106.

30 **[0026]** Puede ser beneficioso que el codificador 204 genere la señal de excitación codificada 226 de acuerdo con los mismos valores de los parámetros de filtro que estarán disponibles para el decodificador correspondiente 208. De esta manera, la señal de excitación codificada resultante 226 puede ya tener en cuenta, hasta cierto punto, las

desviaciones en esos valores de parámetros, tales como el error de cuantización. En consecuencia, puede ser beneficioso configurar el filtro de análisis 222 usando los mismos valores de coeficientes que estarán disponibles en el decodificador 208. En el ejemplo básico del codificador 204, como se ilustra en la figura 2, el cuantizador inverso A 218 decuantiza los parámetros de filtro 228. La transformación inversa de coeficientes A 220 correlaciona los valores resultantes nuevamente con un conjunto correspondiente de coeficientes. Este conjunto de coeficientes se utiliza para configurar el filtro de análisis 222, para generar la señal residual que es cuantizada por el cuantizador B 224.

[0027] Algunas implementaciones del codificador 204 están configuradas para calcular la señal de excitación codificada 226 mediante la identificación de uno, entre un conjunto de vectores de libro de códigos, que mejor coincida con la señal residual. Se observa, sin embargo, que el codificador 204 también se puede implementar para calcular una representación cuantizada de la señal residual sin generar realmente la señal residual. Por ejemplo, el codificador 204 puede configurarse para utilizar una serie de vectores de libro de códigos para generar señales sintetizadas correspondientes (por ejemplo, de acuerdo con un conjunto actual de parámetros de filtro) y para seleccionar el vector de libro de códigos asociado a la señal generada que mejor coincida con la señal de voz original 202 en un dominio ponderado perceptualmente.

[0028] El decodificador 208 puede incluir el cuantizador inverso B 230, el cuantizador inverso C 236, la transformación inversa de coeficientes B 238 y un filtro de síntesis 234. El cuantizador inverso C 236 decuantiza los parámetros de filtro 228 (un vector de LSF, por ejemplo) y la transformación inversa de coeficientes B 238 transforma el vector de LSF en un conjunto de coeficientes (por ejemplo, como se ha descrito anteriormente con referencia al cuantizador inverso A 218 y a la transformación inversa de coeficientes A 220 del codificador 204). El cuantizador inverso B 230 decuantiza la señal de excitación codificada 226 para producir una señal de excitación 232. Basándose en los coeficientes y la señal de excitación 232, el filtro de síntesis 234 sintetiza una señal de voz decodificada 210. En otras palabras, el filtro de síntesis 234 está configurado para formar espectralmente la señal de excitación 232 de acuerdo con los coeficientes decuantizados, para producir la señal de voz decodificada 210. En algunas configuraciones, el decodificador 208 también puede proporcionar la señal de excitación 232 a otro decodificador, que puede usar la señal de excitación 232 para obtener una señal de excitación de otra banda de frecuencias (por ejemplo, una banda alta). En algunas implementaciones, el decodificador 208 puede configurarse para proporcionar información adicional a otro decodificador que se refiera a la señal de excitación 232, tal como inclinación espectral, ganancia y retardo de tono, y modalidad de voz.

[0029] El sistema del codificador 204 y del decodificador 208 es un ejemplo básico de un códec de voz de análisis por síntesis. La codificación de predicción lineal de excitación de libro de códigos es una familia popular de codificación de análisis por síntesis. Las implementaciones de dichos codificadores pueden realizar la codificación de ondas del residuo, incluidas operaciones tales como la selección de entradas de libros de códigos fijos y adaptativos, operaciones de minimización de errores y/u operaciones de ponderación perceptual. Otras implementaciones de la codificación de análisis por síntesis incluyen la codificación de predicción lineal de excitación mixta (MELP), de CELP algebraica (ACELP), de CELP de relajación (RCELP), de excitación de pulso regular (RPE), de excitación de múltiples pulsos (MPE), de CELP de múltiples pulsos (MPE-CELP) y de predicción lineal excitada de suma vectorial (VSELP). Los procedimientos de codificación relacionados incluyen la codificación de excitación de múltiples bandas (MBE) y de interpolación de onda prototípica (PWI). Los ejemplos de códecs de voz de análisis por síntesis estandarizados incluyen el códec de velocidad máxima GSM del ETSI (Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones) (GSM 06.10) (que utiliza predicción lineal excitada residual (RELPS)), el códec mejorado de GSM de velocidad máxima (ETSI-GSM 06.60), el codificador del Anexo E de la norma G.729 de la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones) de 11,8 kilobits por segundo (kbps), los códecs IS (Norma Interina)-641 para IS-136 (un esquema de acceso múltiple por división del tiempo), los códecs adaptativos de GSM de múltiples velocidades (GSM-AMR) y el códec 4GV™ (Vocodificador™ de Cuarta Generación) (QUALCOMM

[0030] Incorporated, San Diego, California). El codificador 204 y el correspondiente decodificador 208 pueden implementarse de acuerdo con cualquiera de estas tecnologías, o a cualquier otra tecnología de codificación de voz (ya sea conocida o por desarrollar) que represente una señal de voz como (A) un conjunto de parámetros que describen un filtro y (B) una señal de excitación utilizada para accionar el filtro descrito para reproducir la señal de voz.

[0031] Incluso después de que el filtro de análisis 222 haya eliminado la envolvente espectral gruesa de la señal de voz 202, puede permanecer una magnitud considerable de estructura armónica fina, especialmente para habla vocalizada. La estructura periódica está relacionada con el tono, y diferentes sonidos vocalizados emitidos por el mismo altavoz pueden tener diferentes estructuras formantes, pero estructuras de tono similares.

[0032] La eficacia de codificación y/o la calidad de la voz pueden aumentarse utilizando uno o más valores de parámetros para codificar características de la estructura del tono. Una característica importante de la estructura del tono es la frecuencia del primer armónico (también llamada la frecuencia fundamental), que está habitualmente en la gama entre 60 y 400 hercios (Hz). Esta característica se codifica habitualmente como la inversa de la frecuencia fundamental, también llamada el retardo del tono. El retardo del tono indica el número de muestras en un periodo de tono y puede codificarse como uno o más índices de libro de códigos. Las señales de voz de los oradores masculinos tienden a tener mayores retardos de tono que las señales de voz de las oradoras femeninas.

[0033] Otra característica de señal relacionada con la estructura de tono es la periodicidad, que indica la intensidad de la estructura armónica o, en otras palabras, el grado en que la señal es armónica o no armónica. Dos indicadores típicos de periodicidad son cruces por cero y funciones de autocorrelación normalizadas (NACF). La periodicidad también puede ser indicada por la ganancia de tono, que comúnmente se codifica como una ganancia de libro de 5 códigos (por ejemplo, una ganancia de libro de códigos adaptativa cuantizada).

[0034] El codificador 204 puede incluir uno o más módulos configurados para codificar la estructura armónica a largo plazo de la señal de voz 202. En algunos enfoques de la codificación por CELP, el codificador 204 incluye un módulo de análisis de codificación predictiva lineal (LPC) de bucle abierto, que codifica las características a corto plazo o la envolvente espectral grosera, seguido por una etapa de análisis de predicción a largo plazo de bucle cerrado, que 10 codifica la estructura fina, armónica o de tono. Las características a corto plazo se codifican como coeficientes (por ejemplo, parámetros de filtro 228), y las características a largo plazo se codifican como valores para parámetros tales como el retardo de tono y la ganancia de tono. Por ejemplo, el codificador 204 puede configurarse para emitir la señal de excitación codificada 226 en una forma que incluye uno o más índices de libro de códigos (por ejemplo, un índice de libro de códigos fijo y un índice de libro de códigos adaptativo) y valores de ganancia correspondientes. El cálculo de esta representación cuantizada de la señal residual (por ejemplo, mediante el cuantizador B 224) puede incluir la selección de tales índices y el cálculo de dichos valores. La codificación de la estructura de tono puede también incluir la interpolación de una onda prototípica de tono, cuya operación puede incluir calcular una diferencia entre pulsos de 15 tono sucesivos. El modelado de la estructura a largo plazo puede ser inhabilitado para tramas que corresponden a habla sin voz, que típicamente es ruidosa y no estructurada.

[0035] Algunas implementaciones del decodificador 208 pueden configurarse para emitir la señal de excitación 232 a otro decodificador (por ejemplo, un decodificador de banda alta) después de que se haya restaurado la estructura a largo plazo (tono o estructura armónica). Por ejemplo, un decodificador de este tipo puede configurarse para emitir la 25 señal de excitación 232 como una versión decuantizada de la señal de excitación codificada 226. Por supuesto, también es posible implementar el decodificador 208 de tal manera que el otro decodificador realice la decuantización de la señal de excitación codificada 226 para obtener la señal de excitación 232.

[0036] La figura 3 es un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de un codificador de voz de banda ancha 342 y un decodificador de voz de banda ancha 358. Uno o más componentes del codificador de voz de banda ancha 342 y/o del decodificador de voz de banda ancha 358 pueden implementarse en hardware (por ejemplo, circuitos), software o una combinación de ambos. El codificador de voz de banda ancha 342 y el decodificador de voz de banda ancha 358 pueden implementarse en dispositivos electrónicos individuales o en el mismo dispositivo electrónico.

[0037] El codificador de voz de banda ancha 342 incluye el banco de filtros A 344, un primer codificador de banda 348 y un segundo codificador de banda 350. El banco de filtros A 344 está configurado para filtrar una señal de voz de banda ancha 340 para producir una primera señal de banda 346a (por ejemplo, una señal de banda estrecha) y una segunda señal de banda 346b (por ejemplo, una señal de banda alta).

[0038] El primer codificador de banda 348 está configurado para codificar la primera señal de banda 346a para producir los parámetros de filtro 352 (por ejemplo, parámetros de filtro de banda estrecha (NB)) y una señal de excitación codificada 354 (por ejemplo, una señal de excitación de banda estrecha codificada). En algunas configuraciones, el primer codificador de banda 348 puede producir los parámetros de filtro 352 y la señal de excitación codificada 354 como índices de libro de códigos o en otra forma cuantizada. En algunas configuraciones, el primer 45 codificador de banda 348 puede implementarse de acuerdo con el codificador 204 descrito en relación con la figura 2.

[0039] El segundo codificador de banda 350 está configurado para codificar la segunda señal de banda 346b (por ejemplo, una señal de banda alta) de acuerdo con la información en la señal de excitación codificada 354, para producir parámetros de codificación de segunda banda 356 (por ejemplo, parámetros de codificación de banda alta). El segundo codificador de banda 350 puede configurarse para producir parámetros de codificación de segunda banda 356 como índices de libro de códigos o en otra forma cuantizada. Un ejemplo particular de un codificador de voz de banda ancha 342 está configurado para codificar la señal de voz de banda ancha 340 a una velocidad de aproximadamente 8,55 kbps, siendo utilizados aproximadamente 7,55 kbps para los parámetros de filtro 352 y la señal de excitación codificada 354, y siendo utilizado aproximadamente 1 Kbps para los parámetros de codificación de segunda banda 356. En algunas implementaciones, los parámetros de filtro 352, la señal de excitación codificada 354 y los parámetros de 55 codificación de segunda banda 356 se pueden incluir en una señal de voz codificada 106.

[0040] En algunas configuraciones, el segundo codificador de banda 350 puede implementarse de manera similar al codificador 204 descrito en relación con la figura 2. Por ejemplo, el segundo codificador de banda 350 puede producir parámetros de filtro de segunda banda (como parte de los parámetros de codificación de segunda banda 356, por ejemplo), como se ha descrito en relación con el codificador 204 descrito en relación con la figura 2. Sin embargo, el segundo codificador de banda 350 puede diferir en algunos aspectos. Por ejemplo, el segundo codificador de banda 350 puede incluir un segundo generador de excitación de banda, que puede generar una segunda señal de excitación de banda basándose en la señal de excitación codificada 354. El segundo codificador de banda 350 puede utilizar la segunda señal de excitación de banda para producir una señal de segunda banda sintetizada y para determinar un segundo factor de ganancia de banda. En algunas configuraciones, el segundo codificador de banda 350 puede 65

cuantizar el segundo factor de ganancia de banda. Por consiguiente, los ejemplos de los parámetros de codificación de segunda banda 356 incluyen parámetros de filtro de segunda banda y un factor cuantizado de ganancia de segunda banda.

5 **[0041]** Puede ser beneficioso combinar los parámetros de filtro 352, la señal de excitación codificada 354 y los parámetros de codificación de segunda banda 356 en un solo flujo de bits. Por ejemplo, puede ser beneficioso multiplexar las señales codificadas entre sí para su transmisión (por ejemplo, por un canal de transmisión por cable, óptico o inalámbrico), o para su almacenamiento, como una señal de voz de banda ancha codificada. En algunas configuraciones, el codificador de voz de banda ancha 342 incluye un multiplexor (no mostrado) configurado para
10 combinar los parámetros de filtro 352, la señal de excitación codificada 354 y los parámetros de codificación de segunda banda 356 en una señal multiplexada. Los parámetros de filtro 352, la señal de excitación codificada 354 y los parámetros de codificación de segunda banda 356 pueden ser ejemplos de parámetros incluidos en una señal de voz codificada 106, como se ha descrito en relación con la figura 1.

15 **[0042]** En algunas implementaciones, un dispositivo electrónico que incluye el codificador de voz de banda ancha 342 también puede incluir circuitos configurados para transmitir la señal multiplexada a un canal de transmisión tal como un canal cableado, óptico o inalámbrico. Tal dispositivo electrónico puede configurarse también para realizar una o más operaciones de codificación de canal en la señal, tales como la codificación de corrección de errores (por ejemplo, la codificación convolutiva compatible con la velocidad) y/o la codificación de detección de errores (por ejemplo, codificación de redundancia cíclica) y/o una o más capas de codificación del protocolo de red (por ejemplo, Ethernet, protocolo de control de transmisión / protocolo de Internet (TCP/IP), cdma2000, etc.).
20

[0043] Puede ser beneficioso para el multiplexor estar configurado para integrar los parámetros de filtro 352 y la señal de excitación codificada 354 como un subflujo separable de la señal multiplexada, de modo que los parámetros de filtro 352 y la señal de excitación codificada 354 puedan recuperarse y decodificarse independientemente de otra parte de la señal multiplexada, tal como una señal de banda alta y/o banda baja. Por ejemplo, la señal multiplexada puede disponerse de manera que los parámetros de filtro 352 y la señal de excitación codificada 354 puedan recuperarse eliminando los parámetros de codificación de segunda banda 356. Una ventaja potencial de tal característica es evitar la necesidad de transcodificar los parámetros de codificación de segunda banda 356 antes de pasarlos a un sistema que preste soporte a la decodificación de los parámetros de filtro 352 y la señal de excitación codificada 354, pero que no preste soporte a la decodificación de los parámetros de codificación de segunda banda 356.
25
30

[0044] El decodificador de voz de banda ancha 358 puede incluir un decodificador de primera banda 360, un decodificador de segunda banda 366 y un banco de filtros B 368. El decodificador de primera banda 360 (por ejemplo, un decodificador de banda estrecha) está configurado para decodificar los parámetros de filtro 352 y la señal de excitación codificada 354 para producir una señal de primera banda decodificada 362a (por ejemplo, una señal de banda estrecha decodificada). El decodificador de segunda banda 366 está configurado para decodificar los parámetros de codificación de segunda banda 356 de acuerdo con una señal de excitación 364 (por ejemplo, una señal de excitación de banda estrecha), basándose en la señal de excitación codificada 354, para producir una señal de segunda banda decodificada 362b (por ejemplo, una señal de banda alta decodificada). En este ejemplo, el decodificador de primera banda 360 está configurado para proporcionar la señal de excitación 364 al decodificador de segunda banda 366. El banco de filtros 368 está configurado para combinar la señal de primera banda decodificada 362a y la señal de segunda banda decodificada 362b para producir una señal de voz de banda ancha decodificada 370.
35
40
45

[0045] Algunas implementaciones del decodificador de voz de banda ancha 358 pueden incluir un demultiplexor (no mostrado) configurado para producir los parámetros de filtro 352, la señal de excitación codificada 354 y los parámetros de codificación de segunda banda 356 a partir de una señal multiplexada. Un dispositivo electrónico que incluye el decodificador de voz de banda ancha 358 puede incluir circuitos configurados para recibir la señal multiplexada desde un canal de transmisión, tal como un canal por cable, óptico o inalámbrico. Un dispositivo electrónico de este tipo también puede configurarse para realizar una o más operaciones de decodificación de canal en la señal, tales como decodificación de corrección de errores (por ejemplo, decodificación convolutiva compatible con velocidad) y/o decodificación de detección de errores (por ejemplo, decodificación de redundancia cíclica) y/o una o más capas de decodificación del protocolo de red (por ejemplo, Ethernet, TCP/IP, cdma2000).
50
55

[0046] El banco de filtros A 344 en el codificador de voz de banda ancha 342 está configurado para filtrar una señal de entrada de acuerdo con un esquema de banda dividida para producir una señal de primera banda 346a (por ejemplo, una señal de banda estrecha o de una sub-banda de baja frecuencia) y una señal de segunda banda 346b (por ejemplo, una señal de banda alta o de una sub-banda de alta frecuencia). Según los criterios de diseño para la aplicación particular, las sub-bandas de salida pueden tener anchos de banda iguales o desiguales y pueden estar superpuestas o no superpuestas. También es posible una configuración del banco de filtros A 344 que produce más de dos sub-bandas. Por ejemplo, el banco de filtros A 344 puede estar configurado para producir una o más señales de banda baja que incluyen componentes en una gama de frecuencias por debajo de la que tiene la señal de primera banda 346a (tal como la gama de entre 50 y 300 hercios (Hz), por ejemplo). También es posible que el banco de filtros A 344 esté configurado para producir una o más señales de banda alta adicionales que incluyen componentes en una
60
65

gama de frecuencias por encima de la que tiene la señal de segunda banda 346b (tal como una gama de entre 14 y 20, entre 16 y 20 o entre 16 y 32 kilohercios (kHz), por ejemplo). En dicha configuración, el codificador de voz de banda ancha 342 puede implementarse para codificar la señal o señales por separado y un multiplexor puede configurarse para incluir la señal o señales codificadas adicionales en una señal multiplexada (como una o más partes separables, por ejemplo).

[0047] La figura 4 es un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo más específico de un codificador 404. En particular, la figura 4 ilustra una arquitectura de análisis por síntesis de CELP para codificación de voz de baja velocidad de transmisión de bits. En este ejemplo, el codificador 404 incluye un módulo de entramado y preprocesamiento 472, un módulo de análisis 476, una transformación de coeficientes 478, un cuantizador 480, un filtro de síntesis 484, un sumador 488, un filtro de ponderación perceptual y un módulo de minimización de errores 492 y un módulo de estimación de excitación 494. Debería observarse que el codificador 404 y uno o más de los componentes del codificador 404 pueden implementarse en hardware (por ejemplo, circuitos), software o una combinación de ambos.

[0048] La señal de voz 402 (por ejemplo, voz de entrada s) puede ser una señal electrónica que contiene información de voz. Por ejemplo, una señal de voz acústica puede ser capturada por un micrófono y muestreada para producir la señal de voz 402. En algunas configuraciones, la señal de voz 402 puede muestrearse a 16 kHz. La señal de voz 402 puede comprender un rango de frecuencias como se ha descrito anteriormente en relación con la figura 1.

[0049] La señal de voz 402 puede proporcionarse al módulo de entramado y preprocesamiento 472. El módulo de entramado y preprocesamiento 472 puede dividir la señal de voz 402 en una serie de tramas. Cada trama puede ser un período de tiempo particular. Por ejemplo, cada trama puede corresponder a 20 ms de la señal de voz 402. El módulo de entramado y preprocesamiento 472 puede realizar otras operaciones en la señal de voz 402, tal como el filtrado (por ejemplo, uno o más entre el filtrado de paso bajo, de paso alto y de paso de banda). Por consiguiente, el módulo de entramado y preprocesamiento 472 puede producir una señal de voz preprocesada 474 (por ejemplo, $S(l)$, donde l es un número de muestra) basándose en la señal de voz 402.

[0050] El módulo de análisis 476 puede determinar un conjunto de coeficientes (por ejemplo, filtro de análisis de predicción lineal $A(z)$). Por ejemplo, el módulo de análisis 476 puede codificar la envolvente espectral de la señal de voz preprocesada 474 como un conjunto de coeficientes, como se ha descrito en relación con la figura 2.

[0051] Los coeficientes se pueden proporcionar a la transformación de coeficientes 478. La transformación de coeficientes 478 transforma el conjunto de coeficientes en un correspondiente vector de LSF (por ejemplo, las LSF, los LSP, las ISF, los ISP, etc.), como se ha descrito anteriormente en relación con la figura 2.

[0052] El vector de LSF se proporciona al cuantizador 480. El cuantizador 480 cuantiza el vector de LSF en un vector de LSF cuantizado 482. Por ejemplo, el cuantizador 480 puede realizar la cuantización vectorial en el vector de LSF para producir el vector de LSF cuantizado 482. En algunas configuraciones, los vectores de LSF pueden generarse y/o cuantizarse subtrama por subtrama. En estas configuraciones, solo se pueden enviar a un decodificador de voz los vectores de LSF cuantizados correspondientes a ciertas subtramas (por ejemplo, la subtrama última o final de cada trama). En algunas configuraciones, el cuantizador 480 también puede determinar un vector de ponderación cuantizado 441. Los vectores de ponderación se utilizan para cuantizar vectores de LSF (por ejemplo, vectores de LSF medias) entre vectores de LSF correspondientes a las subtramas que se envían. Los vectores de ponderación pueden cuantizarse. Por ejemplo, el cuantizador 480 puede determinar un índice de un libro de códigos o tabla de consulta, correspondiente a un vector de ponderación que mejor se adecue al vector de ponderación real. Los vectores de ponderación cuantizados 441 (por ejemplo, los índices) se pueden enviar a un decodificador de voz. El vector de ponderación cuantizado 441 y el vector de LSF cuantizado 482 pueden ser ejemplos de los parámetros de filtro 228 descritos anteriormente en relación con la Figura 2.

