

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 618 258**

51 Int. Cl.:

G10L 19/03 (2013.01)

G10L 21/0264 (2013.01)

G10L 21/038 (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.08.2013 PCT/US2013/053791**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.08.2014 WO2014123578**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.08.2013 E 13753223 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.12.2016 EP 2954524**

54 Título: **Sistemas y procedimientos para realizar el control de ganancia**

30 Prioridad:

08.02.2013 US 201361762803 P
05.08.2013 US 201313959090

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
21.06.2017

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

ATTI, VENKATRAMAN SRINIVASA y
KRISHNAN, VENKATESH

74 Agente/Representante:

FORTEA LAGUNA, Juan José

ES 2 618 258 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 realizar el control de ganancia

5 REFERENCIA CRUZADA A SOLICITUDES RELACIONADAS

La presente solicitud reivindica la prioridad de la solicitud de patente provisional estadounidense en copropiedad nº 61/762.803, presentada el 8 de febrero de 2013 y la solicitud de patente no provisional estadounidense nº 13/959.090, presentada el 5 de agosto de 2013.

10

CAMPO

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

15 DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA RELACIONADA

Los avances en la tecnología han dado como resultado dispositivos informáticos más pequeños y más potentes. Por ejemplo, actualmente existe una variedad de dispositivos informáticos portátiles personales, incluidos los dispositivos informáticos inalámbricos, tales como los teléfonos portátiles inalámbricos, los asistentes digitales personales (PDA) y los dispositivos de localización, que son pequeños, de peso ligero y fácilmente portables por los usuarios. Más concretamente, los teléfonos inalámbricos portátiles, tales como los teléfonos móviles y los teléfonos sobre el protocolo de internet (IP), pueden comunicar voz y paquetes de datos por redes inalámbricas. Además, muchos de dichos teléfonos inalámbricos incluyen otros tipos de dispositivos que se incorporan en los mismos. Por ejemplo, un teléfono inalámbrico también puede incluir una cámara de fotos digital, una cámara de vídeo digital, una grabadora digital y un reproductor de ficheros de audio.

20

En los sistemas telefónicos tradicionales (por ejemplo, redes telefónicas públicas conmutadas (RTC)), el ancho de banda de la señal se limita al intervalo de frecuencias de 300 hercios (Hz) a 3,4 kilohercios (kHz). En aplicaciones de banda ancha (WB), tales como telefonía móvil y voz sobre el protocolo de internet (VoIP), el ancho de banda de la señal puede abarcar el intervalo de frecuencias de 50 Hz a 7 kHz. Las técnicas de codificación de banda super-ancha (SWB) prestan soporte a un ancho de banda que se extiende hasta alrededor de 16 kHz. El hecho de extender el ancho de banda de la señal de telefonía de banda estrecha de 3,4 kHz a la telefonía de banda super-ancha de 16 kHz puede mejorar la calidad de la reconstrucción de la señal, la inteligibilidad y la naturalidad.

30

Las técnicas de codificación de banda super-ancha implican típicamente codificar y transmitir la parte de menor frecuencia de la señal (por ejemplo, de 50 Hz a 7 kHz, también llamada la "banda baja"). Por ejemplo, la banda baja se puede representar utilizando parámetros de filtro y/o una señal de excitación de banda baja. Sin embargo, con el fin de mejorar la eficacia de la codificación, la parte de mayor frecuencia de la señal (por ejemplo, de 7 kHz a 16 kHz, también llamada la "banda alta") puede no ser totalmente codificada y transmitida. En su lugar, un receptor puede utilizar el modelado de señales para predecir la banda alta. En algunas implementaciones, los datos asociados con la banda alta se pueden proporcionar al receptor para ayudar en la predicción. Dichos datos pueden ser referidos como "información lateral" y pueden incluir información de ganancia, frecuencias de líneas espectrales (LSF, también mencionadas como pares de líneas espectrales (LSP)), etc. La predicción de la banda alta utilizando un modelo de señal puede tener una precisión aceptable cuando la señal de banda baja está suficientemente correlacionada con la señal de banda alta. Sin embargo, en presencia de ruido, la correlación entre la banda baja y la banda alta puede ser débil y el modelo de señal puede que no sea capaz de representar con precisión la banda alta. Esto puede provocar distorsiones (por ejemplo, voz distorsionada) en el receptor.

35

40

45

El documento estadounidense 2011/099004 describe un procedimiento para determinar una señal de voz de banda superior a partir de una señal de voz de banda estrecha.

50

RESUMEN

Se divulgan sistemas y procedimientos para realizar el control de ganancia. Las técnicas descritas incluyen la determinación de si una señal de audio a codificar para su transmisión incluye un componente (por ejemplo, ruido) que pueda producir distorsiones audibles en la reconstrucción de la señal de audio. Por ejemplo, el modelo de señal puede interpretar el ruido como datos de voz, lo que puede dar lugar a que se utilice información de ganancia errónea para representar la señal de audio. De acuerdo con las técnicas descritas, en presencia de condiciones de ruido, se puede realizar la atenuación de ganancia y/o el allanamiento de ganancia para ajustar los parámetros de ganancia utilizados para representar la señal a transmitir. Dichos ajustes pueden conducir a una reconstrucción más exacta de la señal en un receptor, reduciendo de este modo las distorsiones audibles.

60

En un modo de realización particular, un procedimiento incluye determinar, en base a la distancia entre un par de líneas espectrales (LSP), correspondiente a una parte de banda alta de una señal de audio, que la señal de audio incluye un componente correspondiente a una condición generadora de distorsiones. El procedimiento incluye también, en respuesta a la determinación de que la señal de audio incluye el componente, el ajuste de un parámetro

65

de ganancia correspondiente a la señal de audio.

5 En otro modo de realización particular, el procedimiento incluye la comparación de una distancia entre un par de líneas espectrales (LSP), asociada con una trama de una parte de banda alta de una señal de audio, con al menos un umbral. El procedimiento también incluye el ajuste de un parámetro de ganancia de codificación de voz, correspondiente a la señal de audio (por ejemplo, un parámetro de ganancia de un códec para una ganancia digital que se utiliza en un sistema de codificación de voz), basado, al menos parcialmente, en un resultado de la comparación.

10 En otro modo de realización particular, un aparato incluye un circuito de detección de ruido configurado para determinar, en base a la distancia entre un par de líneas espectrales (LSP), correspondiente a una parte de banda alta de una señal de audio, que la señal de audio incluye un componente correspondiente a una condición generadora de distorsiones. El aparato incluye también un circuito de atenuación y allanamiento de la ganancia, sensible al circuito de detección de ruido y configurado para ajustar, en respuesta a la determinación de que la señal de audio incluye el componente, un parámetro de ganancia correspondiente a la señal de audio.

20 En otro modo de realización particular, un aparato incluye medios para determinar, a partir de una distancia entre un par de líneas espectrales (LSP), correspondiente a una parte de banda alta de una señal de audio, que la señal de audio incluye un componente correspondiente a una condición generadora de distorsiones. El aparato también incluye medios para ajustar un parámetro de ganancia correspondiente a la señal de audio en respuesta a la determinación de que la señal de audio incluye el componente.

25 En otro modo de realización particular, un medio legible por ordenador, no transitorio, incluye instrucciones que, cuando son ejecutadas por un ordenador, hacen que el ordenador determine, a partir de una distancia entre un par de líneas espectrales (LSP), correspondiente a una parte de banda alta de una señal de audio, que la señal de audio incluye un componente correspondiente a una condición generadora de distorsiones. Las instrucciones también son ejecutables para hacer que el ordenador ajuste un parámetro de ganancia correspondiente a la señal de audio en respuesta a la determinación de que la señal de audio incluye el componente.