[0053] El cuantizador 480 puede producir un indicador de modalidad de predicción 481 que indica la modalidad de predicción para cada trama. El indicador de modalidad de predicción 481 puede enviarse a un decodificador. En algunas configuraciones, el indicador de modalidad de predicción 481 puede indicar una de dos modalidades de predicción (por ejemplo, si se utiliza la cuantización predictiva o la cuantización no predictiva) para una trama. Por ejemplo, el indicador de modalidad de predicción 481 puede indicar si una trama está cuantizada basándose en una trama precedente (por ejemplo, predictiva) o no (por ejemplo, no predictiva). El indicador de modalidad de predicción 481 puede indicar la modalidad de predicción de la trama actual. En algunas configuraciones, el indicador de modalidad de predicción 481 puede ser un bit que se envía a un decodificador que indica si la trama se cuantiza con cuantización predictiva o no predictiva.

[0054] El vector de LSF cuantizado 482 se proporciona al filtro de síntesis 484. El filtro de síntesis 484 produce una señal de voz sintetizada 486 (por ejemplo, voz reconstruida $\hat{s}(l)$, donde l es un número de muestra) basándose en el vector de LSF 482 (por ejemplo, coeficientes cuantizados) y una señal de excitación 496. Por ejemplo, el filtro de síntesis 484 filtra la señal de excitación 496 basándose en el vector de LSF cuantizado 482 (por ejemplo, $1/A(z)$).

[0055] La señal de voz sintetizada 486 se resta de la señal de voz preprocesada 474 mediante el sumador 488 para producir una señal de error 490 (también denominada señal de error de predicción). La señal de error 490 se proporciona al filtro de ponderación perceptual y al módulo de minimización de errores 492.

5 **[0056]** El filtro de ponderación perceptual y el módulo de minimización de errores 492 producen una señal de error ponderado 493 en función de la señal de error 490. Por ejemplo, no todos los componentes (por ejemplo, componentes de frecuencia) de la señal de error 490 afectan a la calidad perceptual de una señal de voz sintetizada por igual. El error en algunas bandas de frecuencias tiene un mayor impacto en la calidad de la voz que el error en otras bandas de frecuencias. El filtro de ponderación perceptual y el módulo de minimización de errores 492 pueden producir una
10 señal de error ponderado 493 que reduce el error en componentes de frecuencia con un mayor impacto en la calidad de la voz y distribuye más errores en otros componentes de frecuencia con un menor impacto en la calidad de la voz.

[0057] El módulo de estimación de excitación 494 genera una señal de excitación 496 y una señal de excitación codificada 498 basándose en la salida del filtro de ponderación perceptiva y el módulo de minimización de errores 492.
15 Por ejemplo, el módulo de estimación de excitación 494 estima uno o más parámetros que caracterizan la señal de error 490 o la señal de error ponderado 493. La señal de excitación codificada 498 puede incluir los uno o más parámetros y puede enviarse a un decodificador. En un enfoque de CELP, por ejemplo, el módulo de estimación de excitación 494 puede determinar parámetros tales como un índice de libro de códigos adaptativo (o de tono), una ganancia de libro de códigos adaptativa (o de tono), un índice fijo de libro de códigos y una ganancia fija de libro de códigos que caracteriza la señal de error 490 (por ejemplo, la señal de error ponderado 493). Basándose en estos parámetros, el módulo de estimación de excitación 494 puede generar la señal de excitación 496, que se proporciona al filtro de síntesis 484. En este enfoque, el índice de libro de códigos adaptativo, la ganancia de libro de códigos adaptativa (por ejemplo, una ganancia de libro de códigos adaptativa cuantizada), un índice fijo de libro de códigos y una ganancia fija de libro de códigos (por ejemplo, una ganancia fija cuantizada de libro de códigos) pueden enviarse
20 a un decodificador como la señal de excitación codificada 498.

[0058] La señal de excitación codificada 498 puede ser un ejemplo de la señal de excitación codificada 226 descrita anteriormente en relación con la figura 2. Por consiguiente, el vector de ponderación cuantizada 441, el vector de LSF cuantizado 482, la señal de excitación codificada 498 y / o el indicador de modalidad de predicción 481 pueden incluirse
30 en una señal de voz codificada 106, como se ha descrito anteriormente en relación con la Figura 1.

[0059] La figura 5 es un diagrama que ilustra un ejemplo de tramas 503 a lo largo del tiempo 501. Cada trama 503 está dividida en un número de subtramas 505. En el ejemplo ilustrado en la figura 5, la trama anterior A 503a incluye 4 subtramas 505a a 505d, la trama anterior B 503b incluye 4 subtramas 505e a 505h y la trama actual C 503c incluye
35 4 subtramas 505i a 505l. Una trama típica 503 puede ocupar un período de tiempo de 20 ms y puede incluir 4 subtramas, aunque pueden usarse tramas de diferentes longitudes y/o diferentes números de subtramas. Cada trama puede indicarse con un número de una trama correspondiente, donde n indica una trama actual (por ejemplo, la trama actual C 503c). Además, cada subtrama se puede indicar con un correspondiente número de subtrama k.

[0060] La Figura 5 se puede usar para ilustrar un ejemplo de cuantización de LSF en un codificador. Cada subtrama k en la trama n tiene un vector de LSF correspondiente \mathbf{x}_n^k , $k = \{1, 2, 3, 4\}$ para usar en los filtros de análisis y síntesis. Un vector actual de LSF de fin de trama 527 (por ejemplo, el último vector de LSF de sub-trama de la n-ésima trama) se indica \mathbf{x}_n^e , donde $\mathbf{x}_n^e = \mathbf{x}_n^4$. Se indica un vector de LSF media de la trama actual 525 (por ejemplo, el vector de LSF media de la trama n-ésima) \mathbf{x}_n^m . Un "vector de LSF media" es un vector de LSF entre otros vectores de LSF (por
45 ejemplo, entre \mathbf{x}_{n-1}^e y \mathbf{x}_n^e) en el momento 501. Un ejemplo de un vector de LSF de final de trama anterior 523 se ilustra en la Figura 5 y se indica \mathbf{x}_{n-1}^e , donde $\mathbf{x}_{n-1}^e = \mathbf{x}_{n-1}^4$. Como se usa en este documento, el término "trama anterior" puede referirse a cualquier trama anterior a una trama actual (por ejemplo, n-1, n-2, n-3, etc.). En consecuencia, un "vector de LSF de fin de trama anterior" puede ser un vector de LSF final correspondiente a cualquier trama anterior a la trama actual. En el ejemplo ilustrado en la figura 5, el vector de LSF de fin de trama anterior 523 corresponde a la última subtrama 505h de la trama anterior B 503b (por ejemplo, la trama n-1), que precede inmediatamente a la trama actual C 503c (por ejemplo, la trama n).

[0061] Cada vector de LSF es M-dimensional, donde cada dimensión del vector de LSF corresponde a una única dimensión o valor de LSF. Por ejemplo, M es habitualmente 16 para voz de banda ancha (por ejemplo, voz muestreada a 16 kHz). La i-ésima dimensión de LSF de la subtrama k-ésima de la trama n se indica como $x_{i,n}^k$, donde $i = \{1, 2, \dots, M\}$.
55

[0062] En el proceso de cuantización de la trama n, el vector de LSF final \mathbf{x}_n^e puede cuantizarse primero. Esta cuantización puede ser no predictiva (por ejemplo, ningún vector de LSF anterior \mathbf{x}_{n-1}^e se utiliza en el proceso de

cuantización) o predictiva (por ejemplo, el vector de LSF anterior \mathbf{x}_{n-1}^e se utiliza en el proceso de cuantización). Un vector de LSF media \mathbf{x}_n^m puede entonces cuantizarse. Por ejemplo, un codificador puede seleccionar un vector de ponderación tal que $x_{i,n}^m$ sea como se proporciona en la ecuación (1).

$$x_{i,n}^m = w_{i,n} \cdot x_{i,n}^e + (1 - w_{i,n}) \cdot x_{i,n-1}^e \quad (1)$$

[0063] La i -ésima dimensión del vector de ponderación \mathbf{w}_n corresponde a una única ponderación y se indica por $w_{i,n}$, donde $i = \{1, 2, \dots, M\}$. También se debería tener en cuenta que $w_{i,n}$ no está restringido. En particular, si $0 \leq w_{i,n} \leq 1$ produce un valor delimitado por $x_{i,n}^e$ y $x_{i,n-1}^e$, y $w_{i,n} < 0$ o $w_{i,n} > 1$, el vector resultante de LSF media \mathbf{x}_n^m podría estar fuera del rango $[x_{i,n}^e, x_{i,n-1}^e]$. Un codificador puede determinar (por ejemplo, seleccionar) un vector de ponderación \mathbf{w}_n tal que el vector cuantizado de LSF media sea el más cercano al vector real de LSF media en el codificador, basándose en alguna medida de distorsión, tal como el error cuadrático medio (MSE) o la distorsión espectral logarítmica (LSD). En el proceso de cuantización, el codificador transmite los índices de cuantización del vector de LSF final \mathbf{x}_n^e y el índice del vector de ponderación \mathbf{w}_n , que permite a un decodificador reconstruir \mathbf{x}_n^e y \mathbf{x}_n^m .

[0064] Los vectores de LSF de subtrama \mathbf{x}_n^k se interpolan basándose en $x_{i,n-1}^e$, $x_{i,n}^m$ y $x_{i,n}^e$, utilizando los factores de interpolación α_k y β_k como se indica en la ecuación (2).

$$x_n^k = \alpha_k \cdot x_n^e + \beta_k \cdot x_{n-1}^e + (1 - \alpha_k - \beta_k) \cdot x_n^m \quad (2)$$

Cabe señalar que α_k y β_k son tales que $0 \leq (\alpha_k, \beta_k) \leq 1$. Los factores de interpolación α_k y β_k pueden ser valores predeterminados tanto para el codificador como para el decodificador.

[0065] La figura 6 es un diagrama de flujo que ilustra una configuración de un procedimiento 600 para codificar una señal de voz mediante un codificador 404. Por ejemplo, un dispositivo electrónico que incluye un codificador 404 puede realizar el procedimiento 600. La figura 6 ilustra los procedimientos de cuantización de LSF para una trama n actual.

[0066] El codificador 404 puede obtener 602 un vector cuantizado de LSF final de trama anterior. Por ejemplo, el codificador 404 puede cuantizar un vector de LSF final correspondiente a una trama anterior (por ejemplo, \mathbf{x}_{n-1}^e) seleccionando un vector de libro de códigos que sea el más cercano al vector de LSF final correspondiente a la trama anterior $n-1$.

[0067] El codificador 404 puede cuantizar 604 un vector de LSF final de trama actual (por ejemplo, \mathbf{x}_n^e). El codificador 404 cuantiza 604 el vector de LSF final de trama actual basándose en el vector de LSF final de trama anterior si se usa la cuantización de LSF predictiva. Sin embargo, la cuantización 604 del vector de LSF de trama actual no se basa en el vector de LSF final de trama anterior si se usa la cuantización no predictiva para el vector de LSF final de trama actual.

[0068] El codificador 404 puede cuantizar 606 un vector de LSF media de trama actual (por ejemplo, \mathbf{x}_n^m) mediante la determinación de un vector de ponderación (por ejemplo, \mathbf{w}_n). Por ejemplo, el codificador 404 puede seleccionar un vector de ponderación que dé como resultado un vector cuantizado de LSF media que sea el más cercano al vector real de LSF media. Como se ilustra en la ecuación (1), el vector cuantizado de LSF media puede basarse en el vector de ponderación, el vector de LSF final de la trama anterior y el vector de LSF final de la trama actual.

[0069] El codificador 404 puede enviar 608 un vector cuantizado de LSF final de la trama actual y el vector de ponderación a un decodificador. Por ejemplo, el codificador 404 puede proporcionar el vector de LSF final de la trama actual y el vector de ponderación a un transmisor en un dispositivo electrónico, que puede transmitirlos a un decodificador en otro dispositivo electrónico.

[0070] La Figura 7 es un diagrama que ilustra un ejemplo de determinación de vector de LSF. La Figura 7 ilustra la trama anterior A 703a (por ejemplo, la trama $n-1$) y la trama actual B 703b (por ejemplo, la trama n) a lo largo del tiempo 701. En este ejemplo, las muestras de voz se ponderan utilizando filtros de ponderación y luego se utilizan para la determinación (por ejemplo, cálculo) del vector de LSF. Primero, se usa un filtro de ponderación en el codificador 404 para determinar 707 un vector de LSF final de trama anterior (por ejemplo, \mathbf{x}_{n-1}^e). En segundo lugar, se utiliza un filtro de ponderación en el codificador 404 para determinar 709 un vector de LSF final de trama actual (por

ejemplo, \mathbf{x}_n^e). En tercer lugar, se utiliza un filtro de ponderación en el codificador 404 para determinar 711 (por ejemplo, calcular) un vector de LSF media de trama actual (por ejemplo, \mathbf{x}_n^m).

[0071] La Figura 8 incluye dos diagramas que ilustran ejemplos de interpolación y extrapolación de LSF. El eje horizontal en el ejemplo A 821a ilustra la frecuencia en Hz 819a y el eje horizontal en el ejemplo B 821b también ilustra la frecuencia en Hz 819b. En particular, varias dimensiones de LSF se representan en el dominio de la frecuencia en la Figura 8. Sin embargo, debería tenerse en cuenta que hay varias formas de representar una dimensión de LSF (por ejemplo, frecuencia, ángulo, valor, etc.). Por consiguiente, los ejes horizontales 819a a 819b en el ejemplo A 821a y el ejemplo B 821a podrían describirse en términos de otras unidades.

[0072] El ejemplo A 821a ilustra un caso de interpolación que considera una primera dimensión de un vector de LSF. Como se ha descrito anteriormente, una dimensión de LSF se refiere a una sola dimensión de LSF o valor de un vector de LSF. Específicamente, el ejemplo A 821a ilustra una dimensión de LSF final de trama anterior 813a (por ejemplo, $x_{1,n-1}^e$) a 500 Hz y una dimensión de LSF final de trama actual (por ejemplo, $x_{1,n}^e$) 817a a 800 Hz. En el ejemplo A 821a, se puede usar un primer peso (por ejemplo, una primera dimensión de un vector de ponderación w_n o $w_{1,n}$) para cuantizar e indicar una dimensión media de LSF (por ejemplo, $x_{1,n}^m$) 815a de un vector de LSF media de trama actual entre la dimensión de LSF final de trama anterior (por ejemplo, $x_{1,n-1}^e$) 813a y la dimensión de LSF final de trama actual (por ejemplo, $x_{1,n}^e$) 817a en la frecuencia 819a. Por ejemplo, si $w_{1,n} = 0,5$, $x_{1,n}^e = 800$ y $x_{1,n-1}^e = 500$, entonces $x_{1,n}^m = w_{1,n} \cdot x_{1,n}^e + (1 - w_{1,n}) \cdot x_{1,n-1}^e = 650$, como se ilustra en el ejemplo A 821a.

[0073] El Ejemplo B 821b ilustra un caso de extrapolación que considera una primera dimensión de LSF de un vector de LSF. Específicamente, el ejemplo B 821b ilustra una dimensión de LSF final de trama anterior (p. ej., $x_{1,n-1}^e$) 813b a 500 Hz y una dimensión de LSF final de trama actual (por ejemplo, $x_{1,n}^e$) 817b a 800 Hz. En el ejemplo B 821b, se puede usar una primera ponderación (por ejemplo, una primera dimensión de un vector de ponderación w_n o $w_{1,n}$) para cuantizar e indicar una dimensión de LSF media (por ejemplo, $x_{1,n}^m$) 815b de un vector de LSF media de trama actual que no se encuentra entre la dimensión de LSF final de trama anterior (por ejemplo, $x_{1,n-1}^e$) 813b y la dimensión de LSF final de la trama actual (por ejemplo, $x_{1,n}^e$) 817b en la frecuencia 819b. Como se ilustra en el ejemplo B 821b, por ejemplo, si $w_{1,n} = 2$, $x_{1,n}^e = 800$ y $x_{1,n-1}^e = 500$, entonces $x_{1,n}^m = [2 * x_{1,n}^e] + [(1 - 2) * x_{1,n-1}^e] \Rightarrow 2 \cdot 800 + (-1) \cdot 500 = 1100$.

[0074] La Figura 9 es un diagrama de flujo que ilustra una configuración de un procedimiento 900 para decodificar una señal de voz codificada por un decodificador. Por ejemplo, un dispositivo electrónico que incluye un decodificador puede realizar el procedimiento 900.

[0075] El decodificador puede obtener 902 un vector decuantizado de LSF final de trama anterior (por ejemplo, \mathbf{x}_{n-1}^e). Por ejemplo, el decodificador puede recuperar un vector decuantizado de LSF final correspondiente a una trama anterior que previamente se ha decodificado (o estimado, en el caso de un borrado de trama).

[0076] El decodificador puede decuantizar 904 un vector de LSF final de trama actual (por ejemplo, \mathbf{x}_n^e). Por ejemplo, el decodificador puede decuantizar 904 el vector de LSF final de trama actual buscando el vector de LSF de trama actual en un libro de códigos o tabla basándose en un índice de vector de LSF recibido.

[0077] El decodificador puede determinar 906 un vector de LSF media de la trama actual (por ejemplo, \mathbf{x}_n^m) basándose en un vector de ponderación (por ejemplo, \mathbf{w}_n). Por ejemplo, el decodificador puede recibir el vector de ponderación desde un codificador. El decodificador puede entonces determinar 906 el vector de LSF media de la trama actual basándose en el vector de LSF final de la trama anterior, el vector de LSF final de la trama actual y el vector de ponderación, como se ilustra en la Ecuación (1). Como se ha descrito anteriormente, cada vector de LSF puede tener M dimensiones o dimensiones de LSF (por ejemplo, 16 dimensiones de LSF). Debería haber una separación mínima entre dos o más de las dimensiones de LSF en el vector de LSF para que el vector de LSF sea estable. Sin embargo, si hay múltiples dimensiones de LSF agrupadas con solo la separación mínima, entonces existe una probabilidad significativa de un vector de LSF inestable. Como se ha descrito anteriormente, el decodificador puede reordenar el

vector de LSF en los casos en que haya menos que la separación mínima entre dos o más de las dimensiones de LSF en el vector de LSF.

5 **[0078]** El enfoque descrito en relación con las Figuras 4 a 9 para la ponderación e interpolación y / o extrapolación de vectores de LSF funciona bien en condiciones de canal despejado (sin borrados de trama y / o errores de transmisión). Sin embargo, este enfoque puede tener algunos problemas serios cuando se producen uno o más borrados de tramas. Una trama borrada es una trama que no se recibe o que un decodificador recibe incorrectamente con errores. Por ejemplo, una trama es una trama borrada si no se recibe una señal de voz codificada correspondiente a la trama o se recibe incorrectamente con errores.

10 **[0079]** A continuación se ofrece un ejemplo de borrado de tramas con referencia a la Figura 5. Supongamos que la trama anterior B 503b es una trama borrada (por ejemplo, la trama $n-1$ se pierde). En este caso, un decodificador estima el vector de LSF final perdido (indicado \hat{x}_{n-1}^e) y el vector de LSF media (indicado \hat{x}_{n-1}^m) basándose en la trama anterior A 503a (por ejemplo, la trama $n-2$). Supóngase también que la trama n se recibe correctamente. El decodificador puede usar la Ecuación (1) para calcular el vector de LSF media de la trama actual 525 basándose en \hat{x}_{n-1}^e y $x_{i,n}^e$. En un caso donde una dimensión de LSF particular j (por ejemplo, una dimensión j) de x_n^m es extrapolada, existe la posibilidad de que la dimensión de LSF esté situada bien fuera de las frecuencias de dimensión de LSF utilizadas en el proceso de extrapolación (por ejemplo, $x_{i,n}^m > \max(x_{i,n-1}^e, x_{i,n}^e)$ en el codificador).

20 **[0080]** Las dimensiones de LSF en cada vector de LSF pueden ordenarse de manera que $x_{1,n}^m + \Delta \leq x_{2,n}^m + \Delta \leq \dots \leq x_{M,n}^m$, donde Δ es una separación mínima (por ejemplo, separación de frecuencia) entre dos dimensiones de LSF consecutivas. Como se ha descrito anteriormente, si una cierta dimensión de LSF j (por ejemplo, indicada $x_{j,n}^m$) se extrapola erróneamente de manera tal que sea significativamente más grande que el valor correcto, las dimensiones de LSF posteriores $x_{j+1,n}^m, x_{j+2,n}^m, \dots$ se pueden recalculan como $x_{j,n}^m + \Delta, x_{j,n}^m + 2\Delta, \dots$, a pesar de que están calculadas como $x_{j+1,n}^m, x_{j+2,n}^m, \dots < x_{j,n}^m$ en el decodificador. Por ejemplo, aunque las dimensiones de LSF recalculadas $j, j+1, \dots$, pueden ser más pequeñas que la dimensión j de LSF, se pueden recalculan para que sean $x_{j,n}^m + \Delta, x_{j,n}^m + 2\Delta, \dots$, debido a la estructura de ordenamiento impuesta. Esto crea un vector de LSF que tiene dos o más dimensiones de LSF situadas una junto a la otra con la distancia mínima permitida. Dos o más dimensiones de LSF separadas solo por la separación mínima pueden denominarse "dimensiones de LSF agrupadas". Las dimensiones de LSF agrupadas pueden dar como resultado dimensiones de LSF inestables (por ejemplo, dimensiones inestables de LSF de subtrama) y / o vectores de LSF inestables. Las dimensiones inestables de LSF corresponden a los coeficientes de un filtro de síntesis que puede dar como resultado una distorsión del habla.

35 **[0081]** En un sentido estricto, un filtro puede ser inestable si tiene al menos un polo en o fuera del círculo unitario. En el contexto de la codificación de voz y tal como se usa en el presente documento, los términos "inestable" e "inestabilidad" se usan en un sentido más amplio. Por ejemplo, una "dimensión de LSF inestable" es cualquier dimensión de LSF correspondiente a un coeficiente de un filtro de síntesis que puede dar como resultado una distorsión del habla. Por ejemplo, las dimensiones de LSF inestables pueden no corresponderse necesariamente con los polos en o fuera del círculo unitario, pero pueden ser "inestables" si sus valores están demasiado cerca uno del otro. Esto se debe a que las dimensiones de LSF que están situadas demasiado cerca entre sí pueden especificar polos en un filtro de síntesis que tiene respuestas de filtro sumamente resonantes en algunas frecuencias que producen distorsiones del habla. Por ejemplo, una dimensión de LSF cuantizada inestable puede especificar una ubicación de polo para un filtro de síntesis que puede dar como resultado un aumento de energía no deseado. Por lo general, la separación de dimensiones de LSF se puede mantener alrededor de $0,01 * \pi$ para las dimensiones de LSF representadas en términos de ángulos entre 0 y π . Como se usa en este documento, un "vector de LSF inestable" es un vector que incluye una o más dimensiones de LSF inestables. Además, un "filtro de síntesis inestable" es un filtro de síntesis con uno o más coeficientes (por ejemplo, polos) que corresponden a una o más dimensiones de LSF inestables.