30 Las ventajas particulares proporcionadas por al menos uno de los modos de realización divulgados incluyen una capacidad para detectar componentes inductores de distorsiones (por ejemplo, ruido) y para realizar selectivamente un control de ganancia (por ejemplo, atenuación de ganancia y/o allanamiento de ganancia) en respuesta a la detección de dichos componentes inductores de distorsiones, lo que puede dar como resultado una reconstrucción de la señal más precisa en un receptor y menos distorsiones audibles. Otros aspectos, ventajas y características de la presente divulgación se harán evidentes después de revisar toda la solicitud, incluidas las secciones siguientes: Breve descripción de los dibujos, descripción detallada y las reivindicaciones.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

40 La Figura 1 es un diagrama para ilustrar un modo de realización particular de un sistema que es operable para realizar un control de ganancia;

45 la Figura 2 es un diagrama para ilustrar ejemplos de un componente inductor de distorsiones, una señal reconstruida correspondiente que incluye distorsiones y una señal reconstruida correspondiente que no incluye las distorsiones;

la Figura 3 es un diagrama de flujo para ilustrar un modo de realización particular de un procedimiento de realización de un control de ganancia;

50 la Figura 4 es un diagrama de flujo para ilustrar otro modo de realización particular de un procedimiento de realización de un control de ganancia;

55 la Figura 5 es un diagrama de flujo para ilustrar otro modo de realización particular de un procedimiento de realización de un control de ganancia; y

la Figura 6 es un diagrama de bloques de un dispositivo inalámbrico operable para realizar operaciones de procesamiento de señales de acuerdo con los sistemas y procedimientos de las Figuras 1 a 5.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

60 Con referencia a la Figura 1, se muestra un modo de realización particular de un sistema que es operable para realizar un control de ganancia y se designa, en general, 100. En un modo de realización particular, el sistema 100 puede estar integrado en un sistema o aparato de codificación (por ejemplo, en un teléfono inalámbrico o codificador/decodificador (CÓDEC)).

65 Debería tenerse en cuenta que, en la siguiente descripción, las diversas funciones realizadas por el sistema 100 de

la Figura 1 se describen como realizadas por ciertos componentes o módulos. Sin embargo, esta división de componentes y módulos es solo a título ilustrativo. En un modo de realización alternativo, una función realizada por un componente o módulo en particular, en cambio, se puede dividir entre varios componentes o módulos. Además, en un modo de realización alternativo, dos o más componentes o módulos de la Figura 1 pueden estar integrados en un solo componente o módulo. Cada componente o módulo ilustrado en la Figura 1 se puede implementar usando hardware (por ejemplo, un dispositivo con una matriz de bloques programables (FPGA), un circuito integrado específico de la aplicación (ASIC), un procesador de señales digitales (DSP), un controlador, etc.), software (por ejemplo, instrucciones ejecutables por un procesador) o cualquier combinación de los mismos.

El sistema 100 incluye un banco de filtros de análisis 110 que está configurado para recibir una señal de audio de entrada 102. Por ejemplo, la señal de audio de entrada 102 puede ser proporcionada por un micrófono u otro dispositivo de entrada. En un modo de realización particular, la señal de audio de entrada 102 puede incluir voz. La señal de audio de entrada puede ser una señal de banda super-ancha (SWB) que incluye datos en el intervalo de frecuencias desde aproximadamente 50 hercios (Hz) hasta aproximadamente 16 kilohercios (kHz). El banco de filtros de análisis 110 puede filtrar la señal de audio de entrada 102 en múltiples partes en base a la frecuencia. Por ejemplo, el banco de filtros de análisis 110 puede generar una señal de banda baja 122 y una señal de banda alta 124. La señal de banda baja 122 y la señal de banda alta 124 pueden tener anchos de banda iguales o desiguales y pueden estar superpuestas o no superpuestas. En un modo de realización alternativa, el banco de filtros de análisis 110 puede generar más de dos salidas.

En el ejemplo de la Figura 1, la señal de banda baja 122 y la señal de banda alta 124 ocupan bandas de frecuencia que no se superponen. Por ejemplo, la señal de banda baja 122 y la señal de banda alta 124 pueden ocupar bandas de frecuencia que no se superponen de 50 Hz a 7 kHz y de 7 kHz a 16 kHz. En un modo de realización alternativa, la señal de banda baja 122 y la señal de banda alta 124 pueden ocupar bandas de frecuencia que no se superponen de 50 Hz a 8 kHz y de 8 kHz a 16 kHz. En otro modo más de realización alternativo, la señal de banda baja 122 y la señal de banda alta 124 pueden superponerse (por ejemplo, de 50 Hz a 8 kHz y de 7 kHz a 16 kHz), lo cual puede permitir que un filtro de paso bajo y un filtro de paso alto del banco de filtros de análisis 110 puedan tener una atenuación progresiva suave, lo cual puede simplificar el diseño y reducir el coste del filtro de paso bajo y del filtro de paso alto. La superposición de la señal de banda baja 122 y la señal de banda alta 124 también puede permitir una mezcla atenuada de las señales de banda baja y de banda alta en un receptor, lo cual puede dar como resultado menos distorsiones audibles.

Cabe señalar que, aunque el ejemplo de la Figura 1 ilustra el procesamiento de una señal de SWB, esto es solo a título ilustrativo. En un modo de realización alternativo, la señal de audio de entrada 102 puede ser una señal de banda ancha (WB) con un intervalo de frecuencias de aproximadamente 50 Hz hasta aproximadamente 8 kHz. En dicho modo de realización, la señal de banda baja 122 puede corresponder a un intervalo de frecuencias de aproximadamente 50 Hz hasta aproximadamente 6,4 kHz y la señal de banda alta 124 puede corresponder a un intervalo de frecuencias de aproximadamente 6,4 kHz hasta aproximadamente 8 kHz. También habría que señalar que en el presente documento se describen los diversos sistemas y procedimientos como la detección de ruido de banda alta y la realización de diversas operaciones en respuesta al ruido de banda alta. Sin embargo, esto es solo a modo de ejemplo. Las técnicas ilustradas con referencia a las Figuras 1 a 6 también se pueden realizar en el contexto de ruido de banda baja.

El sistema 100 puede incluir un módulo de análisis de banda baja 130 configurado para recibir la señal de banda baja 122. En un modo de realización particular, el módulo de análisis de banda baja 130 puede representar un modo de realización de un codificador de predicción lineal con excitación por código (CELP). El módulo de análisis de banda baja 130 puede incluir un módulo de análisis y codificación de predicción lineal (LP) 132, un módulo de transformación de coeficiente de predicción lineal (LPC) en el módulo de transformación 134 de pares de líneas espectrales (LSP) y un cuantizador 136. Los LSP también se pueden denominar frecuencias de líneas espectrales (LSF) y los dos términos se pueden usar indistintamente en el presente documento. El módulo de análisis y codificación de LP 132 puede codificar una envolvente espectral de la señal de banda baja 122 como un conjunto de LPC. Los LPC se pueden generar para cada trama de audio (por ejemplo, 20 milisegundos (ms) de audio, que corresponden a 320 muestras a una velocidad de muestreo de 16 kHz), cada subtrama de audio (por ejemplo, 5 ms de audio) o cualquier combinación de los mismos. El número de LPC generados para cada trama o subtrama puede ser determinado por el "orden" del análisis de LP realizado. En un modo de realización particular, el módulo de análisis y codificación de LP 132 puede generar un conjunto de once LPC correspondientes a un análisis de LP de décimo orden.

El módulo de transformación de LPC a LSP 134 puede transformar el conjunto de LPC generados por el módulo de análisis y codificación de LP 132 en un conjunto correspondiente de LSP (por ejemplo, usando una transformación de uno en uno). De forma alternativa, el conjunto de LPC puede ser transformado, uno a uno, en un conjunto correspondiente de coeficientes de PARCOR, valores LAR, pares espectrales de inmitancia (ISP) o frecuencias espectrales de inmitancia (ISF). La transformación entre el conjunto de LPC y el conjunto de LSP puede ser reversible sin error.

El cuantizador 136 puede cuantizar el conjunto de LSP generados por el módulo de transformación 134.

Por ejemplo, el cuantizador 136 puede incluir o estar acoplado a múltiples libros de códigos que incluyen múltiples entradas (por ejemplo, vectores). Para cuantizar el conjunto de LSP, el cuantizador 136 puede identificar entradas de libros de códigos que sean "las más próximas a" (por ejemplo, en base a una medida de distorsión tal como mínimos cuadrados o error cuadrático medio) el conjunto de LSP. El cuantizador 136 puede emitir un valor de índice o una serie de valores de índice que se corresponden con la ubicación de las entradas identificadas en los libros de códigos. La salida del cuantizador 136 puede así representar parámetros de filtro de banda baja que se incluyen en un flujo de bits de banda baja 142.

El módulo de análisis de banda baja 130 también puede generar una señal de excitación de banda baja 144. Por ejemplo, la señal de excitación de banda baja 144 puede ser una señal codificada que se genera mediante la cuantización de una señal residual de LP que se genera durante el procedimiento de LP realizado por el módulo de análisis de banda baja 130. La señal residual de LP puede representar el error de predicción.

El sistema 100 puede incluir además un módulo de análisis de banda alta 150, configurado para recibir la señal de banda alta 124 desde el banco de filtros de análisis 110 y la señal de excitación de banda baja 144 desde el módulo de análisis de banda baja 130. El módulo de análisis de banda alta 150 puede generar información lateral de banda alta 172 en base a la señal de banda alta 124 y la señal de excitación de banda baja 144. Por ejemplo, la información lateral de banda alta 172 puede incluir LSP de banda alta y/o información de ganancia (por ejemplo, en base al menos a una proporción entre la energía de banda alta y la energía de banda baja), como se describe más adelante en este documento.

El módulo de análisis de banda alta 150 puede incluir un generador de excitación de banda alta 160. El generador de excitación de banda alta 160 puede generar una señal de excitación de banda alta mediante la ampliación de un espectro de la señal de excitación de banda baja 144 hacia el intervalo de frecuencias de banda alta (por ejemplo, de 7 kHz a 16 kHz). Con objeto de ilustrar, el generador de excitación de banda alta 160 puede aplicar una transformación a la señal de excitación de banda baja (por ejemplo, una transformación no lineal tal como una operación de valor absoluto o de cuadrado) y puede mezclar la señal de excitación de banda baja transformada con una señal de ruido (por ejemplo, ruido blanco modulado de acuerdo con una envolvente que se corresponde con la señal de excitación de banda baja 144) para generar la señal de excitación de banda alta. La señal de excitación de banda alta puede ser utilizada para determinar uno o más parámetros de ganancia de banda alta que se incluyen en la información lateral de banda alta 172.

El módulo de análisis de banda alta 150 también puede incluir un módulo de análisis y codificación de LP 152, un módulo de transformación de LPC a LSP 154 y un cuantizador 156. Cada uno entre el módulo de análisis y codificación de LP 152, el módulo de transformación 154 y el cuantizador 156 puede funcionar tal como se ha descrito anteriormente con referencia a los componentes correspondientes del módulo de análisis de banda baja 130, pero con una resolución relativamente reducida (por ejemplo, usando menos bits para cada coeficiente, LSP, etc.). En otro modo de realización ejemplar, el cuantizador de LSP de banda alta 156 puede utilizar la cuantización escalar en los casos en que un subconjunto de coeficientes de LSP se cuantizan individualmente utilizando un número predefinido de bits. Por ejemplo, el módulo de análisis y codificación de LP 152, el módulo de transformación 154 y el cuantizador 156 pueden utilizar la señal de banda alta 124 para determinar la información de filtro de banda alta (por ejemplo, LSP de banda alta) que se incluye en la información lateral de banda alta 172. En un modo de realización particular, la información lateral de banda alta 172 puede incluir LSP de banda alta, así como parámetros de ganancia de banda alta. En presencia de ciertos tipos de ruido, los parámetros de ganancia de banda alta pueden ser generados como resultado de la atenuación de ganancia y/o el allanamiento de ganancia realizado por un módulo de atenuación y allanamiento de ganancia 162, tal como se describe más adelante en este documento.

El flujo de bits de banda baja 142 y la información lateral de banda alta 172 pueden ser multiplexados por un multiplexor (MUX) 180 para generar un flujo de bits de salida 192. El flujo de bits de salida 192 puede representar una señal de audio codificada correspondiente a la señal de audio de entrada 102. Por ejemplo, el flujo de bits de salida 192 puede ser transmitido (por ejemplo, por un canal cableado, inalámbrico u óptico) y/o almacenado. En un receptor, las operaciones inversas pueden ser realizadas por un demultiplexor (DEMUX), un decodificador de banda baja, un decodificador de banda alta y un banco de filtros, para generar una señal de audio (por ejemplo, una versión reconstruida de la señal de audio de entrada 102 que se proporciona a un altavoz o a otro dispositivo de salida). El número de bits utilizados para representar el flujo de bits de banda baja 142 puede ser significativamente mayor que el número de bits utilizados para representar la información lateral de banda alta 172. Así, la mayoría de los bits en el flujo de bits de salida 192 representan los datos de banda baja. La información lateral de banda alta 172 se puede utilizar en un receptor para regenerar la señal de banda alta a partir de los datos de banda baja, de acuerdo con un modelo de señal. Por ejemplo, el modelo de señal puede representar un conjunto esperado de relaciones o correlaciones entre datos de banda baja (por ejemplo, la señal de banda baja 122) y datos de banda alta (por ejemplo, la señal de banda alta 124). Por lo tanto, los diferentes modelos de señal se pueden utilizar para diferentes tipos de datos de audio (por ejemplo, voz, música, etc.), y el modelo de la señal particular que está en uso puede ser negociado por un transmisor y un receptor (o definido por un estándar de la industria) antes de la comunicación de los datos de audio codificados. Usando el modelo de señal, el módulo de análisis de banda alta 150 en un transmisor puede ser capaz de generar la información lateral de banda alta 172 de manera que un módulo de análisis de banda alta correspondiente en un receptor sea capaz de utilizar el modelo de la señal para reconstruir la

señal de banda alta 124 a partir del flujo de bits de salida 192.

5 En presencia de ruido de fondo, sin embargo, la síntesis de banda alta en el receptor puede llevar a distorsiones perceptibles, porque una correlación insuficiente entre la banda baja y la banda alta puede provocar que el modelo de la señal subyacente realice una reconstrucción fiable de la señal de manera sub-óptima. Por ejemplo, el modelo de la señal puede interpretar incorrectamente los componentes de ruido en la banda alta como voz y, por lo tanto, puede causar la generación de parámetros de ganancia que intentan replicar el ruido de forma inexacta en un receptor, produciendo las distorsiones perceptibles. Los ejemplos de dichas condiciones generadoras de distorsiones incluyen, pero no se limitan a, ruidos de alta frecuencia tales como bocinas de automóviles y frenos chirriantes. Con objeto de ilustrar, un primer espectrograma 210 en la Figura 2 ilustra una señal de audio que tiene dos componentes que corresponden a las condiciones generadoras de distorsiones, ilustradas como un ruido de banda alta con una energía de señal relativamente grande. Un segundo espectrograma 220 ilustra las distorsiones resultantes en la señal reconstruida debido a la sobre-estimación de los parámetros de ganancia de banda alta.