50 **[0082]** La Figura 10 es un diagrama que ilustra un ejemplo de dimensiones de LSF agrupadas 1029. Las dimensiones de LSF se ilustran en frecuencia 1019 en Hz, aunque debería observarse que las dimensiones de LSF podrían caracterizarse alternativamente en otras unidades. Las dimensiones de LSF (por ejemplo, $x_{1,n}^m$ 1031a, $x_{2,n}^m$ 1031b y $x_{3,n}^m$ 1031c) son ejemplos de dimensiones de LSF incluidas en un vector de LSF media de trama actual después de la estimación y el reordenamiento. En una trama borrada anterior, por ejemplo, un decodificador estima la

primera dimensión de LSF del vector de LSF final de trama anterior (por ejemplo, $x_{1,n-1}^e$, lo que es probablemente incorrecto). En este caso, la primera dimensión de LSF del vector de LSF media de la trama actual (por ejemplo, $x_{1,n}^m$ 1031a) también es probablemente incorrecta.

5 **[0083]** El decodificador puede intentar reordenar la siguiente dimensión de LSF del vector de LSF media de la trama actual (por ejemplo, $x_{2,n}^m$ 1031b). Como se ha descrito anteriormente, se puede requerir que cada dimensión de LSF sucesiva en un vector de LSF sea mayor que el elemento anterior. Por ejemplo, $x_{2,n}^m$ 1031b debe ser mayor que $x_{1,n}^m$ 1031a. Por lo tanto, un decodificador puede colocarlo con una separación mínima (por ejemplo, Δ) de $x_{1,n}^m$ 1031a. Más específicamente, $x_{2,n}^m = x_{1,n}^m + \Delta$. En consecuencia, puede haber múltiples dimensiones de LSF (por ejemplo, $x_{1,n}^m$ 1031a, $x_{2,n}^m$ 1031b y $x_{3,n}^m$ 1031c) con la separación mínima (por ejemplo, $\Delta = 100$ Hz), como se ilustra en la Figura 10. Así, $x_{1,n}^m$ 1031a, $x_{2,n}^m$ 1031b y $x_{3,n}^m$ 1031c son un ejemplo de dimensiones de LSF agrupadas 1029. Las dimensiones de LSF agrupadas pueden dar como resultado un filtro de síntesis inestable, que a su vez puede producir distorsiones del habla en el habla sintetizada.

15 **[0084]** La Figura 11 es un gráfico que ilustra un ejemplo de distorsiones 1135 debido a dimensiones de LSF agrupadas. Más específicamente, el gráfico ilustra un ejemplo de distorsiones 1135 en una señal de voz decodificada (por ejemplo, voz sintetizada) que resultan de la aplicación de dimensiones de LSF agrupadas a un filtro de síntesis. El eje horizontal del gráfico se ilustra en el tiempo 1101 (por ejemplo, segundos) y el eje vertical del gráfico se ilustra en la amplitud 1133 (por ejemplo, un número, un valor). La amplitud 1133 puede ser un número representado en bits. En algunas configuraciones, se pueden utilizar 16 bits para representar muestras de una señal de voz cuyo valor varía entre -32768 y 32767, lo que corresponde a un rango (por ejemplo, un valor entre -1 y +1 en punto flotante). Cabe señalar que la amplitud 1133 puede representarse de manera diferente en función de la implementación. En algunos ejemplos, el valor de la amplitud 1133 puede corresponder a una señal electromagnética caracterizada por voltaje (en voltios) y / o corriente (en amperios).

25 **[0085]** La interpolación y / o extrapolación de vectores de LSF entre vectores de LSF de trama actual y anterior, subtrama por subtrama, son conocidas en sistemas de codificación de voz. En condiciones de trama borrada, como se ha descrito en relación con las Figuras 10 y 11, los esquemas de interpolación y / o extrapolación de LSF pueden generar vectores de LSF inestables para ciertas subtramas, lo que puede dar como resultado distorsiones molestas en el habla sintetizada. Las distorsiones ocurren con mayor frecuencia cuando se utilizan técnicas de cuantización predictiva además de técnicas no predictivas para la cuantización de LSF.

35 **[0086]** El uso de un mayor número de bits para la protección contra errores y el uso de una cuantización no predictiva para evitar la propagación de errores son formas comunes de abordar el problema. Sin embargo, la introducción de bits adicionales no es posible para codificadores con restricción de bits y el uso de una cuantización no predictiva puede reducir la calidad de la voz en condiciones de canal despejado (sin tramas borradas, por ejemplo).

40 **[0087]** Los sistemas y procedimientos divulgados en el presente documento pueden utilizarse para mitigar la inestabilidad potencial de tramas. Por ejemplo, algunas configuraciones de los sistemas y procedimientos descritos en el presente documento pueden aplicarse para mitigar las distorsiones de codificación de voz debidas a la inestabilidad de tramas que resulta de la cuantización predictiva y la interpolación y extrapolación entre tramas de vectores de LSF en un canal dañado.

45 **[0088]** La Figura 12 es un diagrama de bloques que ilustra una configuración de un dispositivo electrónico 1237 configurado para mitigar la inestabilidad potencial de tramas. El dispositivo electrónico 1237 incluye un decodificador 1208. Uno o más de los decodificadores descritos anteriormente pueden implementarse de acuerdo con el decodificador 1208 descrito en relación con la figura 12. El dispositivo electrónico 1237 incluye además un detector de tramas borradas 1243. El detector de tramas borradas 1243 puede implementarse por separado del decodificador 1208 o puede implementarse en el decodificador 1208. El detector de tramas borradas 1243 detecta una trama borrada (por ejemplo, una trama que no se recibe o se recibe con errores) y puede proporcionar un indicador de trama borrada 1267 cuando se detecta una trama borrada. Por ejemplo, el detector de tramas borradas 1243 puede detectar un trama borrado en función de uno o más entre una función de troceo, una suma de comprobación, un código de repetición, uno o más bits de paridad, una verificación de redundancia cíclica (CRC), etc. Debería observarse que uno o más de los componentes incluidos en el dispositivo electrónico 1237 y / o el decodificador 1208 pueden implementarse en hardware (por ejemplo, circuitos), software o una combinación de ambos. Una o más de las líneas o flechas ilustradas en los diagramas de bloques en este documento pueden indicar acoplamientos (por ejemplo, conexiones) entre componentes o elementos.

- 5 [0089] El decodificador 1208 produce una señal de voz decodificada 1259 (por ejemplo, una señal de voz sintetizada) basándose en los parámetros recibidos. Entre los ejemplos de los parámetros recibidos se incluyen vectores de LSF cuantizados 1282, vectores de ponderación cuantizados 1241, un indicador de modalidad de predicción 1281 y una señal de excitación codificada 1298. El decodificador 1208 incluye uno o más entre el cuantizador inverso A 1245, un módulo de interpolación 1249, una transformación de coeficientes inversa 1253, un filtro de síntesis 1257, un módulo de determinación de parámetros de trama 1261, un módulo de sustitución de valores de ponderación 1265, un módulo de determinación de estabilidad 1269 y un cuantizador inverso B 1273.
- 10 [0090] El decodificador 1208 recibe vectores de LSF cuantizados 1282 (por ejemplo, LSF, LSP, ISF, ISP cuantizados, coeficientes de PARCOR, coeficientes de reflejo o valores de razón de áreas logarítmicas) y vectores de ponderación cuantizados 1241. Los vectores de LSF cuantizados recibidos 1282 pueden corresponder a un subconjunto de subtramas. Por ejemplo, los vectores de LSF cuantizados 1282 solo pueden incluir vectores cuantizados de LSF final que corresponden a la última subtrama de cada trama. En algunas configuraciones, los vectores de LSF cuantizados 1282 pueden ser índices correspondientes a una tabla de consulta o un libro de códigos.
- 15 De forma adicional o alternativa, los vectores de ponderación cuantizados 1241 pueden ser índices correspondientes a una tabla de consulta o libro de códigos.
- 20 [0091] El dispositivo electrónico 1237 y/o el decodificador 1208 pueden recibir el indicador de modalidad de predicción 1281 desde un codificador. Como se ha descrito anteriormente, el indicador de modalidad de predicción 1281 indica una modalidad de predicción para cada trama. Por ejemplo, el indicador de modalidad de predicción 1281 puede indicar una de dos o más modalidades de predicción para una trama. Más específicamente, el indicador de modalidad de predicción 1281 puede indicar si se utiliza la cuantización predictiva o la cuantización no predictiva.
- 25 [0092] Cuando se recibe una trama correctamente, el cuantizador inverso A 1245 decuantiza los vectores de LSF cuantizados recibidos 1282 para producir vectores de LSF decuantizados 1247. Por ejemplo, el cuantizador inverso A 1245 puede buscar vectores de LSF decuantizados 1247 basándose en índices (por ejemplo, los vectores de LSF cuantizados 1282) correspondientes a una tabla de consulta o libro de códigos. La decuantización de los vectores de LSF cuantizados 1282 también puede basarse en el indicador de modalidad de predicción 1281. Los vectores de LSF decuantizados 1247 pueden corresponder a un subconjunto de subtramas (por ejemplo, vectores de LSF final \mathbf{x}_n^e correspondiente a la última subtrama de cada trama). Además, el cuantizador inverso A 1245 decuantiza los vectores de ponderación cuantizados 1241 para producir vectores ponderados decuantizados 1239. Por ejemplo, el cuantizador inverso A 1245 puede buscar vectores de ponderación decuantizados 1239 basándose en índices (por ejemplo, los vectores de ponderación cuantizados 1241) correspondientes a una tabla de consulta o libro de códigos.
- 30 [0093] Cuando una trama es una trama borrada, el detector de tramas borradas 1243 puede proporcionar un indicador de trama borrada 1267 al cuantizador inverso A 1245. Cuando se produce una trama borrada, uno o más vectores de LSF cuantizados 1282 y/o uno o más vectores de ponderación cuantizados 1241 pueden no ser recibidos o pueden contener errores. En este caso, el cuantizador inverso A 1245 puede estimar uno o más vectores de LSF decuantizados 1247 (por ejemplo, un vector de LSF final de la trama borrada $\hat{\mathbf{x}}_n^e$) basándose en uno o más vectores de LSF de una trama anterior (por ejemplo, una trama antes de la trama borrada). De forma adicional o alternativa, el cuantizador inverso A 1245 puede estimar uno o más vectores de ponderación decuantizados 1239 cuando se produce una trama borrada.
- 35 [0094] Los vectores de LSF decuantizados 1247 (por ejemplo, vectores de LSF final) pueden proporcionarse al módulo de determinación de parámetros de trama 1261 y al módulo de interpolación 1249. Además, se pueden proporcionar uno o más vectores de ponderación decuantizados 1239 al módulo de determinación de parámetros de trama 1261. El módulo de determinación de parámetros de trama 1261 obtiene tramas. Por ejemplo, el módulo de determinación de parámetros de trama 1261 puede obtener una trama borrada (por ejemplo, un vector de ponderación decuantizado estimado 1239 y un vector de LSF decuantizado estimado 1247 correspondiente a una trama borrada).
- 40 El módulo de determinación de parámetros de trama 1261 también puede obtener una trama (por ejemplo, una trama recibida correctamente) después de una trama borrada. Por ejemplo, el módulo de determinación de parámetros de trama 1261 puede obtener un vector de ponderación decuantizado 1239 y un vector de LSF decuantizado 1247 correspondientes a una trama recibida correctamente después de una trama borrada.
- 45 [0095] El módulo de determinación de parámetros de trama 1261 determina el parámetro de trama A 1263a en función de los vectores de LSF decuantizados 1247 y un vector de ponderación decuantizado 1239. Un ejemplo de parámetro de trama A 1263a es un vector de LSF media (por ejemplo, \mathbf{x}_n^m). Por ejemplo, el módulo de determinación de parámetros de trama puede aplicar un vector de ponderación recibido (por ejemplo, un vector de ponderación decuantizado 1239) para generar un vector de LSF media de trama actual. Por ejemplo, el módulo de determinación
- 50 de parámetros de trama 1261 puede determinar un vector de LSF media de trama actual \mathbf{x}_n^m , basándose en un vector de LSF final de trama actual \mathbf{x}_n^e , un vector de LSF final de trama anterior \mathbf{x}_{n-1}^e y un vector de ponderación de trama actual \mathbf{w}_n de acuerdo con la Ecuación (1). Otros ejemplos del parámetro de trama A 1263a incluyen vectores de LSP
- 60

y vectores de ISP. Por ejemplo, el parámetro de trama A 1263a puede ser cualquier parámetro que se estima basándose en dos parámetros de subtrama final.

[0096] En algunas configuraciones, el módulo de determinación de parámetros de trama 1261 puede determinar si

5 un parámetro de trama (por ejemplo, un vector de LSF media de trama actual \mathbf{x}_n^m) está ordenado de acuerdo con una regla antes de cualquier reordenamiento. En un ejemplo, este parámetro de trama es un vector de LSF media de trama actual \mathbf{x}_n^m y la regla puede ser que cada dimensión de LSF en el vector de LSF media \mathbf{x}_n^m está en orden creciente con al menos una separación mínima entre cada par de dimensiones de LSF. En este ejemplo, el módulo de determinación de parámetros de trama 1261 puede determinar si cada dimensión de LSF en el vector de LSF media

10 \mathbf{x}_n^m está en orden creciente con al menos una separación mínima entre cada par de dimensiones de LSF. Por ejemplo, el módulo de determinación de parámetros de trama 1261 puede determinar si $x_{1,n}^m + \Delta \leq x_{2,n}^m + \Delta \leq \dots \leq x_{M,n}^m$ es cierto.

[0097] En algunas configuraciones, el módulo de determinación de parámetros de trama 1261 puede proporcionar un indicador de ordenamiento 1262 al módulo de determinación de estabilidad 1269. El indicador de ordenamiento

15 1262 indica si las dimensiones de LSF (en el vector de LSF media \mathbf{x}_n^m , por ejemplo) estaban desordenadas y / o no estaban separadas por más de la separación mínima Δ antes de cualquier reordenamiento.

[0098] El módulo de determinación de parámetros de trama 1261 puede reordenar un vector de LSF en algunos casos. Por ejemplo, si el módulo de determinación de parámetros de trama 1261 determina que las dimensiones de

20 LSF incluidas en un vector de LSF media de trama actual \mathbf{x}_n^m no están en orden creciente y / o estas dimensiones de LSF no tienen al menos una separación mínima entre cada par de dimensiones de LSF, el módulo de determinación de parámetros de trama 1261 puede reordenar las dimensiones de LSF. Por ejemplo, el módulo de determinación de parámetros de trama 1261 puede reordenar las dimensiones de LSF en el vector de LSF media de trama actual \mathbf{x}_n^m

25 de modo tal que $x_{j+1,n}^m = x_{j,n}^m + \Delta$, para cada dimensión de LSF que no cumpla los criterios. $x_{j,n}^m + \Delta < x_{j+1,n}^m$. En otras palabras, el módulo de determinación de parámetros de trama 1261 puede agregar Δ a una dimensión de LSF para obtener una posición para la siguiente dimensión de LSF, si la siguiente dimensión de LSF no estaba separada por al menos Δ . Además, esto solo se puede hacer para las dimensiones de LSF que no estén separadas por la separación mínima Δ . Como se ha descrito anteriormente, este reordenamiento puede dar como resultado

30 dimensiones de LSF agrupadas en el vector de LSF media \mathbf{x}_n^m . En consecuencia, el parámetro de trama A 1263a puede ser un vector de LSF reordenado (por ejemplo, un vector de LSF media \mathbf{x}_n^m) en algunos casos (por ejemplo, para una o más tramas después de una trama borrada).

[0099] En algunas configuraciones, el módulo de determinación de parámetros de trama 1261 puede implementarse como parte del cuantizador inverso A 1245. Por ejemplo, la determinación de un vector de LSF media basándose en

35 los vectores de LSF decuantizados 1247 y un vector de ponderación decuantizado 1239 puede considerarse parte de un procedimiento de decuantización. El parámetro de trama A 1263a puede proporcionarse al módulo de sustitución de valor de ponderación 1265 y, optativamente, al módulo de determinación de estabilidad 1269.

[0100] El módulo de determinación de estabilidad 1269 puede determinar si una trama es potencialmente inestable. El módulo de determinación de estabilidad 1269 puede proporcionar un indicador de inestabilidad 1271 al módulo de

40 sustitución de valores de ponderación 1265 cuando el módulo de determinación de estabilidad 1269 determina que la trama actual es potencialmente inestable. En otras palabras, el indicador de inestabilidad 1271 indica que la trama actual es potencialmente inestable.

45 **[0101]** Una trama potencialmente inestable es una trama con una o más características que indican un riesgo de producir una distorsión del habla. Los ejemplos de características que indican un riesgo de producir una distorsión de voz pueden incluir cuando una trama está dentro de una o más tramas después de una trama borrada, ya sea que cualquier trama entre la trama y una trama borrada utilice la cuantización predictiva (o no predictiva) y / o ya sea que

50 un parámetro de trama esté ordenado de acuerdo con una regla antes de cualquier reordenamiento. Una trama potencialmente inestable puede corresponder a (por ejemplo, puede incluir) uno o más vectores de LSF inestables. Cabe señalar que una trama potencialmente inestable puede ser realmente estable en algunos casos. Sin embargo, puede ser difícil determinar si una trama es con certeza estable o ciertamente inestable sin sintetizar toda la trama. En consecuencia, los sistemas y procedimientos descritos en este documento pueden adoptar medidas correctivas para

55 mitigar las tramas potencialmente inestables. Un beneficio de los sistemas y procedimientos divulgados en este documento es la detección de tramas potencialmente inestables sin sintetizar toda la trama. Esto puede reducir la magnitud del procesamiento y / o la latencia requerida para detectar y / o mitigar las distorsiones del habla.

[0102] En una primera aproximación, el módulo de determinación de estabilidad 1269 determina si una trama actual (por ejemplo, la trama n) es potencialmente inestable, basándose en si la trama actual está dentro de un número umbral de tramas después de una trama borrada y si alguna trama entre una trama borrada y la trama actual utiliza la cuantización predictiva (o no predictiva). La trama actual puede ser recibida correctamente. En este enfoque, el módulo de determinación de estabilidad 1269 determina que una trama es potencialmente inestable si la trama actual se recibe dentro de un número umbral de tramas después de una trama borrada y si ninguna trama entre la trama actual y la trama borrada (si existe) utiliza la cuantización no predictiva.

[0103] El número de tramas entre la trama borrada y la trama actual se puede determinar en función del indicador de trama borrada 1267. Por ejemplo, el módulo de determinación de estabilidad 1269 puede mantener un contador que se incrementa para cada trama después de una trama borrada. En una configuración, el número umbral de tramas después de la trama borrada puede ser 1. En esta configuración, la siguiente trama después de una trama borrada siempre se considera potencialmente inestable. Por ejemplo, si la trama actual es la trama siguiente después de una trama borrada (por lo tanto, no hay ninguna trama que utilice la cuantización no predictiva entre la trama actual y la trama borrada), entonces el módulo de determinación de estabilidad 1269 determina que la trama actual es potencialmente inestable. En este caso, el módulo de determinación de estabilidad 1269 proporciona un indicador de inestabilidad 1271 que indica que la trama actual es potencialmente inestable.

[0104] En otras configuraciones, el número umbral de tramas después de la trama borrada puede ser mayor que 1. En estas configuraciones, el módulo de determinación de estabilidad 1269 puede determinar si hay una trama que utiliza la cuantización no predictiva entre la trama actual y la trama borrada, basándose en el indicador de modalidad de predicción 1281. Por ejemplo, el indicador de modalidad de predicción 1281 puede indicar si se utiliza la cuantización predictiva o no predictiva para cada trama. Si hay una trama entre la trama actual y la trama borrada que usa la cuantización no predictiva, el módulo de determinación de estabilidad 1269 puede determinar que la trama actual es estable (por ejemplo, no potencialmente inestable). En este caso, el módulo de determinación de estabilidad 1269 puede no indicar que la trama actual es potencialmente inestable.

[0105] En un segundo enfoque, el módulo de determinación de estabilidad 1269 determina si una trama actual (por ejemplo, la trama n) es potencialmente inestable basándose en si la trama actual se recibe después de una trama borrada, si el parámetro de trama A 1263a se ordenó de acuerdo con una regla antes de cualquier reordenamiento y si alguna trama entre una trama borrada y la trama actual utiliza la cuantización no predictiva. En este enfoque, el módulo de determinación de estabilidad 1269 determina que una trama es potencialmente inestable si la trama actual se obtiene después de una trama borrada, si el parámetro de trama A 1263a no fue ordenado de acuerdo con una regla antes de cualquier reordenamiento y si ninguna trama entre la trama actual y la trama borrada (si existe) utiliza la cuantización no predictiva.

[0106] Si la trama actual está recibida después de la trama borrada se puede determinar basándose en el indicador de trama borrada 1267. Si alguna trama entre una trama borrada y la trama actual utiliza la cuantización no predictiva se puede determinar basándose en el indicador de modalidad de predicción, como se ha descrito anteriormente. Por ejemplo, si la trama actual está un número cualquiera de tramas después de una trama borrada, si no hay ninguna trama que utilice la cuantización no predictiva entre la trama actual y la trama borrada y si el parámetro de trama A 1263a no se ordenó de acuerdo con una regla antes de cualquier reordenamiento, entonces el módulo de determinación de estabilidad 1269 determina que la trama actual es potencialmente inestable. En este caso, el módulo de determinación de estabilidad 1269 proporciona un indicador de inestabilidad 1271 que indica que la trama actual es potencialmente inestable.

[0107] En algunas configuraciones, el módulo de determinación de estabilidad 1269 puede obtener el indicador de ordenamiento 1262 del módulo de determinación de parámetros de trama 1261, que indica si el parámetro de trama A 1263a (por ejemplo, un vector de LSF media de trama actual \mathbf{x}_n^m) se ordenó de acuerdo con una regla antes de cualquier reordenamiento. Por ejemplo, el indicador de ordenamiento 1262 puede indicar si las dimensiones de LSF (en el vector de LSF media \mathbf{x}_n^m , por ejemplo) estaban desordenadas y / o no estaban separadas por al menos la separación mínima Δ antes de cualquier reordenamiento.