15 Para reducir dichas distorsiones, el módulo de análisis de banda alta 150 puede realizar el control de ganancia de banda alta. Por ejemplo, el módulo de análisis de banda alta 150 puede incluir un módulo de detección de componentes inductores de distorsiones 158, que está configurado para detectar componentes de la señal (por ejemplo, las condiciones generadoras de distorsiones que se muestran en el primer espectrograma 210 de la Figura 2) que es probable que den lugar a distorsiones audibles en la reproducción. En presencia de dichos componentes, el módulo de análisis de banda alta 150 puede provocar la generación de una señal codificada que reduce, al menos parcialmente, un efecto audible de dichas distorsiones. Por ejemplo, el módulo de atenuación y allanamiento de la ganancia 162 puede realizar una atenuación de la ganancia y/o un allanamiento de la ganancia para modificar la información o los parámetros de ganancia incluidos en la información lateral de banda alta 172.

25 La atenuación de la ganancia puede incluir la reducción de un valor de ganancia modelado mediante la aplicación de una operación exponencial o lineal, como ejemplos ilustrativos. El allanamiento de la ganancia puede incluir el cálculo de una suma ponderada de las ganancias modeladas de una trama/ subtrama actual y una o más tramas/subtramas anteriores. La información de la ganancia modificada puede dar como resultado una señal reconstruida de acuerdo con un tercer espectrograma 230 de la Figura 2, que está libre de (o tiene un nivel reducido de) las distorsiones que se muestran en el segundo espectrograma 220 de la Figura 2.

35 Se pueden realizar una o más pruebas para evaluar si una señal de audio incluye una condición generadora de distorsiones. Por ejemplo, una primera prueba puede incluir la comparación de una distancia entre LSP mínima, que se detecta en un conjunto de LSP (por ejemplo, LSP de una trama particular de la señal de audio), con un primer umbral. Una pequeña distancia entre LSP se corresponde con una señal relativamente fuerte en un intervalo de frecuencias relativamente estrecho. En un modo de realización particular, cuando se determina que la señal de banda alta 124 da como resultado una trama con una distancia mínima entre LSP que es inferior al primer umbral, se determina la presencia de una condición generadora de distorsiones en la señal de audio, y se puede habilitar la atenuación de ganancia para la trama.

40 Como otro ejemplo, una segunda prueba puede incluir la comparación de una distancia mínima media entre LSP, para múltiples tramas consecutivas, con un segundo umbral. Por ejemplo, cuando una trama particular de una señal de audio tiene una distancia mínima LSP que es mayor que el primer umbral pero inferior a un segundo umbral, todavía se puede determinar la presencia de una condición generadora de distorsiones si una distancia mínima media entre LSP, para varias tramas (por ejemplo, un promedio ponderado de la distancia mínima entre LSP para las cuatro tramas más recientes, incluida la trama particular), es menor que un tercer umbral. Como resultado, se puede habilitar la atenuación de la ganancia para la trama particular.

50 Como otro ejemplo, una tercera prueba puede incluir la determinación de si una trama particular sigue a una trama con ganancia atenuada de la señal de audio. Si la trama particular sigue a una trama con ganancia atenuada, la atenuación de la ganancia se puede habilitar para la trama particular, sobre la base de que la distancia mínima entre LSP de la trama particular sea menor que el segundo umbral.

55 Las tres pruebas se describen con fines ilustrativos. La atenuación de la ganancia para una trama se puede habilitar en respuesta a una o más cualesquiera de las pruebas (o combinaciones de las pruebas) que se satisfagan, o en respuesta a otras una o más pruebas o condiciones que se satisfagan. Por ejemplo, un modo de realización particular puede incluir la determinación de si se habilita o no la atenuación de la ganancia en base a una sola prueba, tal como la primera prueba descrita anteriormente, sin aplicar cualquiera entre la segunda prueba y la tercera prueba. Los modos de realización alternativos pueden incluir la determinación de si se habilita o no la atenuación de la ganancia en base a la segunda prueba, sin aplicar ni la primera prueba ni la tercera prueba, o en base a la tercera prueba, sin aplicar ni la primera prueba ni la segunda prueba. Como otro ejemplo, un modo de realización particular puede incluir la determinación de si se habilita o no la atenuación de la ganancia en base a dos pruebas, tales como la primera prueba y la segunda prueba, sin aplicar la tercera prueba. Los modos de realización alternativos pueden incluir la determinación de si se habilita o no la atenuación de la ganancia en base a la primera prueba y la tercera prueba, sin aplicar la segunda prueba, o en base a la segunda prueba y la tercera prueba, sin aplicar la primera prueba.

5 Cuando la atenuación de la ganancia se ha habilitado para una trama particular, el allanamiento de la ganancia también se puede habilitar para la trama particular. Por ejemplo, el allanamiento de ganancia se puede realizar mediante la determinación de un promedio (por ejemplo, una media ponderada) de un valor de ganancia para la trama particular y un valor de ganancia para una trama anterior de la señal de audio. El promedio determinado puede ser usado como el valor de ganancia para la trama particular, reduciendo una magnitud de cambio en los valores de ganancia entre tramas secuenciales de la señal de audio.

10 El allanamiento de la ganancia puede ser habilitado para una trama particular en respuesta a la determinación de que los valores de LSP para la trama particular se desvían de una estimación de la evolución "lenta" de los valores de LSP, en menos de un cuarto umbral, y se desvían de una estimación de la evolución "rápida" de los valores de LSP, en menos de un quinto umbral. Una magnitud de desviación desde la estimación de la evolución lenta se puede denominar una velocidad lenta de evolución de LSP. Una magnitud de desviación desde la estimación de la evolución rápida se puede denominar una velocidad rápida de evolución de LSP, y puede corresponder a una velocidad de adaptación más rápida que la velocidad lenta de evolución de LSP.

15 La velocidad lenta de evolución de LSP puede basarse en la desviación desde una media ponderada de valores de LSP para múltiples tramas secuenciales, que pondera los valores de LSP de una o más tramas anteriores con más peso que los valores de LSP de una trama actual. La velocidad lenta de evolución de LSP con un valor relativamente alto indica que los valores de LSP están cambiando a una velocidad que no es indicativa de una condición generadora de distorsiones. Sin embargo, la velocidad lenta de evolución de LSP con un valor relativamente bajo (por ejemplo, menos que el cuarto umbral) corresponde a un movimiento lento de LSP en múltiples tramas, lo que puede ser indicativo de una condición generadora de distorsiones en curso.

25 La velocidad rápida de evolución de LSP puede basarse en la desviación desde una media ponderada de valores de LSP para múltiples tramas secuenciales que da más peso a los valores de LSP de una trama actual que a la media ponderada de la velocidad lenta de evolución de LSP. La velocidad rápida de evolución de LSP con un valor relativamente alto puede indicar que los valores de LSP están cambiando a una velocidad que no es indicativa de una condición generadora de distorsiones, y la velocidad rápida de evolución de LSP con un valor relativamente bajo (por ejemplo, inferior al quinto umbral) puede corresponder a un cambio relativamente pequeño de LSP en múltiples tramas, lo cual puede ser indicativo de una condición generadora de distorsiones.

30 Aunque la velocidad lenta de evolución de LSP puede ser utilizada para indicar cuando ha comenzado una condición generadora de distorsiones en múltiples tramas, la velocidad lenta de evolución de LSP puede causar un retraso en la detección de cuando la condición generadora de distorsiones en múltiples tramas ha terminado. De manera similar, aunque la velocidad rápida de evolución de LSP puede ser menos fiable que la velocidad lenta de evolución de LSP para detectar cuando una condición generadora de distorsiones en múltiples tramas ha comenzado, la velocidad rápida de evolución de LSP puede ser utilizada para detectar con más precisión cuando una condición generadora de distorsiones en múltiples tramas ha terminado. Se puede determinar que hay en curso un suceso generador de distorsiones en múltiples tramas mientras la velocidad lenta de evolución de LSP es menor que el cuarto umbral y la velocidad rápida de evolución de LSP es menor que el quinto umbral. Como resultado, se puede habilitar el allanamiento de la ganancia para evitar aumentos repentinos o espurios en los valores de ganancia de la trama mientras el suceso generador de distorsiones está en curso.

45 En un modo de realización particular, el módulo de detección de componentes generadores de distorsiones 158 puede determinar cuatro parámetros de la señal de audio para determinar si una señal de audio incluye un componente que dará como resultado distorsiones audibles: distancia mínima entre LSP, una velocidad lenta de evolución de LSP, una velocidad rápida de evolución de LSP y una distancia mínima media entre LSP. Por ejemplo, un procedimiento de LP de décimo orden puede generar un conjunto de once LPC que se transforman en diez LSP.

50 El módulo de detección de componentes generadores de distorsiones 158 puede determinar, para una trama particular de audio, una distancia mínima (por ejemplo, la más pequeña) entre dos cualesquiera de los diez LSP. Por lo general, los ruidos agudos y repentinos, tales como bocinas de coches y frenos chirriantes, dan como resultado unos LSP muy próximos entre sí (por ejemplo, el componente de ruido "fuerte" de 13 kHz en el primer espectrograma 210 puede estar estrechamente rodeado de LSP a 12,95 kHz y 13,05 kHz). El módulo de detección de componentes generadores de distorsiones 158 también puede determinar una velocidad lenta de evolución de LSP y una velocidad rápida de evolución, tal como se muestra en el siguiente pseudocódigo de estilo C++ que puede ser ejecutado o implementado por el módulo de detección de componentes generadores de distorsiones 158.

```

60 lsp_spacing = 0,5; // Distancia mínima LSP por omisión
   gamma1 = 0,7; // Factor de allanamiento para una velocidad lenta de evolución
   gamma2 = 0,3; // Factor de allanamiento para una velocidad rápida de evolución
   LPC_ORDER = 10; // orden de la codificación predictiva lineal que se está realizando
   lsp_slowevol_rate = 0;
   lsp_fastevol_rate = 0;
   para ( i = 0; i < LPC_ORDER; i++)
65 { /* Estimar la distancia entre LSP, es decir, distancia de LSP

```

entre el coeficiente i y el coeficiente de LSP ($i-1$) como se muestra a continuación */

```

lsp_spacing = min(lsp_spacing, (i == 0 ?
lsp_shb[0] : (lsp_shb[i] - lsp_shb[i - 1])));
5 /* Estimar el error en los LSP desde la trama actual a las tramas anteriores */
lsp_slow_evol_rate = lsp_slow_evol_rate +
(lsp_shb[i] -
lsp_shb_slow_interpl[i])^2;
lsp_fast_evol_rate = lsp_fast_evol_rate +
10 (lsp_shb[i] - lsp_shb_fast_interpl[i])^2;
/* Actualizar las velocidades de evolución de los LSP, (interpolación rápida/lenta de los LSP para la trama siguiente)
*/
lsp_shb_slow_interpl[i] = gammal *
lsp_shb_slow_interpl[i] +
15 (1-gammal) * lsp_shb[i];
lsp_shb_fast_interpl[i] = gamma2
*lsp_shb_fast_interpl[i] +
(1-gamma2) * lsp_shb[i];
20 }

```

El módulo de detección de componentes generadores de distorsiones 158 puede determinar, además, una distancia mínima media ponderada entre LSP, de acuerdo con el siguiente pseudo-código. El siguiente pseudocódigo también incluye reiniciar la distancia entre LSP en respuesta a una transición de modalidad. Dichas transiciones de modalidad pueden ocurrir en dispositivos que dan soporte a múltiples modalidades de codificación de música y/o voz. Por ejemplo, el dispositivo puede utilizar una modalidad CELT algebraica (ACELP) para la voz y una modalidad de codificación de audio, es decir, una codificación de señal genérica (GSC) para las señales de tipo musical. Como alternativa, en ciertos escenarios de baja velocidad, el dispositivo puede determinar, en base a parámetros característicos (por ejemplo, tonalidad, deriva del tono, vocalización, etc.), que se puede utilizar una modalidad de transformación de coseno discreta modificada (MDCT) /ACELP/GSC.

```

/* Reiniciar distancia de LSP durante las transiciones de modo,
por ejemplo, cuando el modo de codificación de la última trama es diferente del modo de codificación de la trama
actual */
35 THR1 = 0.008;
if(last mode != current mode && lsp_spacing <
THR1)
{
40 lsp_shb_spacing[0] = lsp_spacing;
lsp_shb_spacing[1] = lsp_spacing;
lsp_shb_spacing[2] = lsp_spacing;
prevGainAttenuate = TRUE;
}
45 /* Calcular la media ponderada de las distancias LSP en la trama actual y tres tramas anteriores */
WGHT1 = 0.1; WGHT2 = 0.2; WGHT3 = 0.3; WGHT4
= 0.4;
Average_lsp_shb_spacing = WGHT1 *
lsp_shb_spacing[0] +
50 WGHT2 * lsp_shb_spacing[1] +
WGHT3 * lsp_shb_spacing[2] +
WGHT4 * lsp_spacing;
/* Actualizar búfer distancia lsp anterior */
lsp_shb_spacing[0]
55 = lsp_shb_spacing[1];
lsp_shb_spacing[1]
= lsp_shb_spacing[2];
lsp_shb_spacing[2]
= lsp_spacing;
60

```

Después de determinar la distancia mínima entre LSP, las velocidades de evolución de LSP y la distancia mínima media entre LSP, el módulo de detección de componentes inductores de distorsiones 158 puede comparar los valores determinados con uno o más umbrales, de acuerdo con el siguiente pseudocódigo, para determinar si existe ruido inductor de distorsiones en la trama de audio. Si existe ruido inductor de distorsiones, el módulo de detección de componentes inductores de distorsiones 158 puede permitir que el módulo de atenuación y allanamiento de la

ganancia 162 realice una atenuación de la ganancia y/o un allanamiento de la ganancia, según sea el caso.

```

THR1 = 0,008,
THR2 = 0,0032,
5  THR3 = 0,005,
  THR4 = 0,001,
  THR5 = 0,001,
  GainAttenuate = FALSE,
  GainSmooth = FALSE
10
/* Comprobar las condiciones a continuación y habilitar los parámetros de atenuación/suavizado de ganancia.
Si la distancia de LSP es muy pequeña, entonces hay mucha seguridad de que el ruido inductor de artefactos existe.
*/
if (lsp_spacing <= THR2 ||
15 (lsp_spacing < THR1 &&
  (Average_lsp_shb_spacing < THR3 ||
  prevGainAttenuate = TRUE)) )
{
  GainAttenuate = TRUE;
20 /* Habilitar el suavizado de ganancia según las velocidades de evolución */
  if(lsp_slow_evol_rate < THR4 &&
  lsp_fast_evol_rate < THR5) {
  GainSmooth = TRUE;
  }
25 }
/* Actualizar atenuación de la ganancia de la trama anterior para usar en la trama siguiente */
prevGainAttenuate = GainAttenuate;

30 En un modo de realización particular, el módulo de atenuación y allanamiento de la ganancia 162 pueden realizar
selectivamente la atenuación y / o el allanamiento de la ganancia de acuerdo con el siguiente pseudocódigo.

/* Realizar suavizado de ganancia si se cumplen las condiciones siguientes*/
gamma3 = 0.5;
35 if(GainSmooth == TRUE && prevframe_gain_SHB
  < currentframe gain SHB)
{
  Gain_SHB = gamma3 * prevframe_gain_SHB +
  (1-gamma3) * currentframe gain SHB;
40 }
/* Realizar atenuación de ganancia si se cumplen las condiciones siguientes*/
THR6 = 0.0024
K1 = 3;
alpha 1 = 0.8;
45 if(GainAttenuate = TRUE &&
  Average lsp_shb_spacing <= THR6)
{
  /* si la distancia de LSP media es menor que THR6, que es muy poco, la trama contiene un componente de ruido
  muy significativo, por tanto usar ponderado exponencial */
50 Gain SHB = currentframe gain SHB^alpha1;
}
else if (prevGainAttenuate == TRUE &&
  currentframe gain SHB >
  K1 * prevframe_gain_SHB)
55 {
  Gain_SHB = currentframe_gain_SHB * ALPHA1;
}
/* Actualizar ganancia de trama anterior para utilizar en trama siguiente */
prevframe_gain_SHB = Gain_SHB;
60

```

El sistema 100 de la Figura 1 puede por lo tanto realizar un control de ganancia (por ejemplo, atenuación de la ganancia y/o allanamiento de la ganancia) para reducir o evitar distorsiones audibles debidas al ruido en una señal de entrada. El sistema 100 de la Figura 1 puede por lo tanto permitir una reproducción más precisa de una señal de audio (por ejemplo, una señal de voz) en presencia de un ruido que no se registra en los modelos de señal de codificación de voz.