[0108] Una combinación de los enfoques primero y segundo puede implementarse en algunas configuraciones. Por ejemplo, el primer enfoque se puede aplicar para la primera trama después de una trama borrada, mientras que el segundo enfoque se puede aplicar para las tramas posteriores. En esta configuración, una o más de las tramas posteriores se pueden indicar como potencialmente inestables basándose en el segundo enfoque. Otros enfoques para determinar la inestabilidad potencial basarse en la variación de energía de una respuesta de impulso de los filtros de síntesis, basándose en los vectores de LSF y / o las variaciones de energía correspondientes a diferentes bandas de frecuencia de los filtros de síntesis basados en los vectores de LSF.

[0109] Cuando no se indica ninguna inestabilidad potencial (por ejemplo, cuando la trama actual es estable), el módulo de sustitución de valores de ponderación 1265 proporciona o pasa el parámetro de trama A 1263a como parámetro de trama B 1263 al módulo de interpolación 1249. En un ejemplo, el parámetro de trama A 1263a es un

vector de LSF media de trama actual \mathbf{x}_n^m que se basa en un vector de LSF final de trama actual, \mathbf{x}_n^e , un vector de LSF final de trama anterior \mathbf{x}_{n-1}^e y un vector recibido de ponderación de trama actual \mathbf{w}_n . Cuando no se indica ninguna inestabilidad potencial, se puede suponer que el vector de LSF media de trama actual \mathbf{x}_n^m es estable y se puede proporcionar al módulo de interpolación 1249.

[0110] Si la trama actual es potencialmente inestable, el módulo de sustitución de valores de ponderación 1265 aplica un valor de ponderación sustituto para generar un parámetro de trama estable (por ejemplo, un vector sustituto de LSF media de trama actual \mathbf{x}_n^m). Un "parámetro de trama estable" es un parámetro que no causará distorsiones del habla. El valor sustituto de ponderación puede ser un valor predeterminado que garantice un parámetro de trama estable (por ejemplo, el parámetro de trama B 1263b). El valor sustituto de ponderación puede aplicarse en lugar de un vector de ponderación decuantizado (recibido y / o estimado) 1239. Más específicamente, el módulo de sustitución de valores de ponderación 1265 aplica un valor sustituto de ponderación a los vectores de LSF decuantizados 1247 para generar un parámetro de trama estable B 1263b cuando el indicador de inestabilidad 1271 indica que la trama actual es potencialmente inestable. En este caso, el parámetro de trama A 1263a y / o el vector de ponderación decuantizado de trama actual 1239 se pueden descartar. Por consiguiente, el módulo de sustitución de valores de ponderación 1265 genera un parámetro de trama B 1263b que reemplaza el parámetro de trama A 1263a cuando la trama actual es potencialmente inestable.

[0111] Por ejemplo, el módulo de sustitución de valores de ponderación 1265 puede aplicar un valor sustituto de ponderación $w^{sustituto}$ para generar un vector sustituto (estable) de LSF media de trama actual \mathbf{x}_n^m . Por ejemplo, el módulo de sustitución de valores de ponderación 1265 puede aplicar el valor de ponderación sustituto a un vector de LSF final de trama actual y a un vector de LSF final de trama anterior. En algunas configuraciones, el valor de ponderación sustituto $w^{sustituto}$ puede ser un valor escalar entre 0 y 1. Por ejemplo, el valor de ponderación sustituto $w^{sustituto}$ puede funcionar como un vector de ponderación sustituto (con M dimensiones, por ejemplo), donde todos los valores son iguales a $w^{sustituto}$, donde $0 \leq w^{sustituto} \leq 1$ (o $0 < w^{sustituto} < 1$). Por lo tanto, un vector sustituto (estable) de LSF media de trama actual \mathbf{x}_n^m se puede generar o determinar de acuerdo con la Ecuación (3).

$$\mathbf{x}_n^m = w^{sustituto} \cdot \mathbf{x}_n^e + (1 - w^{sustituto}) \cdot \mathbf{x}_{n-1}^e \quad (3)$$

El uso de un $w^{sustituto}$ entre 0 y 1 garantiza que el resultante vector sustituto de LSF media de trama actual \mathbf{x}_n^m es estable si los vectores de LSF final subyacentes \mathbf{x}_n^e y \mathbf{x}_{n-1}^e son estables. En este caso, el vector sustituto de LSF media de trama actual es un ejemplo de un parámetro de trama estable, ya que la aplicación de los coeficientes 1255 correspondientes al vector sustituto de LSF media de trama actual a un filtro de síntesis 1257 no causará distorsiones del habla en la señal de voz decodificada 1259. En algunas configuraciones, $w^{sustituto}$ puede seleccionarse como 0,6, lo que le da un poco más de peso al vector de LSF final de trama actual (por ejemplo, \mathbf{x}_n^e) en comparación con el vector de LSF final de trama anterior (por ejemplo, \mathbf{x}_{n-1}^e correspondiente a la trama borrada).

[0112] En configuraciones alternativas, el valor de ponderación sustituto puede ser un vector de ponderación sustituto $\mathbf{w}^{sustituto}$ que incluye ponderaciones individuales $w_{i,n}^{sustituto}$, donde $i = \{1, 2, \dots, M\}$ y n indica la trama actual. En estas configuraciones, cada peso $w_{i,n}^{sustituto}$ está entre 0 y 1 y todos los pesos pueden no ser los mismos. En estas configuraciones, el valor de ponderación sustituto (por ejemplo, el vector de ponderación sustituto $\mathbf{w}^{sustituto}$) se puede aplicar según lo dispuesto en la Ecuación (4).

$$x_{i,n}^m = w_{i,n}^{sustituto} \cdot x_{i,n}^e + (1 - w_{i,n}^{sustituto}) \cdot x_{i,n-1}^e \quad (4)$$

[0113] En algunas configuraciones, el valor de ponderación sustituto puede ser estático. En otras configuraciones, el módulo de sustitución de valores de ponderación 1265 puede seleccionar un valor de ponderación sustituto basándose en la trama anterior y en la trama actual. Por ejemplo, se pueden seleccionar diferentes valores de ponderación sustitutos en función de la clasificación (por ejemplo, con voz, sin voz, etc.) de dos tramas (por ejemplo, la trama anterior y la trama actual). Adicional o alternativamente, se pueden seleccionar diferentes valores de ponderación sustitutos basándose en una o más diferencias de LSF entre dos tramas (por ejemplo, diferencia en las energías de respuesta de impulso de filtro de LSF).

[0114] Los vectores de LSF decuantizados 1247 y el parámetro de trama B 1263b pueden proporcionarse al módulo de interpolación 1249. El módulo de interpolación 1249 interpola los vectores de LSF decuantizados 1247 y el parámetro de trama B 1263b para generar vectores de LSF de subtrama (por ejemplo, vectores de LSF de subtrama \mathbf{x}_n^k para la trama actual).

[0115] En un ejemplo, el parámetro de trama B 1263 es un vector de LSF media de trama actual \mathbf{x}_n^m y los vectores de LSF decuantizados 1247 incluyen el vector de LSF final de trama anterior \mathbf{x}_{n-1}^e y el vector de LSF final de trama actual \mathbf{x}_n^e . Por ejemplo, el módulo de interpolación 1249 puede interpolar los vectores de LSF de subtrama \mathbf{x}_n^k basándose en $x_{i,n-1}^e$, $x_{i,n}^m$ y $x_{i,n}^e$, utilizando los factores de interpolación α_k y β_k de acuerdo con la ecuación $\mathbf{x}_n^k = \alpha_k \cdot \mathbf{x}_n^e + \beta_k \cdot \mathbf{x}_{n-1}^e + (1 - \alpha_k - \beta_k) \cdot \mathbf{x}_n^m$. Los factores de interpolación α_k y β_k pueden ser valores predeterminados tales que $0 \leq (\alpha_k, \beta_k) \leq 1$. Aquí, k es un número entero de subtrama, donde $1 \leq k \leq K-1$, donde K es el número total de subtramas en la trama actual. El módulo de interpolación 1249 interpola, por consiguiente, los vectores de LSF correspondientes a cada subtrama en la trama actual. En algunas configuraciones, $\alpha_k = 1$ y $\beta_k = 0$ para el vector de LSF final de trama actual \mathbf{x}_n^e .

[0116] El módulo de interpolación 1249 proporciona vectores de LSF 1251 a la transformación de coeficientes inversa 1253. La transformación de coeficientes inversa 1253 transforma los vectores de LSF 1251 en coeficientes 1255 (por ejemplo, coeficientes de filtro para un filtro de síntesis $1/A(z)$). Los coeficientes 1255 se proporcionan al filtro de síntesis 1257.

[0117] El cuantizador inverso B 1273 recibe y decuantiza una señal de excitación codificada 1298 para producir una señal de excitación 1275. En un ejemplo, la señal de excitación codificada 1298 puede incluir un índice fijo de libro de códigos, una ganancia fija cuantizada de libro de códigos, un índice adaptativo de libro de códigos y una ganancia adaptativa cuantizada de libro de códigos. En este ejemplo, el cuantizador inverso B 1273 busca una entrada fija de libro de códigos (por ejemplo, un vector) basándose en el índice fijo de libro de códigos y aplica una ganancia fija decuantizada de libro de códigos a la entrada fija de libro de códigos para obtener una contribución fija de libro de códigos. Además, el cuantizador inverso B 1273 busca una entrada adaptativa de libro de códigos basándose en el índice adaptativo de libro de códigos y aplica una ganancia adaptativa decuantizada de libro de códigos a la entrada adaptativa de libro de códigos para obtener una contribución adaptativa de libro de códigos. El cuantizador inverso B 1273 puede sumar entonces la contribución fija del libro de códigos y la contribución adaptativa del libro de códigos para producir la señal de excitación 1275.

[0118] El filtro de síntesis 1257 filtra la señal de excitación 1275 de acuerdo con los coeficientes 1255 para producir una señal de voz decodificada 1259. Por ejemplo, los polos del filtro de síntesis 1257 se pueden configurar de acuerdo con los coeficientes 1255. La señal de excitación 1275 se pasa a continuación a través del filtro de síntesis 1257 para producir la señal de voz decodificada 1259 (por ejemplo, una señal de voz sintetizada).

[0119] La Figura 13 es un diagrama de flujo que ilustra una configuración de un procedimiento 1300 para mitigar la inestabilidad potencial de tramas. Un dispositivo electrónico 1237 puede obtener 1302 una trama después de (por ejemplo, posteriormente en el tiempo a) una trama borrada. Por ejemplo, el dispositivo electrónico 1237 puede detectar una trama borrada basándose en una o más entre una función de troceo, una suma de comprobación, un código de repetición, uno o más bits de paridad, una comprobación de redundancia cíclica (CRC), etc. El dispositivo electrónico 1237 puede obtener luego 1302 una trama después de la trama borrada. La trama obtenida 1302 puede ser la siguiente trama después de la trama borrada o puede estar cualquier número de tramas después de la trama borrada. La trama obtenida 1302 puede ser una trama recibida correctamente.

[0120] El dispositivo electrónico 1237 puede determinar 1304 si la trama es potencialmente inestable. En algunas configuraciones, la determinación 1304 de si la trama es potencialmente inestable se basa en si un parámetro de trama (por ejemplo, un vector de LSF media de trama actual) se ordena de acuerdo con una regla antes de cualquier reordenamiento (por ejemplo, antes de reordenar, si acaso). Adicional o alternativamente, la determinación 1304 de si la trama es potencialmente inestable puede basarse en si la trama (por ejemplo, la trama actual) está dentro de un número umbral de tramas desde la trama borrada. Adicional o alternativamente, la determinación 1304 de si la trama es potencialmente inestable puede basarse en si cualquier trama entre la trama (por ejemplo, la trama actual) y la trama borrada utiliza una cuantización no predictiva.

[0121] En un primer enfoque, como se ha descrito anteriormente, el dispositivo electrónico 1237 determina 1304 que una trama es potencialmente inestable si la trama se recibe dentro de un número umbral de tramas después de una trama borrada y si ninguna trama entre la trama y la trama borrada (si existe) utiliza la cuantización no predictiva. En un segundo enfoque, como se ha descrito anteriormente, el dispositivo electrónico 1237 determina 1304 que una trama es potencialmente inestable si la trama actual se obtiene después de una trama borrada, si un parámetro de trama

(por ejemplo, un vector de LSF media de trama actual x_n^m) no se ordenó de acuerdo con una regla antes de cualquier reordenamiento y si ninguna trama entre la trama actual y la trama borrada (si existe) utiliza la cuantización no predictiva. Se pueden utilizar enfoques adicionales o alternativos. Por ejemplo, el primer enfoque se puede aplicar para la primera trama después de una trama borrada, mientras que el segundo enfoque se puede aplicar para las tramas posteriores.

[0122] El dispositivo electrónico 1237 puede aplicar 1306 un valor de ponderación sustituto para generar un parámetro de trama estable si la trama es potencialmente inestable. Por ejemplo, el dispositivo electrónico 1237 puede generar un parámetro de trama estable (por ejemplo, un vector sustituto de LSF media de trama actual x_n^m) aplicando un valor de ponderación sustituto a los vectores de LSF decuantizados 1247 (por ejemplo, a un vector de LSF final de trama actual x_n^e y a un vector de LSF final de trama anterior x_{n-1}^e). Por ejemplo, la generación del parámetro de trama estable puede incluir la determinación de un vector sustituto de LSF media de trama actual (por ejemplo, x_n^m) que es igual a un producto de un vector de LSF final de trama actual (por ejemplo, x_n^e) y el valor de ponderación sustituto (por ejemplo, $w^{\text{sustituto}}$) más un producto de un vector de LSF final de trama anterior (por ejemplo, x_{n-1}^e) y una diferencia entre uno y el valor de ponderación sustituto (por ejemplo, $(1 - w^{\text{sustituto}})$). Esto se puede lograr como se ilustra en la ecuación (3) o la ecuación (4), por ejemplo.

[0123] La Figura 14 es un diagrama de flujo que ilustra una configuración más específica de un procedimiento 1400 para mitigar la inestabilidad potencial de tramas. Un dispositivo electrónico 1237 puede obtener 1402 una trama actual. Por ejemplo, el dispositivo electrónico 1237 puede obtener parámetros para un período de tiempo correspondiente a la trama actual.

[0124] El dispositivo electrónico 1237 puede determinar 1404 si la trama actual es una trama borrada. Por ejemplo, el dispositivo electrónico 1237 puede detectar una trama borrada basándose en uno o más entre una función de troceo, una suma de comprobación, un código de repetición, uno o más bits de paridad, una comprobación de redundancia cíclica (CRC), etc.

[0125] Si la trama actual es una trama borrada, el dispositivo electrónico 1237 puede obtener 1406 un vector estimado de LSF final de trama actual y un vector estimado de LSF media de trama actual basándose en una trama anterior. Por ejemplo, el decodificador 1208 puede usar la ocultación de errores para una trama borrada. En la ocultación de errores, el decodificador 1208 puede copiar un vector de LSF final de trama anterior y un vector de LSF media de trama anterior como el vector estimado de LSF de trama actual y el vector estimado de LSF media de trama actual, respectivamente. Este procedimiento puede seguirse para las tramas borradas consecutivas.

[0126] En el caso de dos tramas borradas consecutivas, por ejemplo, la segunda trama borrada puede incluir una copia del vector de LSF final de la primera trama borrada y todos los vectores de LSF interpolados, tales como el vector de LSF media y los vectores de LSF de subtrama. Por consiguiente, los vectores de LSF en la segunda trama borrada pueden ser aproximadamente los mismos que los vectores de LSF en la primera trama borrada. Por ejemplo, el primer vector de LSF final de trama borrada se puede copiar de una trama anterior. Por lo tanto, todos los vectores de LSF en tramas borradas consecutivas pueden obtenerse a partir de la última trama recibida correctamente. La última trama recibida correctamente puede tener una muy alta probabilidad de ser estable. En consecuencia, existe una probabilidad muy pequeña de que las tramas borradas consecutivas tengan un vector de LSF inestable. Esto es esencialmente porque puede no haber interpolación entre dos vectores de LSF diferentes en el caso de tramas borradas consecutivas. Por consiguiente, no se puede aplicar un valor sustituto de ponderación para tramas borradas consecutivamente en algunas configuraciones.

[0127] El dispositivo electrónico 1237 puede determinar 1416 vectores de LSF de subtrama para la trama actual. Por ejemplo, el dispositivo electrónico 1237 puede interpolar el vector de LSF final de la trama actual, el vector de LSF media de la trama actual y el vector de LSF final de la trama anterior, basándose en factores de interpolación para producir los vectores de LSF de subtrama para la trama actual. En algunas configuraciones, esto se puede lograr de acuerdo con la Ecuación (2).

[0128] El dispositivo electrónico 1237 puede sintetizar 1418 una señal de voz decodificada 1259 para la trama actual. Por ejemplo, el dispositivo electrónico 1237 puede hacer pasar una señal de excitación 1275 a través de un filtro de síntesis 1257 que está especificado por los coeficientes 1255 basados en los vectores de LSF de subtrama 1251 para producir una señal de voz decodificada 1259.

[0129] Si la trama actual no es una trama borrada, el dispositivo electrónico 1237 puede aplicar 1408 un vector de ponderación recibido para generar un vector de LSF media de trama actual. Por ejemplo, el dispositivo electrónico 1237 puede multiplicar un vector de LSF final de trama actual por el vector de ponderación recibido y puede multiplicar un vector de LSF final de trama anterior por 1 menos el vector de ponderación recibido. El dispositivo electrónico 1237

puede luego sumar los productos resultantes para generar el vector de LSF media de la trama actual. Esto se puede lograr según lo dispuesto en la Ecuación (1).

[0130] El dispositivo electrónico 1237 puede determinar 1410 si la trama actual está dentro de un número umbral de tramas desde una última trama borrada. Por ejemplo, el dispositivo electrónico 1237 puede utilizar un contador que cuenta cada trama desde que el indicador de trama borrada 1267 indicó una trama borrada. El contador se puede reiniciar cada vez que se produce una trama borrada. El dispositivo electrónico 1237 puede determinar si el contador está dentro del número umbral de tramas. El número umbral puede ser de una o más tramas. Si la trama actual no se encuentra dentro del número umbral de tramas desde una última trama borrada, el dispositivo electrónico 1237 puede determinar 1416 vectores de LSF de subtrama para la trama actual y sintetizar 1418 una señal de voz decodificada 1259, como se ha descrito anteriormente. Determinar 1410 si la trama actual está dentro de un número umbral de tramas desde una última trama borrada puede reducir el procesamiento innecesario para tramas con una probabilidad baja de inestabilidad (por ejemplo, para tramas que vienen después de una o más tramas potencialmente inestables para las cuales se ha mitigado la inestabilidad potencial).

[0131] Si la trama actual está dentro del número umbral de tramas desde una última trama borrada, el dispositivo electrónico 1237 puede determinar 1412 si alguna trama entre la trama actual y la última trama borrada utiliza la cuantización no predictiva. Por ejemplo, el dispositivo electrónico 1237 puede recibir el indicador de modalidad de predicción 1281 que indica si cada trama utiliza cuantización predictiva o no predictiva. El dispositivo electrónico 1237 puede utilizar el indicador de modalidad de predicción 1281 para rastrear la modalidad de predicción para cada trama. Si cualquier trama entre la trama actual y la última trama borrada utiliza cuantización no predictiva, el dispositivo electrónico 1237 puede determinar 1416 vectores de LSF de subtrama para la trama actual y sintetizar 1418 una señal de voz decodificada 1259, como se ha descrito anteriormente. Determinar 1412 si alguna trama entre la trama actual y la última trama borrada utiliza cuantización no predictiva puede reducir el procesamiento innecesario para tramas con una probabilidad baja de inestabilidad (por ejemplo, para tramas que vienen después de una trama que incluyera un vector preciso de LSF final, ya que el vector de LSF final no se cuantizó en base a ninguna trama anterior).

[0132] Si ninguna trama entre la trama actual y la última trama borrada utiliza cuantización no predictiva (por ejemplo, si todas las tramas entre la trama actual y la última trama borrada utilizan cuantización predictiva), el dispositivo electrónico 1237 puede aplicar 1414 un valor de ponderación sustituto para generar un vector sustituto de LSF media de trama actual. En este caso, el dispositivo electrónico 1237 puede determinar que la trama actual es potencialmente inestable y puede aplicar el valor de ponderación sustituto para generar un parámetro de trama estable (por ejemplo, el vector sustituto de LSF media de trama actual). Por ejemplo, el dispositivo electrónico 1237 puede multiplicar un vector de LSF final de trama actual por el vector de ponderación sustituto y puede multiplicar un vector de LSF final de trama anterior por 1 menos el vector de ponderación sustituto. El dispositivo electrónico 1237 puede luego sumar los productos resultantes para generar el vector sustituto de LSF media de la trama actual. Esto se puede lograr según lo dispuesto en la ecuación (3) o la ecuación (4).

[0133] El dispositivo electrónico 1237 puede entonces determinar 1416 vectores de LSF de subtrama para la trama actual, como se ha descrito anteriormente. Por ejemplo, el dispositivo electrónico 1237 puede interpolar los vectores de LSF de subtrama basándose en el vector de LSF final de trama actual, el vector de LSF final de trama anterior, el vector sustituto de LSF media de trama actual y los factores de interpolación. Esto se puede lograr de acuerdo con la Ecuación (2). El dispositivo electrónico 1237 también puede sintetizar 1418 una señal de voz decodificada 1259 como se ha descrito anteriormente. Por ejemplo, el dispositivo electrónico 1237 puede hacer pasar una señal de excitación 1275 a través de un filtro de síntesis 1257 que está especificado por los coeficientes 1255, basándose en los vectores de LSF de subtrama 1251 (que se basan en el actual vector sustituto de LSF media) para producir una señal de voz decodificada 1259.

[0134] La Figura 15 es un diagrama de flujo que ilustra otra configuración más específica de un procedimiento 1500 para mitigar la inestabilidad potencial de tramas. Un dispositivo electrónico 1237 puede obtener 1502 una trama actual. Por ejemplo, el dispositivo electrónico 1237 puede obtener parámetros para un período de tiempo correspondiente a la trama actual.

[0135] El dispositivo electrónico 1237 puede determinar 1504 si la trama actual es una trama borrada. Por ejemplo, el dispositivo electrónico 1237 puede detectar una trama borrada basándose en uno o más entre una función de troceo, una suma de comprobación, un código de repetición, uno o más bits de paridad, una comprobación de redundancia cíclica (CRC), etc.

[0136] Si la trama actual es una trama borrada, el dispositivo electrónico 1237 puede obtener 1506 un vector estimado de LSF final de trama actual y un vector estimado de LSF media de trama actual, basándose en una trama anterior. Esto se puede lograr como se ha descrito anteriormente en relación con la Figura 14.