En relación con la Figura 3, se muestra un diagrama de flujo de un modo de realización particular de un procedimiento de realización de un control de ganancia, y se designa en general 300. En un modo de realización ilustrativo, el procedimiento 300 se puede realizar en el sistema 100 de la Figura 1.

5 El procedimiento 300 puede incluir la recepción de una señal de audio que va a codificarse (por ejemplo, mediante un modelo de señal de codificación de voz) en 302. En un modo de realización particular, la señal de audio puede tener un ancho de banda desde aproximadamente 50 Hz a aproximadamente 16 kHz, y puede incluir voz. Por ejemplo, en la Figura 1, el banco de filtros de análisis 110 puede recibir la señal de audio de entrada 102 que está
10 codificada para ser reproducida en un receptor.

El procedimiento 300 también puede incluir determinar, a partir de información espectral (por ejemplo, distancia entre LSP, velocidad de evolución de LSP) correspondiente a la señal de audio, que la señal de audio incluye un componente que se corresponde con una condición generadora de distorsiones en 304. En un modo de realización particular, el componente inductor de distorsiones puede ser un ruido, tal como el ruido de alta frecuencia que se muestra en el primer espectrograma 210 de la Figura 2. Por ejemplo, en la Figura 1, el módulo de detección de componentes generadores de distorsiones 158 puede determinar, a partir de información espectral, que la parte de banda alta de la señal de audio 102 incluye dicho ruido.

20 La determinación de que la señal de audio incluye el componente puede incluir la determinación de una distancia entre LSP, asociada con una trama de la señal de audio. La distancia entre LSP puede ser la más pequeña entre una pluralidad de distancias entre LSP, correspondientes a una pluralidad de LSP generados durante la codificación predictiva lineal (LPC) de una parte de banda alta de la trama de la señal de audio. Por ejemplo, se puede determinar que la señal de audio incluye el componente en respuesta a ser la distancia entre LSP menor que un primer umbral. Para mencionar otro ejemplo, se puede determinar que la señal de audio incluye el componente en respuesta a ser la distancia entre LSP menor que un segundo umbral, y ser una distancia media entre LSP de múltiples tramas menor que un tercer umbral. Como se describe más en detalle con respecto a la Figura 5, se puede determinar que la señal de audio incluye el componente en respuesta a (1) ser la distancia entre LSP menor que un segundo umbral y (2) al menos una de las condiciones siguientes: ser una distancia media entre LSP menor que un tercer umbral, o estar habilitada una atenuación de la ganancia correspondiente a otra trama de la señal de audio, precediendo la otra trama a la trama de la señal de audio. Aunque las condiciones para determinar si la señal de audio incluye el componente se etiquetan como (1) y (2), dichas etiquetas son solo a modo de referencia y no imponen un orden secuencial de operación. En lugar de ello, las condiciones (1) y (2) se pueden determinar en cualquier orden de relación una con otra, o simultáneamente (al menos parcialmente superpuestas en el tiempo).

35 El procedimiento 300 puede incluir también, en respuesta a la determinación de que la señal de audio incluye el componente, el ajuste de un parámetro de ganancia correspondiente a la señal de audio, en 306. Por ejemplo, en la Figura 1, el módulo de atenuación y allanamiento de la ganancia 162 puede modificar la información de ganancia a ser incluida en la información lateral de banda alta 172, lo que da como resultado que el flujo de bits de salida codificado 192 se desvíe del modelo de señal. El procedimiento 300 puede terminar en 308.

El ajuste del parámetro de ganancia puede incluir la habilitación de un allanamiento de la ganancia para reducir un valor de ganancia correspondiente a una trama de la señal de audio. En un modo de realización particular, el allanamiento de la ganancia incluye la determinación de una media ponderada de los valores de ganancia que incluye el valor de ganancia y otro valor de ganancia correspondiente a otra trama de la señal de audio. El allanamiento de la ganancia puede ser habilitado en respuesta a una primera velocidad de evolución de un par de líneas espectrales (LSP), asociada con la trama, que es menor que un cuarto umbral, y una segunda velocidad de evolución de LSP, asociada con la trama, que es menor que un quinto umbral. La primera velocidad de evolución de LSP (por ejemplo, una velocidad de evolución de LSP "lenta") puede corresponder a una velocidad de adaptación más lenta que la segunda velocidad de evolución de LSP (por ejemplo, una velocidad de evolución de LSP "rápida").

El ajuste del parámetro de ganancia puede incluir la habilitación de una atenuación de la ganancia para reducir un valor de ganancia correspondiente a una trama de la señal de audio. En un modo de realización particular, la atenuación de la ganancia incluye la aplicación de una operación exponencial al valor de ganancia o la aplicación de una operación lineal al valor de ganancia. Por ejemplo, en respuesta al cumplimiento de una primera condición de ganancia (por ejemplo, la trama incluye una distancia media entre LSP que es menor que un sexto umbral), se puede aplicar una operación exponencial al valor de ganancia. En respuesta al cumplimiento de una segunda condición de ganancia (por ejemplo, se ha habilitado una atenuación de la ganancia correspondiente a otra trama de la señal de audio, precediendo la otra trama a la trama de la señal de audio), se puede aplicar una operación lineal al valor de ganancia. En modos de realización particulares, el procedimiento 300 de la Figura 3 se puede implementar mediante hardware (por ejemplo, un dispositivo con una matriz de bloques programables (FPGA), un circuito integrado específico de la aplicación (ASIC), etc.) de una unidad de procesamiento tal como una unidad central de procesamiento, un procesador de señales digitales (DSP), o un controlador, mediante un dispositivo de firmware, o cualquier combinación de los mismos. Como un ejemplo, el procedimiento 300 de la Figura 3 se puede realizar mediante un procesador que ejecuta instrucciones, tal como se describe con respecto a la Figura 6.

Con referencia a la Figura 4, se muestra un diagrama de flujo de un modo de realización particular de un procedimiento de realización de un control de ganancia, y que se designa en general 400. En un modo de realización ilustrativo, el procedimiento 400 se puede realizar en el sistema 100 de la Figura 1.

5 Una distancia entre un par de líneas espectrales (LSP), asociada con una trama de una señal de audio, se compara con al menos un umbral, en 402, y se ajusta un parámetro de ganancia correspondiente a la señal de audio basándose, al menos parcialmente, en un resultado de la comparación, en 404. Aunque la comparación de la distancia entre LSP con al menos un umbral puede indicar la presencia de un componente generador de distorsiones en la señal de audio, la comparación no necesariamente indica la presencia real de un componente generador de distorsiones. Por ejemplo, uno o más de los umbrales utilizados en la comparación se pueden fijar para proporcionar una mayor probabilidad de que el control de ganancia se realice cuando está presente un componente generador de distorsiones en la señal de audio, proporcionando al mismo tiempo una mayor probabilidad de que el control de ganancia se realice sin un componente generador de distorsiones presente en la señal de audio (por ejemplo, un "falso positivo"). Por lo tanto, el procedimiento 400 puede realizar el control de ganancia sin determinar si un componente generador de distorsiones está presente en la señal de audio.