[0137] El dispositivo electrónico 1237 puede determinar 1516 vectores de LSF de subtrama para la trama actual. Esto se puede lograr como se ha descrito anteriormente en relación con la Figura 14. El dispositivo electrónico 1237 puede sintetizar 1518 una señal de voz decodificada 1259 para la trama actual. Esto se puede lograr como se ha descrito anteriormente en relación con la Figura 14.

[0138] Si la trama actual no es una trama borrada, el dispositivo electrónico 1237 puede aplicar 1508 un vector de ponderación recibido para generar un vector de LSF media de trama actual. Esto se puede lograr como se ha descrito anteriormente en relación con la Figura 14.

[0139] El dispositivo electrónico 1237 puede determinar 1510 si alguna trama entre la trama actual y la última trama borrada utiliza cuantización no predictiva. Esto se puede lograr como se ha descrito anteriormente en relación con la Figura 14. Si cualquier trama entre la trama actual y la última trama borrada utiliza cuantización no predictiva, el dispositivo electrónico 1237 puede determinar 1516 vectores de LSF de subtrama para la trama actual y sintetizar 1518 una señal de voz decodificada 1259, como se ha descrito anteriormente.

[0140] Si ninguna trama entre la trama actual y la última trama borrada utiliza cuantización no predictiva (por ejemplo, si todas las tramas entre la trama actual y la última trama borrada utilizan cuantización predictiva), el dispositivo electrónico 1237 puede determinar 1512 si un vector de LSF media de trama actual está ordenado de acuerdo con una regla antes de cualquier reordenamiento. Por ejemplo, el dispositivo electrónico 1237 puede determinar si cada LSF en el vector de LSF media x_n^m está en orden creciente, con al menos una separación mínima entre cada par de dimensiones de LSF antes de cualquier reordenamiento, como se ha descrito anteriormente en relación con la Figura 12. Si el vector de LSF media de la trama actual está ordenado de acuerdo con la regla antes de cualquier reordenamiento, el dispositivo electrónico 1237 puede determinar 1516 vectores de LSF de subtrama para la trama actual y sintetizar 1518 una señal de voz decodificada 1259 como se ha descrito anteriormente.

[0141] Si el vector de LSF media de trama actual no está ordenado de acuerdo con la regla antes de cualquier reordenamiento, el dispositivo electrónico 1237 puede aplicar 1514 un valor de ponderación sustituto para generar un vector sustituto de LSF media de trama actual. En este caso, el dispositivo electrónico 1237 puede determinar que la trama actual es potencialmente inestable y puede aplicar el valor de ponderación sustituto para generar un parámetro de trama estable (por ejemplo, el vector sustituto de LSF media de trama actual). Esto se puede lograr como se ha descrito anteriormente en relación con la Figura 14.

[0142] El dispositivo electrónico 1237 puede entonces determinar 1516 vectores de LSF de subtrama para la trama actual y sintetizar 1518 una señal de voz decodificada 1259, como se ha descrito anteriormente en relación con la Figura 14. Por ejemplo, el dispositivo electrónico 1237 puede hacer pasar una señal de excitación 1275 a través de un filtro de síntesis 1257 que está especificado por los coeficientes 1255, basándose en los vectores de LSF de subtrama 1251 (que se basan en el actual vector sustituto de LSF media) para producir una señal de voz decodificada 1259.

[0143] La Figura 16 es un diagrama de flujo que ilustra otra configuración más específica de un procedimiento 1600 para mitigar la inestabilidad potencial de tramas. Por ejemplo, algunas configuraciones de los sistemas y procedimientos divulgados en este documento pueden aplicarse en dos procedimientos: detectar una inestabilidad potencial de LSF y mitigar la inestabilidad potencial de LSF.

[0144] Un dispositivo electrónico 1237 puede recibir 1602 una trama después de una trama borrada. Por ejemplo, el dispositivo electrónico 1237 puede detectar una trama borrada y recibir una o más tramas después de la trama borrada. Más específicamente, el dispositivo electrónico 1237 puede recibir parámetros correspondientes a tramas después de la trama borrada.

[0145] El dispositivo electrónico 1237 puede determinar si existe la posibilidad de que el vector de LSF media de la trama actual sea inestable. En algunas implementaciones, el dispositivo electrónico 1237 puede suponer que una o más tramas después de una trama borrada son potencialmente inestables (por ejemplo, incluyen un vector de LSF media potencialmente inestable).

[0146] Si se detecta una inestabilidad potencial, el vector de ponderación recibido w_n , utilizado para la interpolación / extrapolación por el codificador (transmitido como un índice al decodificador 1208, por ejemplo), puede ser descartado. Por ejemplo, el dispositivo electrónico 1237 (por ejemplo, el decodificador 1208) puede descartar el vector de ponderación.

[0147] El dispositivo electrónico 1237 puede aplicar 1604 un valor de ponderación sustituto para generar un vector sustituto (estable) de LSF media de trama actual. Por ejemplo, el decodificador 1208 aplica un valor de ponderación sustituto $w^{sustituto}$, como se ha descrito anteriormente en relación con la Figura 12.

[0148] La inestabilidad de los vectores de LSF puede propagarse si las tramas subsiguientes (por ejemplo, $n+1$, $n+2$, etc.) utilizan técnicas de cuantización predictiva para cuantizar los vectores de LSF final. Por lo tanto, para la trama actual y la trama subsiguiente recibida 1608, hasta que el dispositivo electrónico 1237 determine 1606, 1614 que se utilizan técnicas de cuantización de LSF no predictivas para una trama, el decodificador 1208 puede determinar 1612 si el vector de LSF media de la trama actual está ordenado de acuerdo con una regla antes de cualquier reordenamiento. Más específicamente, el dispositivo electrónico 1237 puede determinar 1606 si la trama actual utiliza

la cuantización de LSF predictiva. Si la trama actual utiliza la cuantización de LSF predictiva, el dispositivo electrónico 1237 puede determinar 1608 si se recibe correctamente una nueva trama (por ejemplo, la siguiente trama). Si la nueva trama no se recibe correctamente (por ejemplo, la nueva trama es una trama borrada), entonces la operación puede proceder a recibir 1602 una trama actual después de la trama borrada. Si el dispositivo electrónico 1237 determina 1608 que se recibe correctamente una nueva trama, el dispositivo electrónico 1237 puede aplicar 1610 un vector de ponderación recibido para generar un vector de LSF media de trama actual. Por ejemplo, el dispositivo electrónico 1237 puede usar el vector de ponderación actual para la LSF media de trama actual (inicialmente sin reemplazarlo). Por consiguiente, para todas las tramas subsiguientes (recibidas correctamente) hasta que se utilicen técnicas de cuantización de LSF no predictivas, el decodificador puede aplicar 1610 un vector de ponderación recibido para generar un vector de LSF media de trama actual y determinar 1612 si el vector de LSF media de trama actual está ordenado de acuerdo con una regla antes de cualquier reordenamiento. Por ejemplo, el dispositivo electrónico 1237 puede aplicar 1610 un vector de ponderación basado en un índice transmitido desde un codificador para la interpolación de vectores de LSF media. Luego, el dispositivo electrónico 1237 puede determinar 1612 si el vector de LSF media de trama actual, correspondiente a la trama, está ordenado de tal manera que $x_{1,n}^m + \Delta \leq x_{2,n}^m + \Delta \leq \dots \leq x_{M,n}^m$ antes de cualquier reordenamiento.

[0149] Si se detecta una violación de la regla, el vector de LSF media es potencialmente inestable. Por ejemplo, si el dispositivo electrónico 1237 determina 1612 que el vector de LSF media correspondiente a la trama no está ordenado de acuerdo con la regla antes de cualquier reordenamiento, el dispositivo electrónico 1237 determina que las dimensiones de LSF en el vector de LSF media son potencialmente inestables. El decodificador 1208 puede mitigar la inestabilidad potencial aplicando 1604 el valor de ponderación sustituto, como se ha descrito anteriormente.

[0150] Si el vector de LSF media de trama actual está ordenado de acuerdo con la regla, el dispositivo electrónico 1237 puede determinar 1614 si la trama actual utiliza cuantización predictiva. Si la trama actual utiliza cuantización predictiva, el dispositivo electrónico 1237 puede aplicar 1604 el valor de ponderación sustituto, como se ha descrito anteriormente. Si el dispositivo electrónico 1237 determina 1614 que la trama actual no utiliza la cuantización predictiva (por ejemplo, que la trama actual utiliza la cuantización no predictiva), el dispositivo electrónico 1237 puede determinar 1616 si se recibe una nueva trama correctamente. Si una nueva trama no se recibe correctamente (por ejemplo, si la nueva trama es una trama borrada), la operación puede proceder a recibir 1602 una trama actual después de una trama borrada.

[0151] Si la trama actual utiliza cuantización no predictiva y si el dispositivo electrónico 1237 determina 1616 que se recibe una nueva trama correctamente, el decodificador 1208 continúa funcionando normalmente utilizando el vector de ponderación recibido que se utiliza en una modalidad normal de funcionamiento. En otras palabras, el dispositivo electrónico 1237 puede aplicar 1618 un vector de ponderación recibido basándose en el índice transmitido desde el codificador para la interpolación de vectores de LSF media para cada trama recibida correctamente. En particular, el dispositivo electrónico 1237 puede aplicar 1618 el vector de ponderación recibido basándose en el índice recibido desde el codificador para cada trama posterior (por ejemplo, $n + n_{np} + 1$, $n + n_{np} + 2$, etc., donde n_{np} es el número de trama de una trama que utiliza cuantización no predictiva), hasta que se produzca una trama borrada.

[0152] Los sistemas y procedimientos descritos en este documento pueden implementarse en un decodificador 1208. En algunas configuraciones, no se necesitan bits adicionales para ser transmitidos desde el codificador al decodificador 1208 para permitir la detección y mitigación de la posible inestabilidad de tramas. Además, los sistemas y procedimientos divulgados en este documento no degradan la calidad en condiciones de canal despejado.

[0153] La Figura 17 es un gráfico que ilustra un ejemplo de una señal de voz sintetizada. El eje horizontal del gráfico se ilustra en el tiempo 1701 (por ejemplo, segundos) y el eje vertical del gráfico se ilustra en la amplitud 1733 (por ejemplo, un número, un valor). La amplitud 1733 puede ser un número representado en bits. En algunas configuraciones, se pueden utilizar 16 bits para representar muestras de una señal de voz cuyo valor varía entre -32768 y 32767, lo que corresponde a un rango (por ejemplo, un valor entre -1 y +1 en punto flotante). Cabe señalar que la amplitud 1733 puede representarse de manera diferente en función de la implementación. En algunos ejemplos, el valor de la amplitud 1733 puede corresponder a una señal electromagnética caracterizada por voltaje (en voltios) y / o corriente (en amperios).

[0154] Los sistemas y procedimientos divulgados en este documento pueden implementarse para generar la señal de voz sintetizada, como se muestra en la Figura 17. En otras palabras, la Figura 17 es un gráfico que ilustra un ejemplo de una señal de voz sintetizada que resulta de la aplicación de los sistemas y procedimientos divulgados en este documento. La onda correspondiente sin aplicar los sistemas y procedimientos divulgados en este documento se muestra en la Figura 11. Como se puede observar, los sistemas y procedimientos divulgados en este documento proporcionan mitigación de distorsiones 1777. En otras palabras, las distorsiones 1135 ilustradas en la Figura 11 se mitigan o eliminan aplicando los sistemas y procedimientos divulgados en este documento, como se ilustra en la Figura 17.

[0155] La Figura 18 es un diagrama de bloques que ilustra una configuración de un dispositivo de comunicación inalámbrica 1837 en el que se pueden implementar sistemas y procedimientos para mitigar la inestabilidad potencial

de tramas. El dispositivo de comunicación inalámbrica 1837 ilustrado en la figura 18 puede ser un ejemplo de al menos uno de los dispositivos electrónicos descritos en el presente documento. El dispositivo de comunicación inalámbrica 1837 puede incluir un procesador de aplicaciones 1893. El procesador de aplicaciones 1893 en general procesa instrucciones (por ejemplo, ejecuta programas) para realizar funciones en el dispositivo de comunicación inalámbrica 1837. El procesador de aplicaciones 1893 puede acoplarse a un codificador/decodificador (códec) de audio 1891.

[0156] El códec de audio 1891 puede usarse para codificar y/o decodificar señales de audio. El códec de audio 1891 puede acoplarse al menos a un altavoz 1883, un auricular 1885, una clavija de salida 1887 y/o al menos un micrófono 1889. Los altavoces 1883 pueden incluir uno o más transductores electroacústicos que convierten las señales eléctricas o electrónicas en señales acústicas. Por ejemplo, los altavoces 1883 pueden usarse para reproducir música o emitir una conversación de altavoz telefónico, etc. El auricular 1885 puede ser otro altavoz o transductor electroacústico que puede usarse para emitir señales acústicas (por ejemplo, señales de voz) a un usuario. Por ejemplo, el auricular 1885 puede usarse de tal forma que únicamente un usuario pueda escuchar de forma fiable la señal acústica. La clavija de salida 1887 puede usarse para acoplar otros dispositivos al dispositivo de comunicación inalámbrica 1837 para emitir audio, tales como los auriculares. Los altavoces 1883, el auricular 1885 y/o la clavija de salida 1887 pueden usarse, en general, para emitir una señal de audio a partir del códec de audio 1891. El al menos un micrófono 1889 puede ser un transductor acústico-eléctrico que convierte una señal acústica (tal como la voz de un usuario) en señales eléctricas o electrónicas que se proporcionan al códec de audio 1891.

[0157] El códec de audio 1891 (por ejemplo, un decodificador) puede incluir un módulo de determinación de parámetros de trama 1861, un módulo de determinación de estabilidad 1869 y / o un módulo de sustitución de valores de ponderación 1865. El módulo de determinación de parámetros de trama 1861, el módulo de determinación de estabilidad 1869 y / o el módulo de sustitución de valores de ponderación 1865 pueden funcionar como se ha descrito anteriormente en relación con la Figura 12.

[0158] El procesador de aplicaciones 1893 también puede acoplarse a un circuito de gestión de alimentación 1804. Un ejemplo de un circuito de gestión de alimentación 1804 es un circuito integrado de gestión de alimentación (PMIC), que puede usarse para gestionar el consumo de alimentación eléctrica del dispositivo de comunicación inalámbrica 1837. El circuito de gestión de alimentación 1804 puede acoplarse a una batería 1806. La batería 1806 puede proporcionar, en general, alimentación eléctrica al dispositivo de comunicación inalámbrica 1837. Por ejemplo, la batería 1806 y/o el circuito de gestión de alimentación 1804 pueden acoplarse a al menos uno de los elementos incluidos en el dispositivo de comunicación inalámbrica 1837.

[0159] El procesador de aplicaciones 1893 puede acoplarse a al menos un dispositivo de entrada 1808 para recibir entradas. Los ejemplos de dispositivos de entrada 1808 incluyen sensores infrarrojos, sensores de imagen, acelerómetros, sensores táctiles, paneles de teclas, etc. Los dispositivos de entrada 1808 pueden permitir la interacción del usuario con el dispositivo de comunicación inalámbrica 1837. El procesador de aplicaciones 1893 también puede acoplarse a uno o más dispositivos de salida 1810. Los ejemplos de dispositivos de salida 1810 incluyen impresoras, proyectores, pantallas, dispositivos hápticos, etc. Los dispositivos de salida 1810 pueden permitir que el dispositivo de comunicación inalámbrica 1837 produzca una salida que puede ser experimentada por un usuario.

[0160] El procesador de aplicaciones 1893 puede acoplarse a una memoria de aplicaciones 1812. La memoria de aplicaciones 1812 puede ser cualquier dispositivo electrónico que sea capaz de almacenar información electrónica. Los ejemplos de una memoria de aplicaciones 1812 incluyen memoria de acceso aleatorio dinámico síncrono de doble velocidad de datos (DDRAM), memoria de acceso aleatorio dinámico síncrono (SDRAM), memoria flash, etc. La memoria de aplicaciones 1812 puede proporcionar almacenamiento para el procesador de aplicaciones 1893. Por ejemplo, la memoria de aplicaciones 1812 puede almacenar datos y/o instrucciones para el funcionamiento de programas que se ejecutan en el procesador de aplicaciones 1893.

[0161] El procesador de aplicaciones 1893 puede acoplarse a un controlador de pantalla 1814 que, a su vez, puede acoplarse a una pantalla 1816. El controlador de pantalla 1814 puede ser un bloque de hardware que se usa para generar imágenes en la pantalla 1816. Por ejemplo, el controlador de pantalla 1814 puede traducir instrucciones y/o datos desde el procesador de aplicaciones 1893 en imágenes que pueden presentarse en la pantalla 1816. Los ejemplos de la pantalla 1816 incluyen paneles de pantalla de cristal líquido (LCD), paneles de diodos emisores de luz (LED), pantallas de tubo de rayos catódicos (CRT), pantallas de plasma, etc.

[0162] El procesador de aplicaciones 1893 puede acoplarse a un procesador de banda base 1895. El procesador de banda base 1895 en general procesa señales de comunicación. Por ejemplo, el procesador de banda base 1895 puede demodular y/o decodificar las señales recibidas. De forma adicional o alternativa, el procesador de banda base 1895 puede codificar y/o modular señales en preparación para la transmisión.

[0163] El procesador de banda base 1895 puede acoplarse a la memoria de banda base 1818. La memoria de banda base 1818 puede ser cualquier dispositivo electrónico capaz de almacenar información electrónica, tal como SDRAM, DDRAM, memoria flash, etc. El procesador de banda base 1895 puede leer información (por ejemplo, instrucciones y/o datos) de, y/o escribir información en, la memoria de banda base 1818. De forma adicional o alternativa, el

procesador de banda base 1895 puede usar instrucciones y/o datos almacenados en la memoria de banda base 1818 para realizar operaciones de comunicación.

[0164] El procesador de banda base 1895 puede acoplarse a un transceptor de radiofrecuencia (RF) 1897. El transceptor de RF 1897 puede acoplarse a un amplificador de potencia 1899 y una o más antenas 1802. El transceptor de RF 1897 puede transmitir y/o recibir señales de radiofrecuencia. Por ejemplo, el transceptor de RF 1897 puede transmitir una señal de RF usando un amplificador de potencia 1899 y al menos una antena 1802. El transceptor de RF 1897 también puede recibir señales de RF usando las una o más antenas 1802. Debería observarse que uno o más de los elementos incluidos en el dispositivo de comunicación inalámbrica 1837 se pueden acoplar a un bus general que puede permitir la comunicación entre los elementos.

[0165] La figura 19 ilustra diversos componentes que pueden utilizarse en un dispositivo electrónico 1937. Los componentes ilustrados pueden estar situados en la misma estructura física o en alojamientos o estructuras individuales. El dispositivo electrónico 1937 descrito en relación con la figura 19 puede implementarse de acuerdo con uno o más de los dispositivos electrónicos descritos en el presente documento. El dispositivo electrónico 1937 incluye un procesador 1926. El procesador 1926 puede ser un microprocesador de propósito general con un único chip o varios chips (por ejemplo, un ARM), un microprocesador de propósito especial (por ejemplo, un procesador de señales digitales (DSP)), un microcontrolador, una formación de compuertas programables, etc. El procesador 1926 puede denominarse una unidad de procesamiento central (CPU). Aunque solo se muestra un único procesador 1926 en el dispositivo electrónico 1937 de la figura 19, en una configuración alternativa, podría usarse una combinación de procesadores (por ejemplo, un ARM y DSP).

[0166] El dispositivo electrónico 1937 también incluye una memoria 1920 en comunicación electrónica con el procesador 1926. Es decir, el procesador 1926 puede leer información de, y/o escribir información en, la memoria 1920. La memoria 1920 puede ser cualquier componente electrónico capaz de almacenar información electrónica. La memoria 1920 puede ser una memoria de acceso aleatorio (RAM), una memoria de solo lectura (ROM), medios de almacenamiento de disco magnético, medios de almacenamiento ópticos, dispositivos de memoria flash en RAM, una memoria de a bordo incluida con el procesador, una memoria de solo lectura programable (PROM), una memoria de solo lectura programable y borrrable (EPROM), PROM eléctricamente borrrable (EEPROM), registros, etc., incluyendo combinaciones de los mismos.

[0167] Los datos 1924a y las instrucciones 1922a pueden almacenarse en la memoria 1920. Las instrucciones 1922a pueden incluir uno o más programas, rutinas, subrutinas, funciones, procedimientos, etc. Las instrucciones 1922a pueden incluir una única sentencia legible por ordenador o muchas sentencias legibles por ordenador. Las instrucciones 1922a pueden ser ejecutables por el procesador 1926 para implementar uno o más de los procedimientos, funciones y procedimientos descritos anteriormente. La ejecución de las instrucciones 1922a puede implicar el uso de los datos 1924a que se almacenan en la memoria 1920. La figura 19 muestra algunas instrucciones 1922b y datos 1924b que se cargan en el procesador 1926 (que pueden proceder de las instrucciones 1922a y los datos 1924a).

[0168] El dispositivo electrónico 1937 también puede incluir una o más interfaces de comunicación 1930 para comunicarse con otros dispositivos electrónicos. Las interfaces de comunicación 1930 pueden basarse en tecnología de comunicación cableada, tecnología de comunicación inalámbrica, o ambas. Los ejemplos de diferentes tipos de interfaces de comunicación 1930 incluyen un puerto en serie, un puerto en paralelo, un bus universal en serie (USB), un adaptador de Ethernet, una interfaz de bus IEEE 1394, una interfaz de bus de la interfaz de sistema para ordenador pequeño (SCSI), un puerto de comunicación de infrarrojos (IR), un adaptador de comunicación inalámbrica Bluetooth, etc.

[0169] El dispositivo electrónico 1937 también puede incluir uno o más dispositivos de entrada 1932 y uno o más dispositivos de salida 1936. Los ejemplos de diferentes tipos de dispositivos de entrada 1932 incluyen un teclado, un ratón, un micrófono, un dispositivo de control remoto, un botón, una palanca de mando, una rueda de desplazamiento, un panel táctil, un lápiz óptico, etc. Por ejemplo, el dispositivo electrónico 1937 puede incluir uno o más micrófonos 1934 para capturar señales acústicas. En una configuración, un micrófono 1934 puede ser un transductor que convierte señales acústicas (por ejemplo, voz, conversación) en señales eléctricas o electrónicas. Los ejemplos de diferentes tipos de dispositivos de salida 1936 incluyen un altavoz, una impresora, etc. Por ejemplo, el dispositivo electrónico 1937 puede incluir uno o más altavoces 1938. En una configuración, un altavoz 1938 puede ser un transductor que convierte las señales eléctricas o electrónicas en señales acústicas. Un tipo específico de dispositivo de salida que puede incluirse habitualmente en un dispositivo electrónico 1937 es un dispositivo de pantalla 1940. Los dispositivos de pantalla 1940 usados con las configuraciones divulgadas en el presente documento pueden utilizar cualquier tecnología adecuada de proyección de imágenes, tal como un tubo de rayos catódicos (CRT), una pantalla de cristal líquido (LCD), un diodo emisor de luz (LED), plasma de gas, electroluminiscencia o similares. También puede proporcionarse un controlador de pantalla 1942, para convertir los datos almacenados en la memoria 1920 en texto, gráficos y/o imágenes en movimiento (según corresponda) que se muestran en el dispositivo de pantalla 1940.

[0170] Los diversos componentes del dispositivo electrónico 1937 pueden acoplarse entre sí mediante uno o más buses, que pueden incluir un bus de potencia, un bus de señales de control, un bus de señales de estado, un bus de

datos, etc. Para simplificar, los diversos buses se ilustran en la figura 19 como un sistema de bus 1928. Se ha de observar que la figura 19 ilustra únicamente una configuración posible de un dispositivo electrónico 1937. Pueden utilizarse otras diversas arquitecturas y componentes diferentes.

5 **[0171]** En la descripción anterior, los números de referencia se han usado a veces en relación con diversos términos. Cuando se usa un término en relación con un número de referencia, esto puede pretender referirse a un elemento específico que se muestra en una o más de las figuras. Cuando se usa un término sin un número de referencia, esto puede pretender referirse en general al término sin limitación a ninguna figura particular.

10 **[0172]** El término "determinar" abarca una amplia variedad de acciones y, por lo tanto, "determinar" puede incluir calcular, computar, procesar, obtener, investigar, consultar (por ejemplo, consultar una tabla, una base de datos u otra estructura de datos), verificar y similares. Además, "determinar" puede incluir recibir (por ejemplo, recibir información), acceder, (por ejemplo, acceder a datos de una memoria) y similares. Asimismo, "determinar" puede incluir resolver, seleccionar, elegir, establecer y similares.

15 **[0173]** La frase "basándose en" no significa "basándose únicamente en", a menos que se especifique expresamente lo contrario. En otras palabras, la frase "basándose en" describe tanto "basándose únicamente en" como "basándose al menos en".

20 **[0174]** Se ha de observar que una o más de las características, funciones, procedimientos, componentes, elementos, estructuras, etc., que se describen en relación con una cualquiera de las configuraciones descritas en el presente documento, pueden combinarse con una o más de las funciones, procedimientos, componentes, elementos, estructuras, etc., que se describen en relación con cualquiera de las demás configuraciones descritas en el presente documento, cuando sean compatibles. En otras palabras, puede implementarse cualquier combinación compatible de las funciones, procedimientos, componentes, elementos, etc., que se describen en el presente documento, de acuerdo con los sistemas y procedimientos divulgados en el presente documento.

25 **[0175]** Las funciones descritas en el presente documento pueden almacenarse en forma de una o más instrucciones en un medio legible por procesador o legible por ordenador. La expresión "medio legible por ordenador" se refiere a cualquier medio disponible al que se pueda acceder mediante un ordenador o un procesador. A modo de ejemplo, y no de manera limitativa, tal medio puede comprender RAM, ROM, EEPROM, memoria flash, CD-ROM u otro almacenamiento de disco óptico, almacenamiento de disco magnético u otros dispositivos de almacenamiento magnéticos, o cualquier otro medio que pueda usarse para almacenar código de programa deseado en forma de instrucciones o estructuras de datos y al que se pueda acceder mediante un ordenador. Los discos, tal y como se usan en el presente documento, incluyen el disco compacto (CD), el disco de láser, el disco óptico, el disco versátil digital (DVD), el disco flexible y el disco Blu-ray®, donde algunos discos habitualmente reproducen datos de manera magnética, mientras que otros discos reproducen datos de manera óptica con láser. Ha de apreciarse que un medio legible por ordenador puede ser tangible y no transitorio. La expresión "producto de programa informático" se refiere a un dispositivo o procesador informático en combinación con código o instrucciones (por ejemplo, un "programa") que puede ejecutarse, procesarse o computarse mediante el dispositivo o procesador informático. Como se usa en el presente documento, el término "código" puede referirse a software, instrucciones, código o datos que se puede/n ejecutar mediante un dispositivo o procesador informático.

30 **[0176]** El software o las instrucciones pueden transmitirse también por un medio de transmisión. Por ejemplo, si el software se transmite desde una sede de la Red, un servidor u otro origen remoto mediante un cable coaxial, un cable de fibra óptica, un par trenzado, una línea de abonado digital (DSL) o unas tecnologías inalámbricas tales como infrarrojos, radio y microondas, entonces el cable coaxial, el cable de fibra óptica, el par trenzado, la DSL o las tecnologías inalámbricas tales como infrarrojos, radio y microondas se incluyen en la definición de medio de transmisión.

35 **[0177]** Los procedimientos divulgados en el presente documento comprenden una o más etapas o acciones para lograr el procedimiento descrito. Las etapas y/o acciones del procedimiento se pueden intercambiar entre sí sin apartarse del alcance de las reivindicaciones. En otras palabras, a menos que se requiera un orden específico de las etapas o acciones para un funcionamiento adecuado del procedimiento que se describe, el orden de etapas y/o acciones específicas puede modificarse sin apartarse del alcance de las reivindicaciones.

40 **[0178]** Se ha de entender que las reivindicaciones no están limitadas a la configuración y a los componentes precisos ilustrados anteriormente. Pueden hacerse diversas modificaciones, cambios y variaciones en la disposición, el funcionamiento y los detalles de los sistemas, procedimientos y aparatos descritos en el presente documento sin apartarse del alcance de las reivindicaciones.

60

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para mitigar la inestabilidad potencial de tramas mediante un dispositivo electrónico, que comprende:
 - 5 obtener una trama actual de una señal de voz subsiguiente en el tiempo a una trama borrada;
 - aplicar un vector de ponderación recibido a un vector de frecuencia espectral de línea final de la trama actual (527, 709) y a un vector de frecuencia espectral de línea final de la trama anterior (523, 707), para
 - 10 generar un vector de frecuencia espectral de línea media de la trama actual (525, 711);
 - determinar si la trama actual es potencialmente inestable, en donde una trama potencialmente inestable tiene una o más características que indican un riesgo de producir una distorsión del habla; y
 - 15 aplicar un valor de ponderación sustituto en lugar del vector de ponderación recibido para generar un parámetro de trama estable si la trama actual es potencialmente inestable, en donde el valor de ponderación sustituto es un valor escalar mayor que 0 y menor que 1, y en donde el parámetro de trama estable es un vector de frecuencia espectral de línea media de la trama actual (525, 711), generado al aplicar el valor de ponderación sustituto al vector de frecuencia espectral de línea final de la trama actual (527, 709) y al vector de frecuencia espectral de línea final de la trama anterior (523, 707).
2. El procedimiento según la reivindicación 1, que comprende además interpolar una pluralidad de vectores de frecuencia espectral de línea de subtrama basándose en el vector de frecuencia espectral de línea media de trama.
- 25 3. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que generar el parámetro de trama estable comprende determinar un vector sustituto de frecuencia espectral de línea media de trama actual, que es igual a un producto de un vector de frecuencia espectral de línea final de trama actual y el valor de ponderación sustituto más un producto de un vector de frecuencia espectral de línea final de trama anterior y una diferencia entre uno y el valor de ponderación sustituto
- 30 4. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que el valor de ponderación sustituto se selecciona basándose en al menos una entre una clasificación de dos tramas y una diferencia de frecuencia espectral de línea entre las dos tramas.
- 35 5. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que determinar si la trama es potencialmente inestable se basa en si una frecuencia espectral de línea media de la trama actual está ordenada de acuerdo con una regla antes de cualquier reordenamiento.
- 40 6. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que determinar si la trama es potencialmente inestable se basa en si la trama está dentro de un número umbral de tramas después de la trama borrada.
7. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que determinar si la trama es potencialmente inestable se basa en si alguna trama entre la trama y la trama borrada utiliza cuantización no predictiva.
- 45 8. Un producto de programa informático para mitigar la inestabilidad potencial de tramas, que comprende un medio tangible no transitorio legible por ordenador que tiene instrucciones en el mismo, comprendiendo las instrucciones código para hacer que un dispositivo electrónico realice el procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7.
- 50 9. Un aparato para mitigar la inestabilidad potencial de tramas, que comprende:
 - medios para obtener una trama actual de una señal de voz subsiguiente en el tiempo a una trama borrada;
 - 55 medios para aplicar un vector de ponderación recibido a un vector de frecuencia espectral de línea final de la trama actual (527, 709) y a un vector de frecuencia espectral de línea final de la trama anterior (523, 707), para generar un vector de frecuencia espectral de línea media de la trama actual (525, 711);
 - medios para determinar si la trama actual es potencialmente inestable, en donde una trama potencialmente inestable tiene una o más características que indican un riesgo de producir una distorsión del habla; y
 - 60 medios para aplicar un valor de ponderación sustituto en lugar del vector de ponderación recibido para generar un parámetro de trama estable si la trama actual es potencialmente inestable, en donde el valor de ponderación sustituto es un valor escalar mayor que 0 y menor que 1, y en donde el parámetro de trama estable es un vector de frecuencia espectral de línea media de la trama actual (525, 711), generado
 - 65

aplicando el valor de ponderación sustituto al vector de frecuencia espectral de línea final de la trama actual (527, 709) y al vector de frecuencia espectral de línea final de la trama anterior (523, 707).

- 5 **10.** El aparato según la reivindicación 9, que comprende además medios para interpolar una pluralidad de vectores de frecuencia espectral de línea de subtrama basándose en el vector de frecuencia espectral de línea media de trama.
- 10 **11.** El aparato según la reivindicación 9, en el que generar el parámetro de trama estable comprende determinar un vector sustituto de frecuencia espectral de línea media de trama actual que es igual a un producto de un vector de frecuencia espectral de línea final de trama actual y el valor de ponderación sustituto más un producto de un vector de frecuencia espectral de línea final de trama anterior y una diferencia entre uno y el valor de ponderación sustituto.
- 15 **12.** El aparato según la reivindicación 9, en el que el valor de ponderación sustituto se selecciona basándose en al menos una entre una clasificación de dos tramas y una diferencia de frecuencia espectral de línea entre las dos tramas.
- 20 **13.** El aparato según la reivindicación 9, en el que determinar si la trama es potencialmente inestable se basa en si una frecuencia espectral de línea media de trama actual está ordenada de acuerdo con una regla antes de cualquier reordenamiento.
- 14.** El aparato según la reivindicación 9, en el que determinar si la trama es potencialmente inestable se basa en si la trama está dentro de un número umbral de tramas después de la trama borrada.
- 25 **15.** El aparato según la reivindicación 9, en el que determinar si la trama es potencialmente inestable se basa en si alguna trama entre la trama y la trama borrada utiliza cuantización no predictiva.