En un modo de realización particular, la distancia entre LSP es la más pequeña entre una pluralidad de distancias entre LSP correspondientes a una pluralidad de LSP de una parte de banda alta de la trama de la señal de audio. El ajuste del parámetro de ganancia puede incluir la habilitación de una atenuación de la ganancia en respuesta a ser la distancia entre LSP menor que un primer umbral. Como alternativa, o además, el ajuste del parámetro de ganancia incluye la habilitación de una atenuación de la ganancia en respuesta a ser la distancia entre LSP menor que un segundo umbral y a ser una distancia media entre LSP menor que un tercer umbral, donde la distancia media entre LSP se basa en la distancia entre LSP asociada con la trama y al menos otra distancia entre LSP asociada con al menos otra trama de la señal de audio.

25 Cuando se habilita la atenuación de la ganancia, el ajuste del parámetro de ganancia puede incluir la aplicación de una operación exponencial a un valor del parámetro de ganancia, en respuesta al cumplimiento de una primera condición de ganancia, y la aplicación de una operación lineal al valor del parámetro de ganancia, en respuesta al cumplimiento de una segunda condición de ganancia.

30 El ajuste del parámetro de ganancia puede incluir la habilitación de un allanamiento de la ganancia para reducir un valor de ganancia correspondiente a una trama de la señal de audio. El allanamiento de la ganancia puede incluir la determinación de una media ponderada de los valores de ganancia, que incluyen el valor de ganancia asociado con la trama y otro valor de ganancia correspondiente a otra trama de la señal de audio. El allanamiento de la ganancia puede ser habilitado en respuesta a ser una primera velocidad de evolución de un par de líneas espectrales (LSP), asociada con la trama, menor que un cuarto umbral, y a ser una segunda velocidad de evolución de LSP, asociada con la trama, menor que un quinto umbral. La primera velocidad de evolución de LSP corresponde a una velocidad de adaptación más lenta que la segunda velocidad de evolución de LSP.

40 En modos de realización particulares, el procedimiento 400 de la Figura 4 se puede implementar mediante hardware (por ejemplo, un dispositivo con una matriz de bloques programables (FPGA), un circuito integrado específico de la aplicación (ASIC), etc.) de una unidad de procesamiento, tal como una unidad central de procesamiento (CPU), un procesador de señales digitales (DSP) o un controlador, mediante un dispositivo de firmware, o cualquier combinación de los mismos. Como un ejemplo, el procedimiento 400 de la Figura 4 se puede realizar mediante un procesador que ejecuta instrucciones, tal como se describe con respecto a la Figura 6.

Con referencia a la Figura 5, se muestra un diagrama de flujo de otro modo de realización particular de un procedimiento de realización de un control de ganancia, y se designa en general 500. En un modo de realización ilustrativo, el procedimiento 500 se puede realizar en el sistema 100 de la Figura 1.

50 El procedimiento 500 puede incluir la determinación de una distancia entre LSP asociada con una trama de una señal de audio, en 502. La distancia entre LSP puede ser la más pequeña entre una pluralidad de distancias entre LSP, correspondientes a una pluralidad de LSP, generados durante una codificación predictiva lineal de la trama. Por ejemplo, la distancia entre LSP se puede determinar tal como se ilustra con referencia a la variable "lsp_spacing" en el pseudo-código correspondiente a la Figura 1.

El procedimiento 500 puede incluir también la determinación de una primera velocidad (por ejemplo, lenta) de evolución de LSP, asociada con la trama, en 504, y la determinación de una segunda velocidad (por ejemplo, rápida) de evolución de LSP, asociada con la trama, en 506. Por ejemplo, las velocidades de evolución de LSP pueden ser determinadas como se ilustra con referencia a las variables "lsp_fast_evol_rate" en el pseudo-código correspondiente a la Figura 1.

65 El procedimiento 500 puede incluir además la determinación de una distancia media entre LSP sobre la base de la distancia entre LSP, asociada con la trama, y al menos otra distancia entre LSP, asociada con al menos otra trama de la señal de audio, en 508. Por ejemplo, la distancia media entre LSP se puede determinar tal como se ilustra con referencia a la variable "Average_lsp_shb_spacing" en el pseudo-código correspondiente a la Figura 1.

El procedimiento 500 puede incluir la determinación de si la distancia entre LSP es menor que un primer umbral, en 510. Por ejemplo, en el pseudo-código de la Figura 1, el primer umbral puede ser "THR2" = 0,0032. Si la distancia entre LSP es menor que el primer umbral, el procedimiento 500 puede incluir la habilitación de una atenuación de la ganancia, en 514.

Quando la distancia entre LSP no es menor que el primer umbral, el procedimiento 500 puede incluir la determinación de si la distancia entre LSP es menor que un segundo umbral, en 512. Por ejemplo, en el pseudo-código de la Figura 1, el primer umbral puede ser "THR1" = 0,008. Cuando la distancia entre LSP no es menor que el segundo umbral, el procedimiento 500 puede terminar, en 522. Cuando la distancia entre LSP es menor que el segundo umbral, el procedimiento 500 puede incluir determinar si la distancia media entre LSP es menor que un tercer umbral, si la trama representa (o está relacionada de otro modo con) una transición de modalidad y/o si estaba habilitada la atenuación de la ganancia en la trama anterior, en 516. Por ejemplo, en el pseudo-código de la Figura 1, el tercer umbral puede ser "THR3" = 0,005. Cuando la distancia media entre LSP es menor que el tercer umbral o la trama representa una transición de modalidad, o si la variable prevGainAttenuate = TRUE, el procedimiento 500 puede incluir habilitar la atenuación de la ganancia, en 514. Cuando la distancia media entre LSP no es menor que el tercer umbral y la trama no representa una transición de modalidad y la variable prevGainAttenuate = FALSE, el procedimiento 500 puede terminar, en 522.

Quando la atenuación de la ganancia se habilita en 514, el procedimiento 500 puede avanzar a 518 y determinar si la primera velocidad de evolución es menor que un cuarto umbral y si la segunda velocidad de evolución es menor que un quinto umbral, en 518. Por ejemplo, en el pseudo-código de la Figura 1, el cuarto umbral puede ser "THR4" = 0,001 y el quinto umbral puede ser "THR5" = 0,001. Cuando la primera velocidad de evolución es menor que el cuarto umbral y la segunda velocidad de evolución es menor que el quinto umbral, el procedimiento 500 puede incluir la habilitación de un allanamiento de la ganancia, en 520, después de lo cual el procedimiento 500 puede terminar, en 522. Cuando la primera velocidad de evolución no es menor que el cuarto umbral o la segunda velocidad de evolución no es menor que el quinto umbral, el procedimiento 500 puede terminar, en 522.

En modos de realización particulares, el procedimiento 500 de la Figura 5 se puede implementar mediante hardware (por ejemplo, un dispositivo con una matriz de bloques programables (FPGA), un circuito integrado específico de la aplicación (ASIC), etc.) de una unidad de procesamiento tal como una unidad central de procesamiento (CPU), un procesador de señales digitales (DSP) o un controlador, mediante un dispositivo de firmware, o cualquier combinación de los mismos. Como un ejemplo, el procedimiento 500 de la Figura 5 se puede realizar mediante un procesador que ejecuta instrucciones, como se describe con respecto a la Figura 6.

Las Figuras 1 a 5 ilustran por tanto los sistemas y procedimientos para determinar si se realiza el control de ganancia (por ejemplo, en el módulo de allanamiento y atenuación de la ganancia 162 de la Figura 1) para reducir las distorsiones debidas al ruido.

Con referencia a la Figura 6, se describe un diagrama de bloques de un modo de realización ilustrativo particular de un dispositivo de comunicación inalámbrica, y se designa, en general, 600. El dispositivo 600 incluye un procesador 610 (por ejemplo, una unidad central de procesamiento (CPU), un procesador de señales digitales (DSP), etc.) acoplado a una memoria 632. La memoria 632 puede incluir instrucciones 660 ejecutables por el procesador 610 y/o un codificador/decodificador (CÓDEC) 634 para realizar los procedimientos y procesos divulgados en el presente documento, tales como los procedimientos de las Figuras 3 a 5.