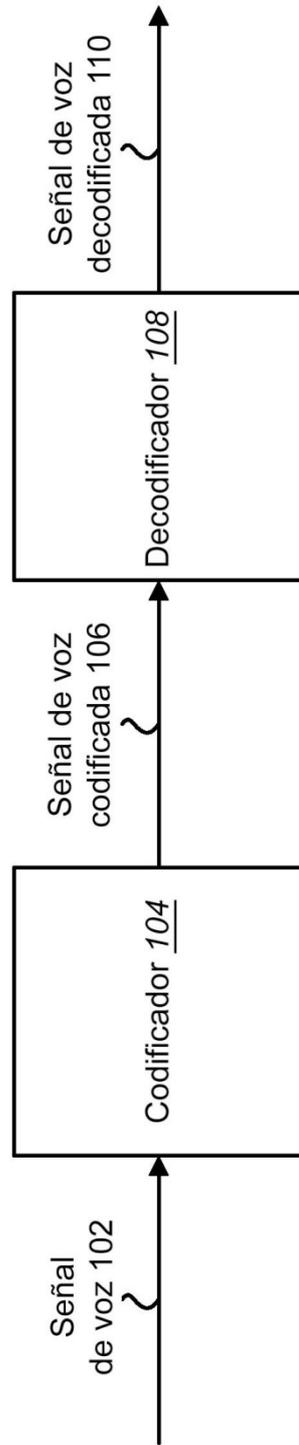


FIG. 1

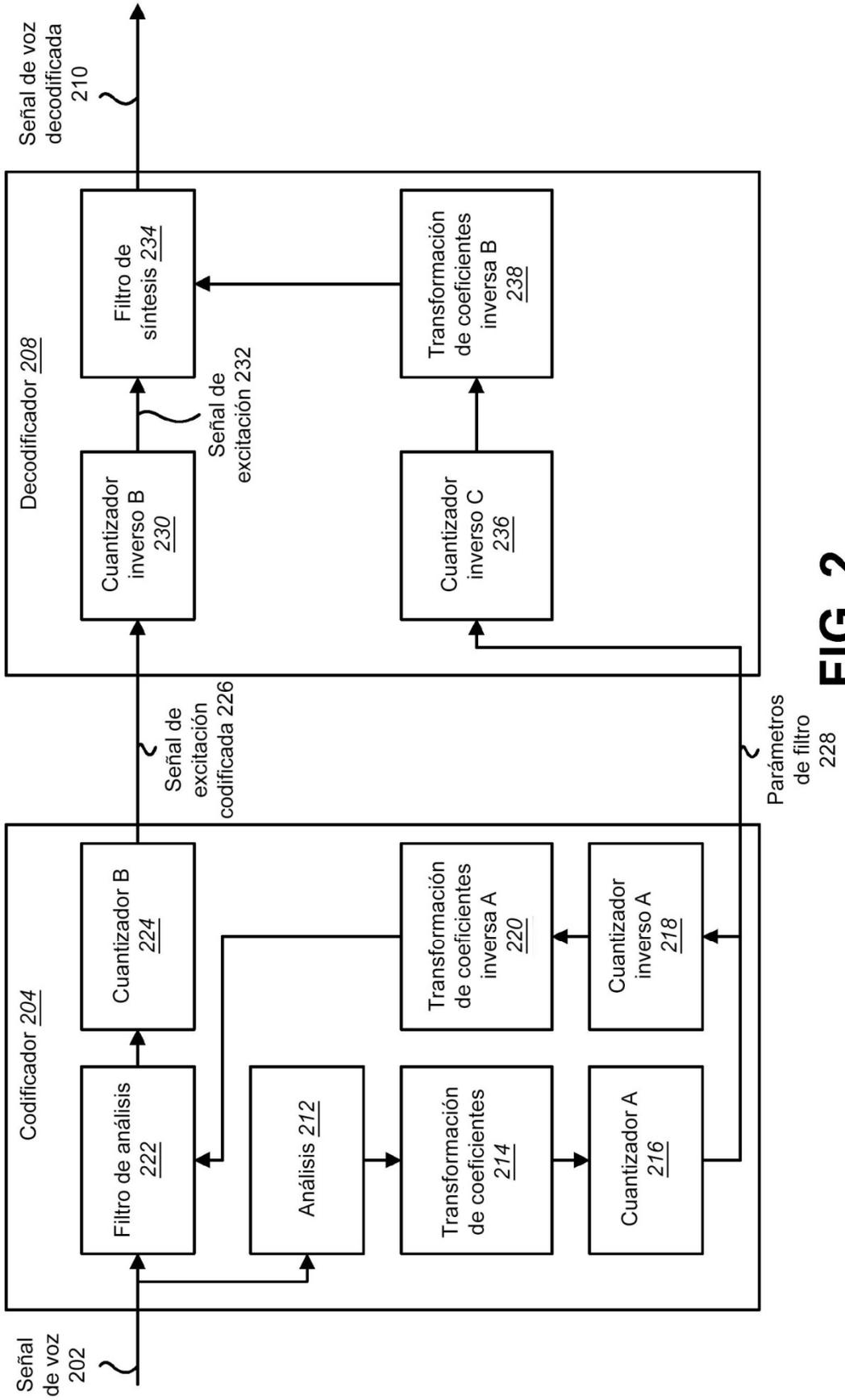


FIG. 2

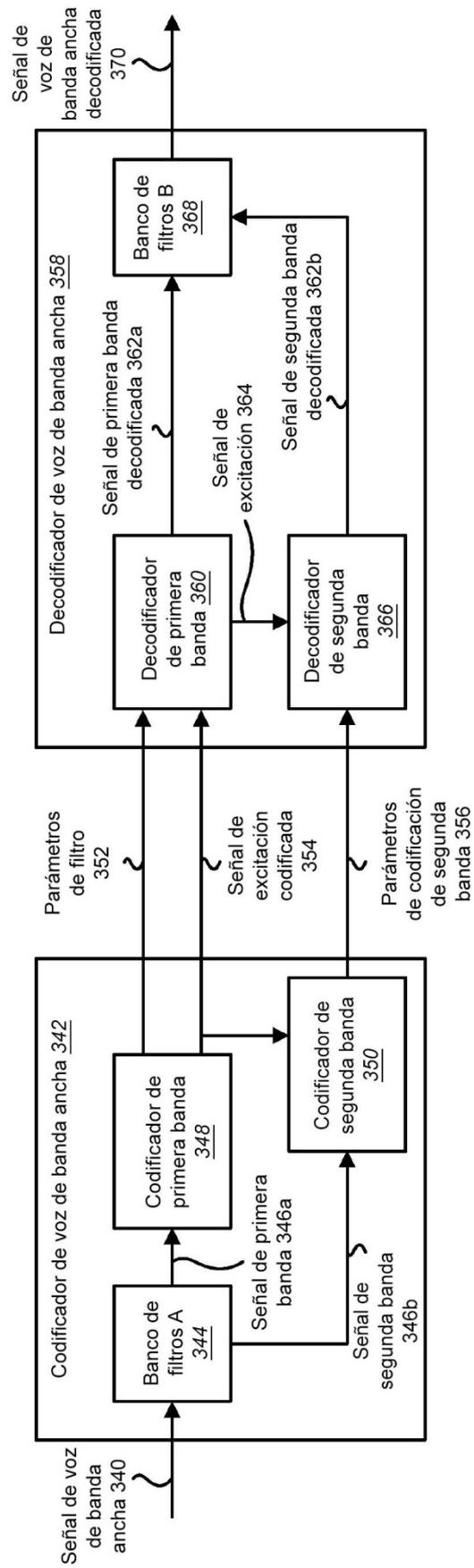


FIG. 3

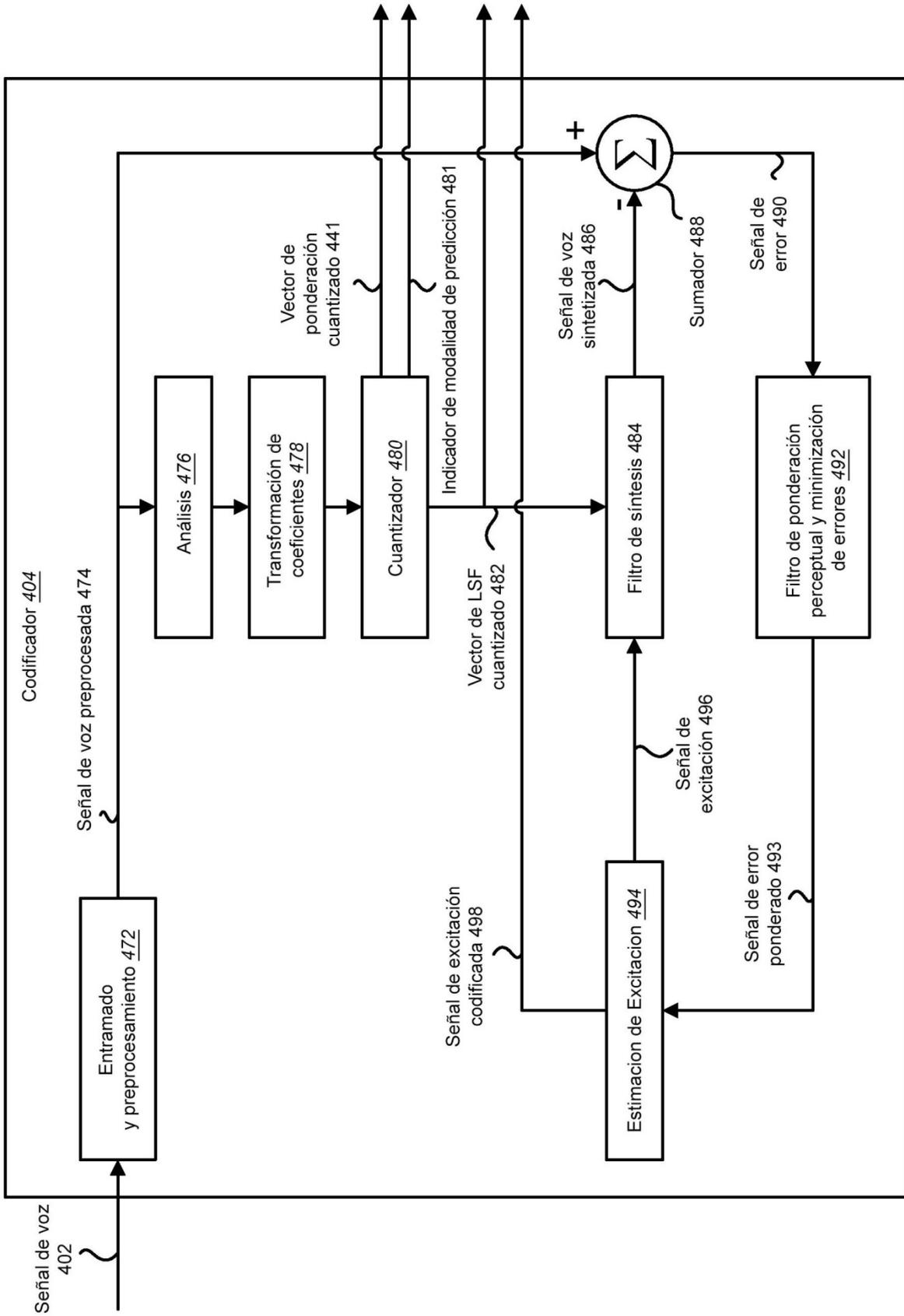


FIG. 4

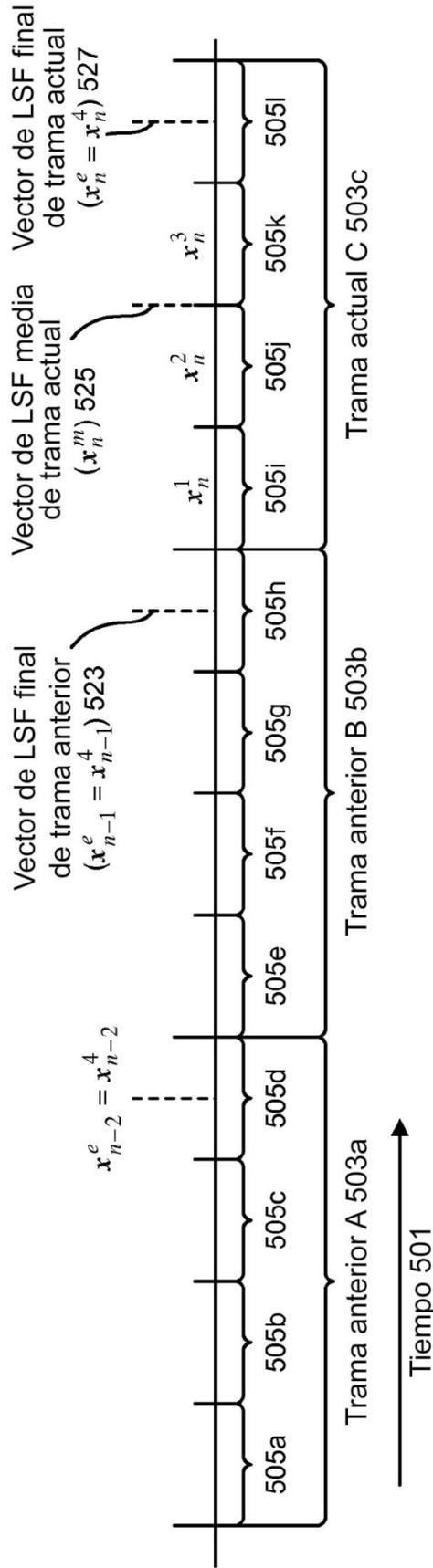


FIG. 5

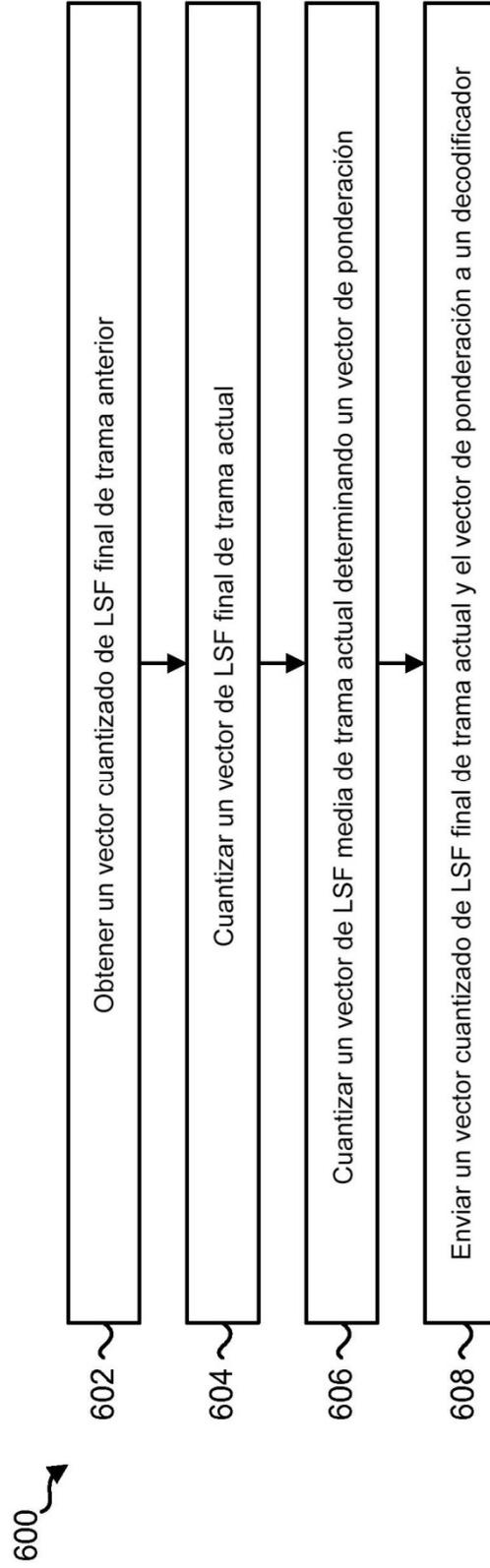


FIG. 6

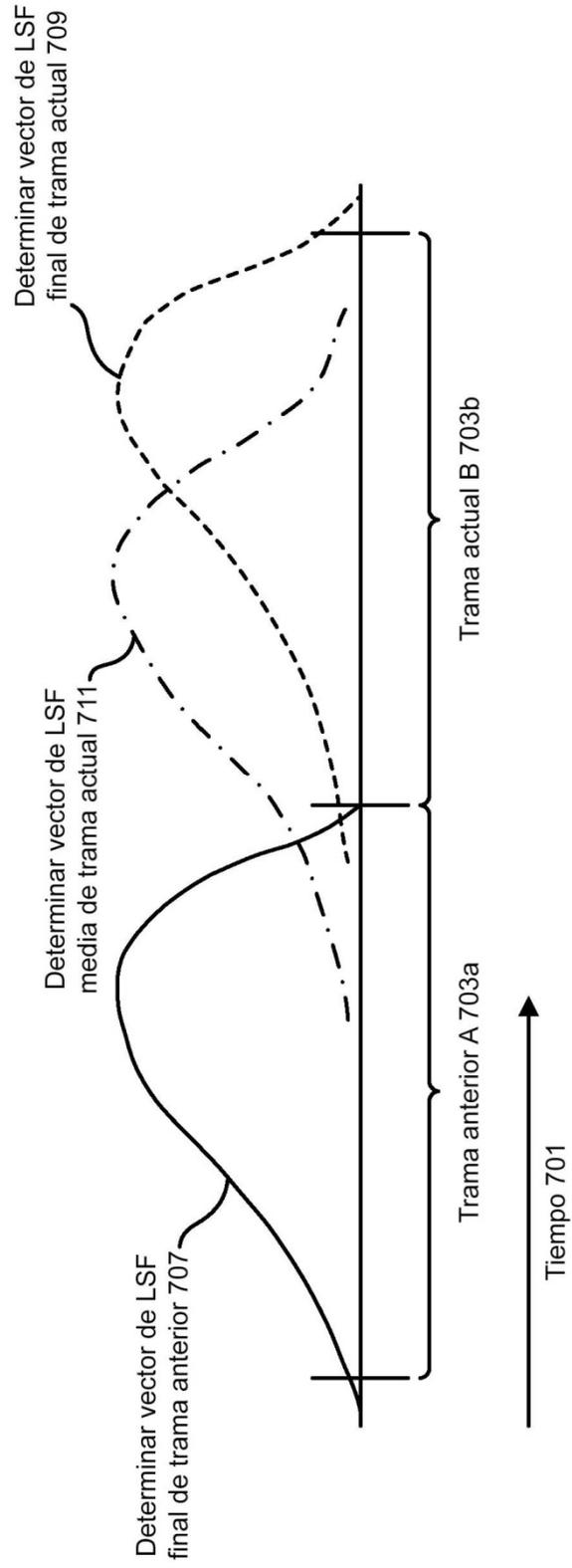


FIG. 7

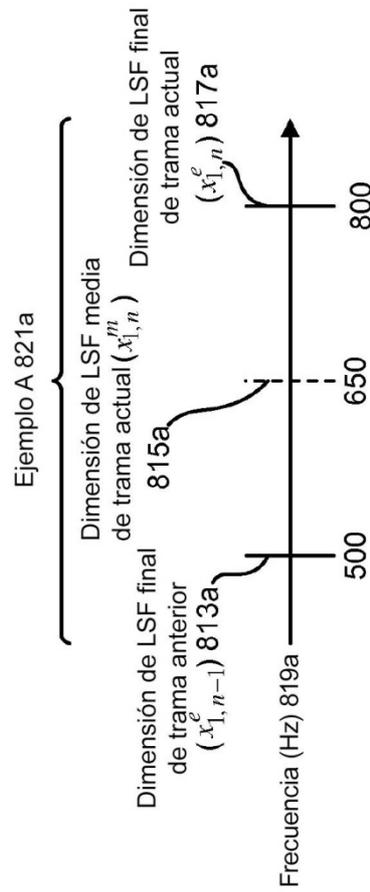
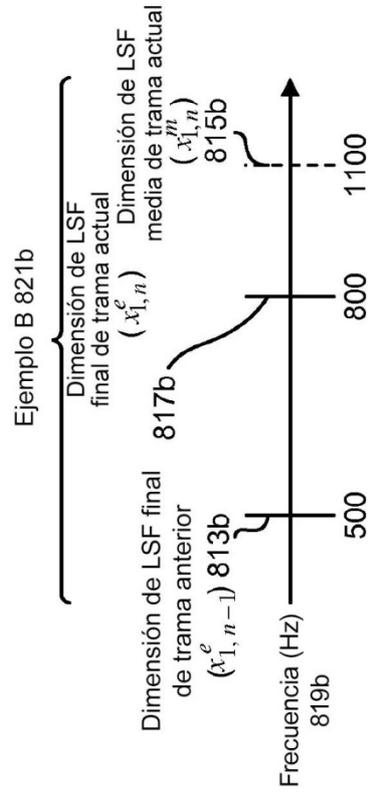


FIG. 8

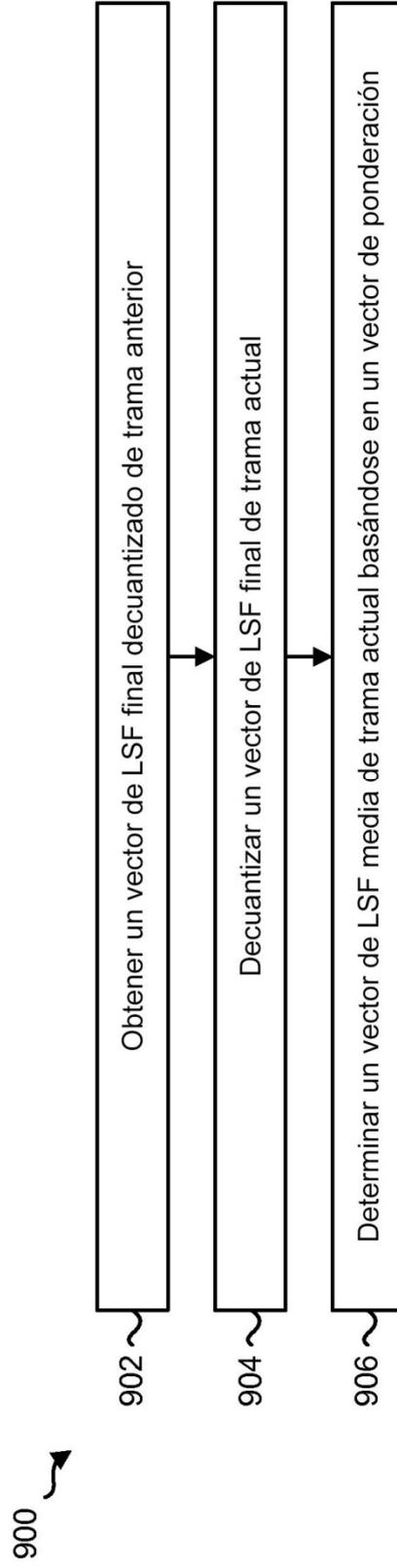


FIG. 9

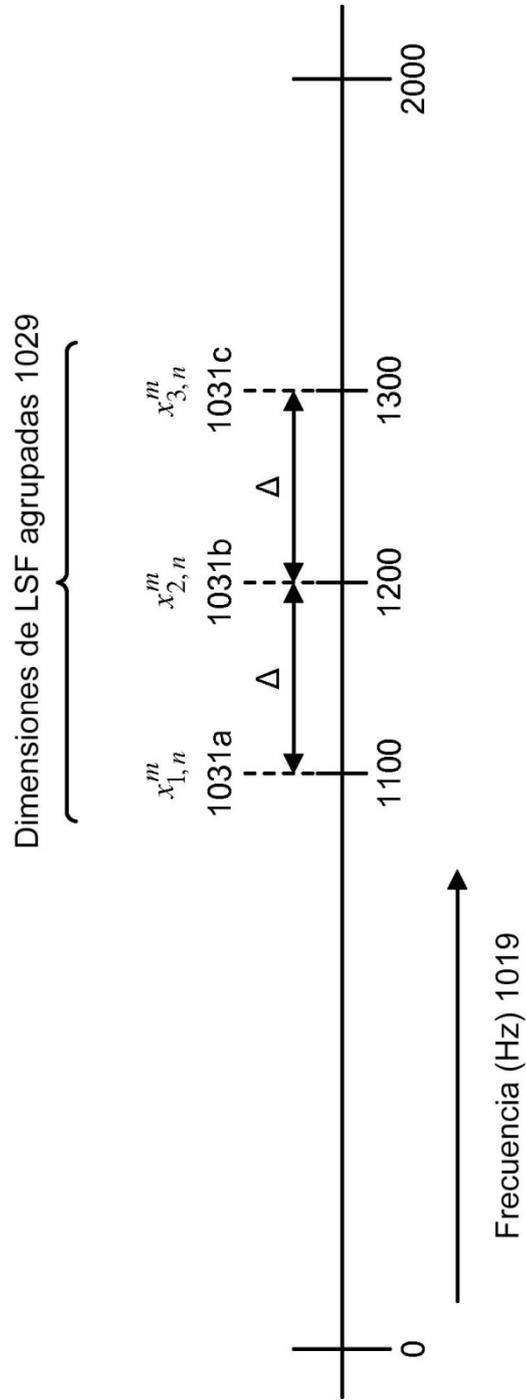
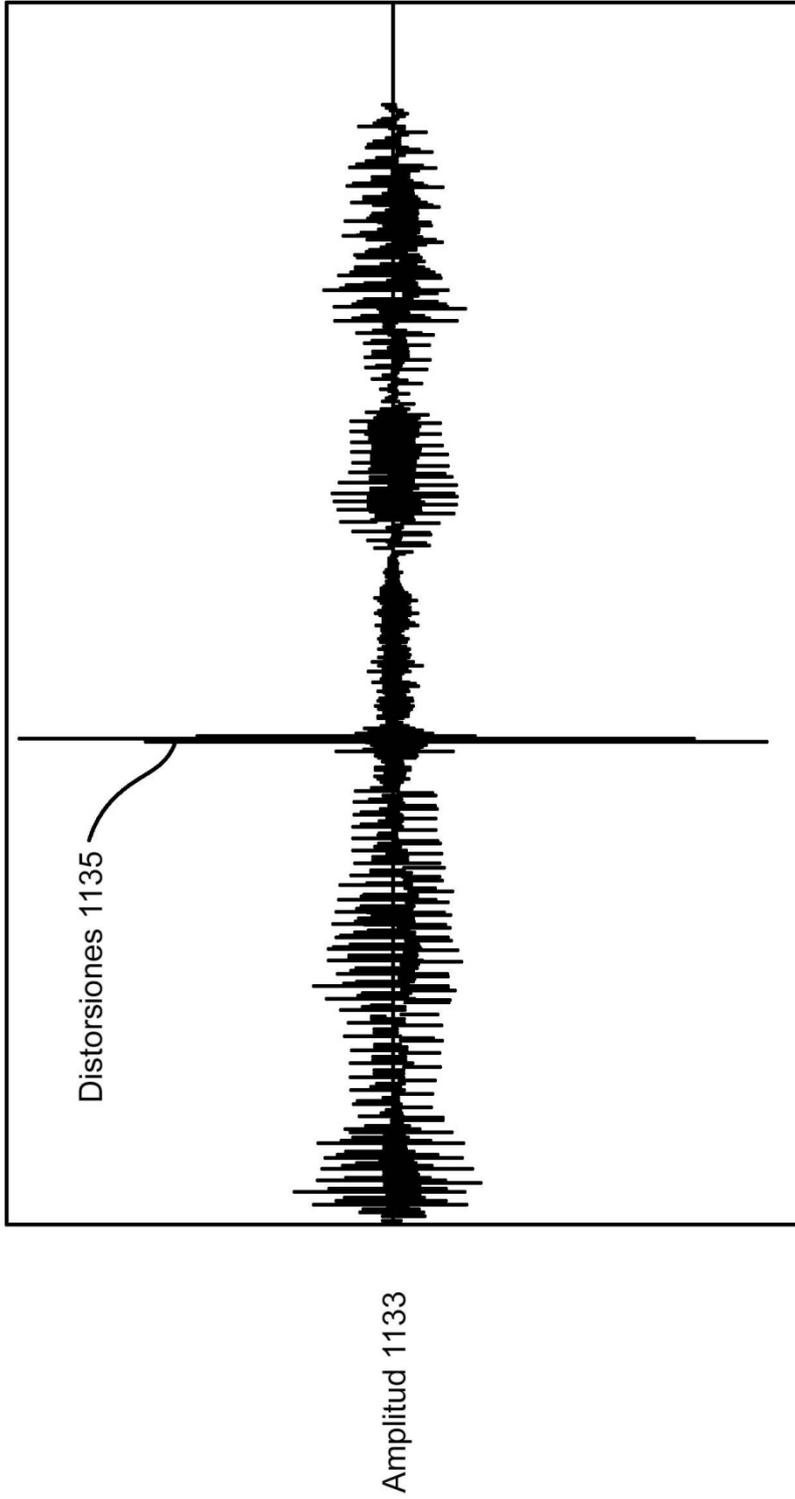


FIG. 10



Tiempo 1101

FIG. 11

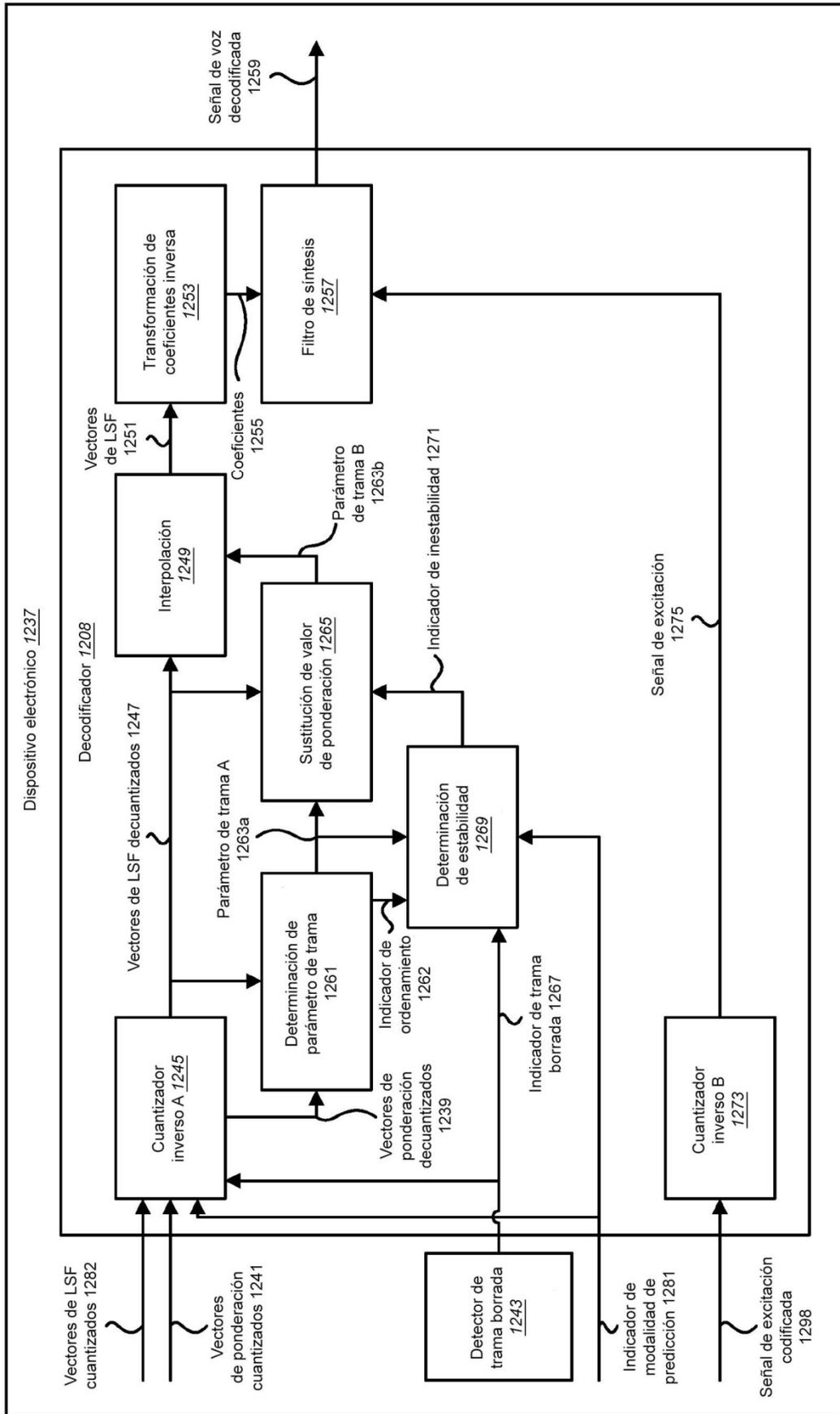


FIG. 12

1300 ↗

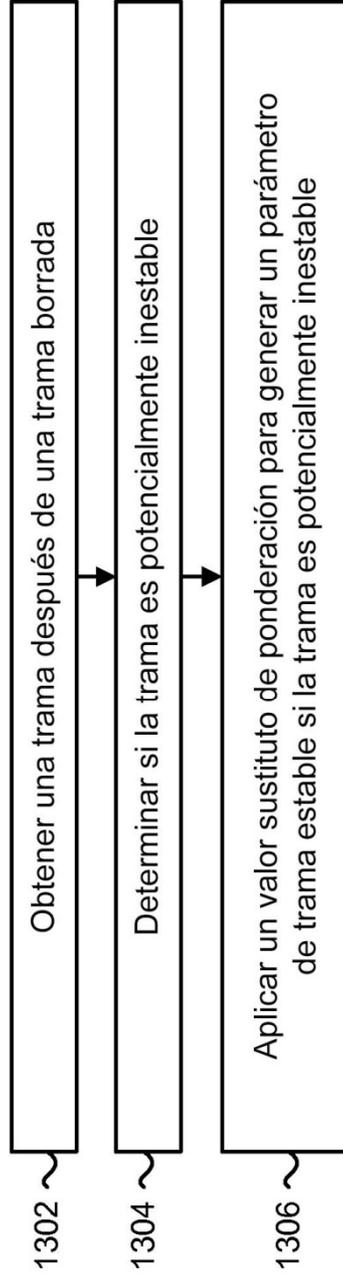


FIG. 13

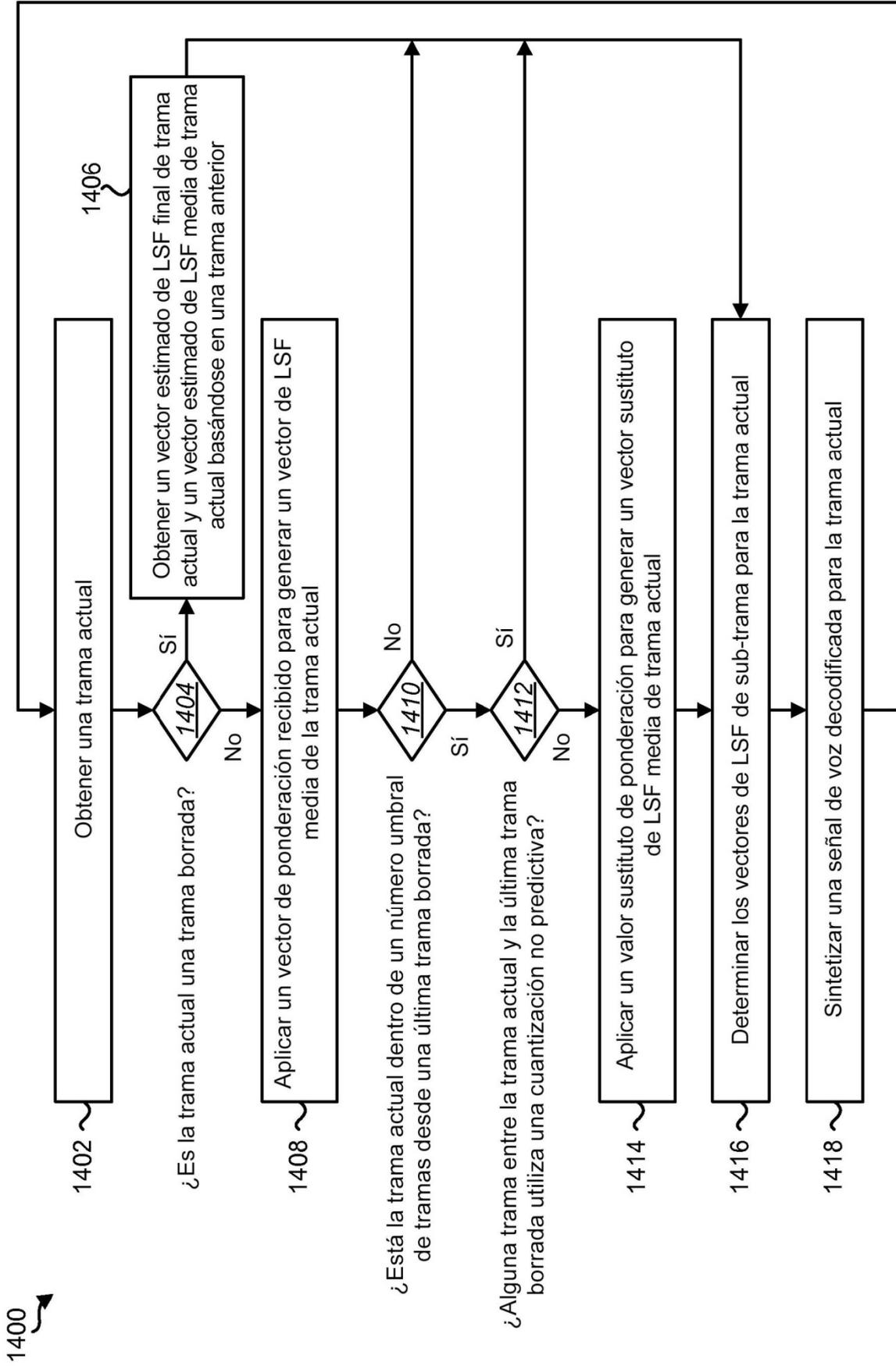


FIG. 14

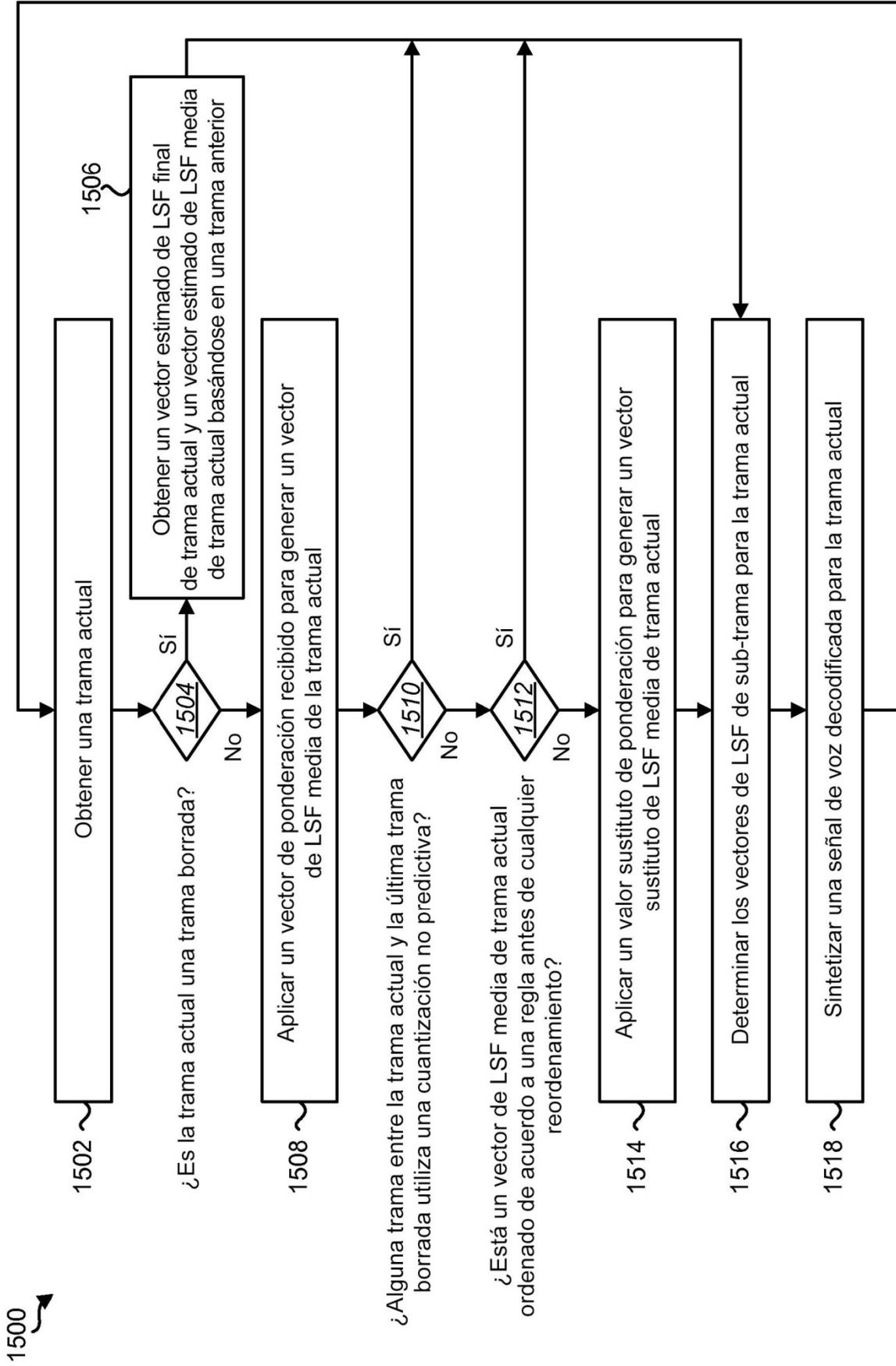


FIG. 15

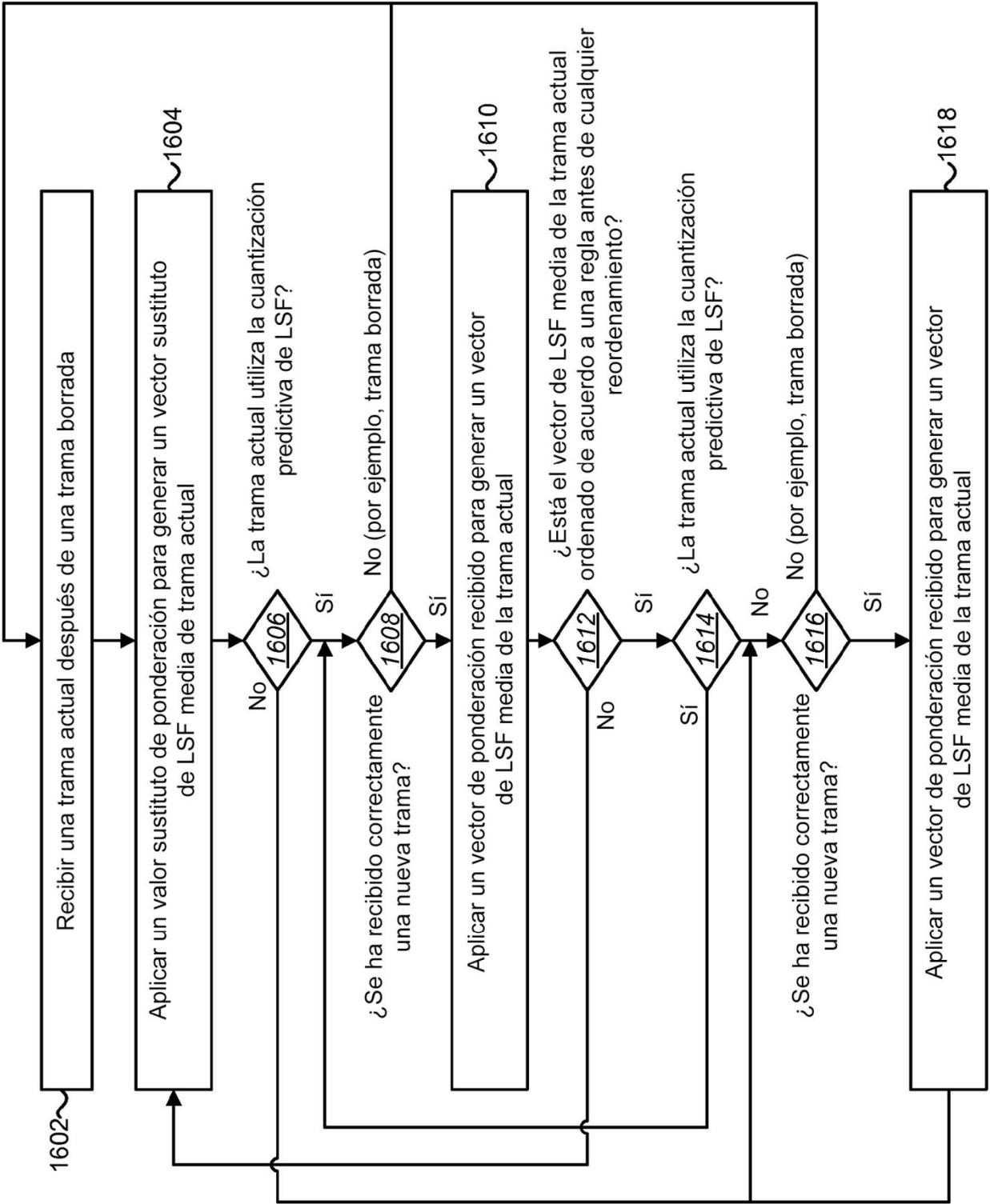


FIG. 16

1600

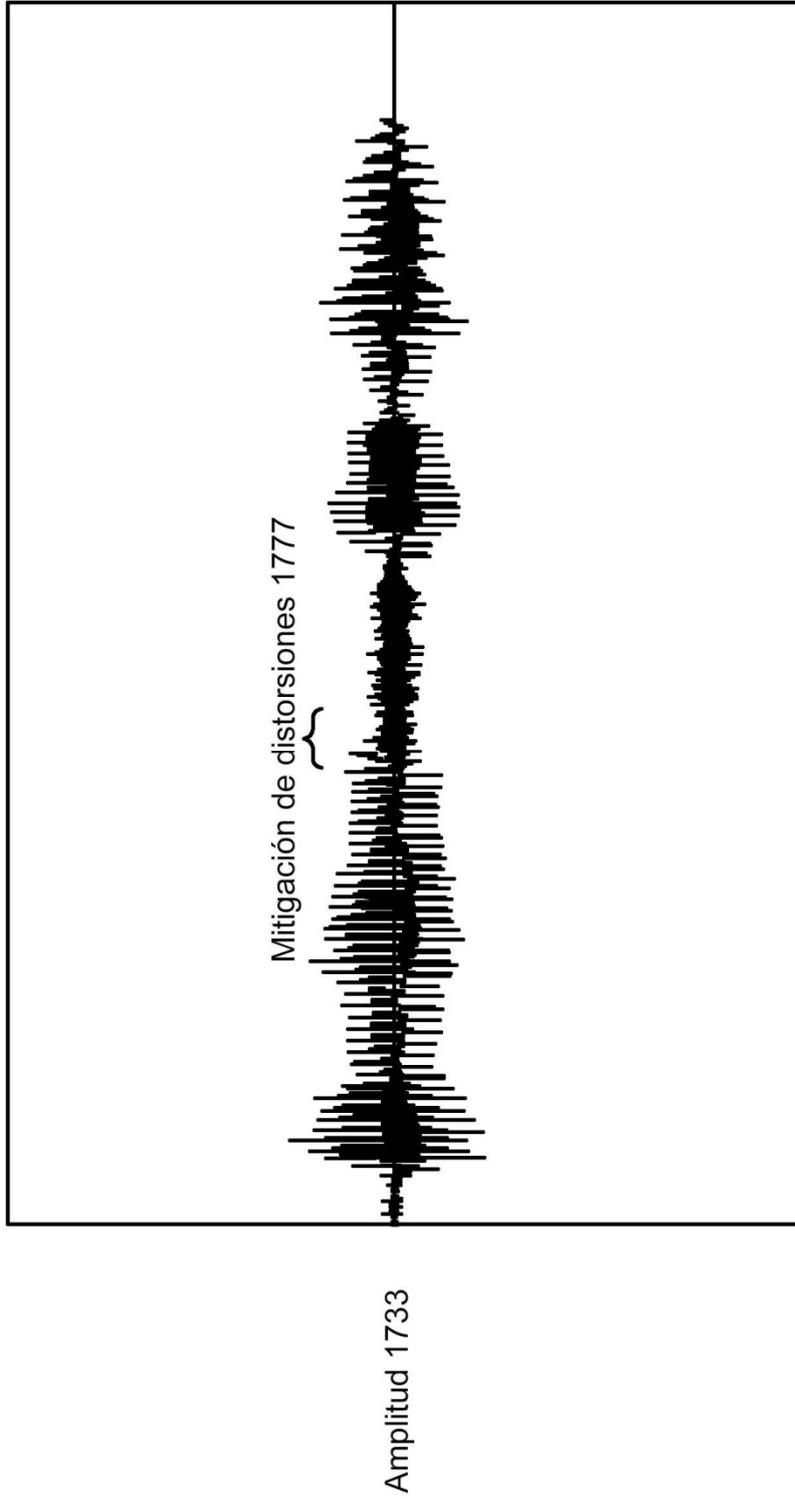


FIG. 17

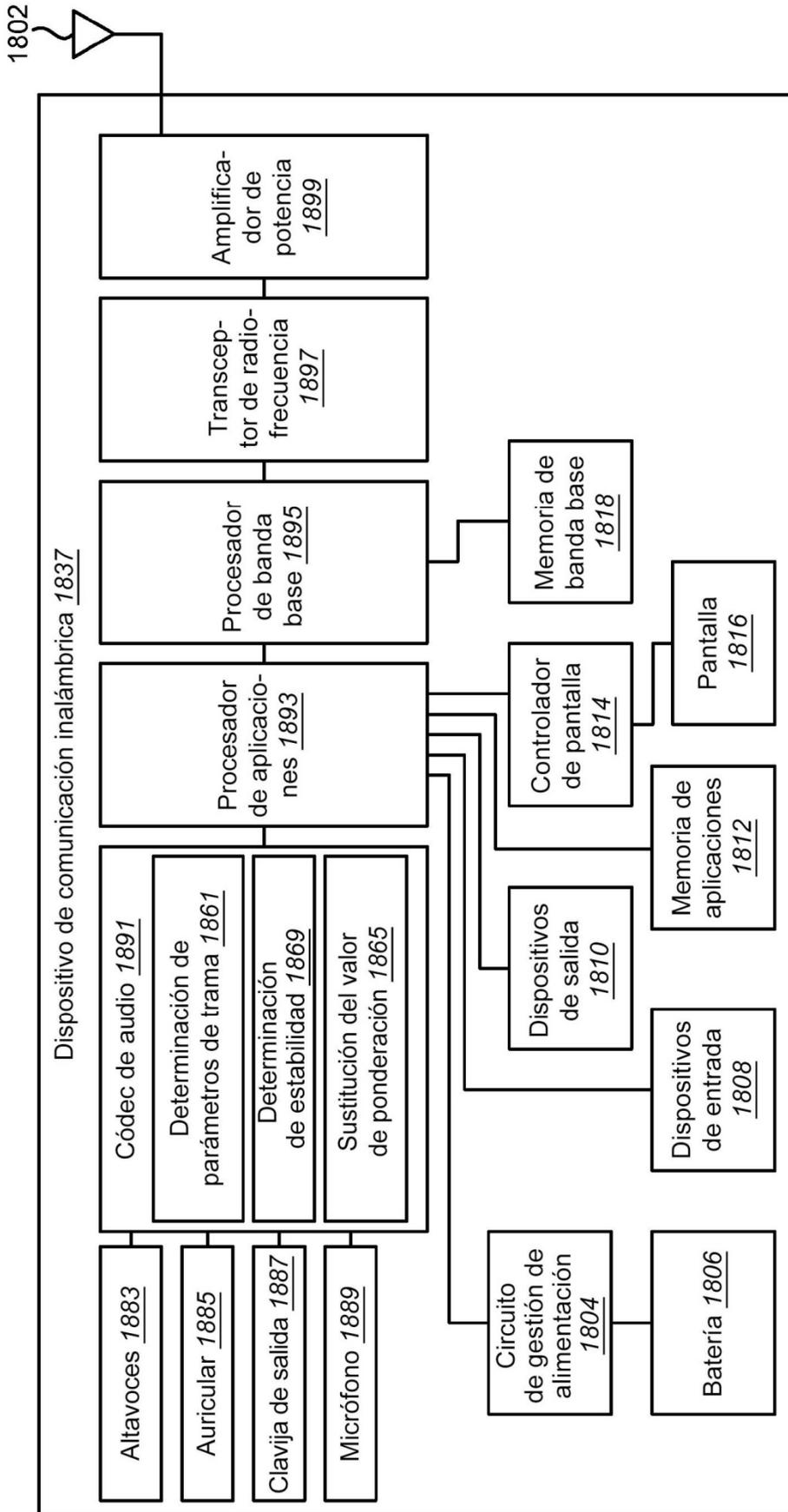


FIG. 18

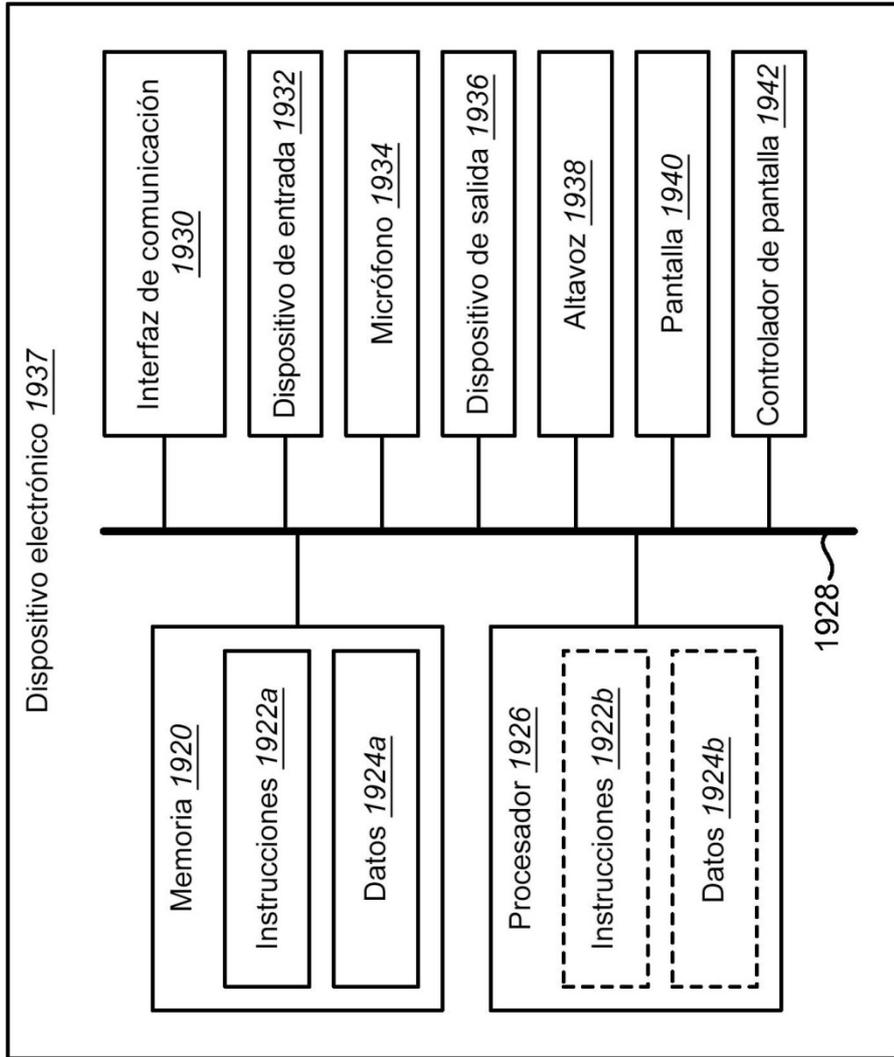


FIG. 19