El CÓDEC 634 puede incluir un sistema de control de ganancia 672. En un modo de realización particular, el sistema de control de ganancia 672 puede incluir uno o más componentes del sistema 100 de la Figura 1. El sistema de control de ganancia 672 puede implementarse mediante hardware dedicado (por ejemplo, circuitos), por un procesador que ejecuta las instrucciones para realizar una o más tareas, o una combinación de los mismos. Como un ejemplo, la memoria 632, o una memoria en el CÓDEC 634, puede ser un dispositivo de memoria, tal como una memoria de acceso aleatorio (RAM), memoria de acceso aleatorio magneto-resistiva (MRAM), MRAM de transferencia de giro del par de torsión (STT-MRAM), memoria flash, memoria de solo lectura (ROM), memoria de sólo lectura programable (PROM), memoria de solo lectura programable y borrable (EPROM), memoria de solo lectura programable y borrable eléctricamente (EEPROM), registros, un disco duro, un disco extraíble o un disco compacto con memoria de solo lectura (CD-ROM). El dispositivo de memoria puede incluir instrucciones (por ejemplo, las instrucciones 660) que, cuando son ejecutadas por un ordenador (por ejemplo, un procesador en el CÓDEC 634 y/o el procesador 610), pueden hacer que el ordenador determine, en base a información espectral correspondiente a una señal de audio, que la señal de audio incluye un componente correspondiente a una condición generadora de distorsiones, y que ajuste un parámetro de ganancia correspondiente a la señal de audio en respuesta a la determinación de que la señal de audio incluye el componente. Como un ejemplo, la memoria 632, o una memoria en el CÓDEC 634, puede ser un medio no transitorio legible por ordenador que incluye instrucciones (por ejemplo, las instrucciones 660) que, cuando son ejecutadas por un ordenador (por ejemplo, un procesador en el CÓDEC 634 y/o el procesador 610), pueden hacer que el ordenador compare una distancia entre un par de líneas espectrales (LSP), asociada con una trama de una señal de audio, con al menos un umbral, y que ajuste un parámetro de ganancia de codificación de audio, correspondiente a la señal de audio, basado, al menos

parcialmente, en un resultado de la comparación.

La Figura 6 muestra también un controlador de pantalla 626 que está acoplado al procesador 610 y a una pantalla 628. Como se muestra, el CÓDEC 634 puede estar acoplado al procesador 610. Un altavoz 636 y un micrófono 638 pueden estar acoplados al CÓDEC 634. Por ejemplo, el micrófono 638 puede generar la señal de audio de entrada 102 de la Figura 1, y el CÓDEC 634 puede generar el flujo de bits de salida 192 para su transmisión a un receptor, en base a la señal de audio de entrada 102. Para mencionar otro ejemplo, el altavoz 636 se puede usar para emitir una señal reconstruida por el CÓDEC 634 a partir del flujo de bits de salida 192 de la Figura 1, donde el flujo de bits de salida 192 se recibe desde un transmisor. La Figura 6 también indica que un controlador inalámbrico 640 puede estar acoplado al procesador 610 y a una antena inalámbrica 642.

En un modo de realización particular, el procesador 610, el controlador de pantalla 626, la memoria 632, el CÓDEC 634 y el controlador inalámbrico 640 se incluyen en un dispositivo de sistema en un paquete o de sistema en un chip (por ejemplo, un módem de estación móvil (MSM)) 622. En un modo de realización particular, un dispositivo de entrada 630, tal como una pantalla táctil y/o panel de teclas, y una fuente de alimentación 644, están acoplados al dispositivo de sistema en un chip 622. Además, en un modo de realización particular, como se ilustra en la Figura 6, la pantalla 628, el dispositivo de entrada 630, el altavoz 636, el micrófono 638, la antena inalámbrica 642 y la fuente de alimentación 644 son externos al dispositivo de sistema en un chip 622. Sin embargo, cada uno entre la pantalla 628, el dispositivo de entrada 630, el altavoz 636, el micrófono 638, la antena inalámbrica 642 y la fuente de alimentación 644 se puede acoplar a un componente del dispositivo de sistema en un chip 622, tal como una interfaz o un controlador.

Conjuntamente con los modos de realización descritos, se divulga un aparato que incluye medios para determinar, a partir de información espectral correspondiente a una señal de audio, que la señal de audio incluye un componente correspondiente a una condición generadora de distorsiones. Por ejemplo, los medios para determinar pueden incluir el módulo de detección de componentes inductores de distorsiones 158 de la Figura 1, el sistema de control de ganancia 672 de la Figura 6 o un componente del mismo, uno o más dispositivos configurados para determinar que una señal de audio incluye un componente de este tipo (por ejemplo, un procesador que ejecuta instrucciones en un medio de almacenamiento no transitorio legible por ordenador), o cualquier combinación de los mismos.

El aparato también puede incluir medios para ajustar un parámetro de ganancia correspondiente a la señal de audio en respuesta a la determinación de que la señal de audio incluye el componente. Por ejemplo, los medios para ajustar pueden incluir el módulo de atenuación y allanamiento de ganancia 162 de la Figura 1, el sistema de control de ganancia 672 de la Figura 6 o un componente del mismo, uno o más dispositivos configurados para generar una señal codificada (por ejemplo, un procesador que ejecuta instrucciones en un medio de almacenamiento no transitorio legible por ordenador), o cualquier combinación de los mismos.

Los expertos apreciarán además que los diversos bloques lógicos, configuraciones, módulos, circuitos y etapas de algoritmo ilustrativos, descritos en relación con los modos de realización divulgados en el presente documento, se pueden implementar como hardware electrónico, software informático ejecutado por un dispositivo de procesamiento tal como un procesador de hardware, o combinaciones de ambos. Diversos componentes, bloques, configuraciones, módulos, circuitos y etapas ilustrativos se han descrito anteriormente, en general, en cuanto a su funcionalidad. Si dicha funcionalidad se implementa como hardware o software ejecutable depende de la aplicación particular y de las limitaciones de diseño impuestas sobre todo el sistema. Los expertos pueden implementar la funcionalidad descrita de diferentes maneras para cada aplicación particular, pero no debe interpretarse que dichas decisiones de implementación suponen una desviación del alcance de la presente divulgación.

Las etapas de un procedimiento o algoritmo descrito en relación con los modos de realización divulgados en el presente documento se pueden realizar directamente en hardware, en un módulo de software ejecutado por un procesador, o en una combinación de los dos. Un módulo de software puede residir en un dispositivo de memoria, tal como una memoria de acceso aleatorio (RAM), memoria de acceso aleatorio magneto-resistiva (MRAM), MRAM de transferencia de giro del par de torsión (STT-MRAM), memoria flash, memoria de solo lectura (ROM), memoria de sólo lectura programable (PROM), memoria de solo lectura programable y borrable (EPROM), memoria de solo lectura programable y borrable eléctricamente (EEPROM), registros, un disco duro, un disco extraíble o un disco compacto con memoria de solo lectura (CD-ROM). A modo de ejemplo, un dispositivo de memoria está acoplado al procesador de manera que el procesador pueda leer información de, y escribir información en, el dispositivo de memoria. Como alternativa, el dispositivo de memoria puede estar integrado en el procesador. El procesador y el medio de almacenamiento pueden residir en un circuito integrado específico de la aplicación (ASIC). El ASIC puede residir en un dispositivo informático o un terminal de usuario. Como alternativa, el procesador y el medio de almacenamiento pueden residir como componentes discretos en un dispositivo informático o un terminal de usuario.

La anterior descripción de los modos de realización divulgados se proporciona para permitir que un experto en la materia realice o utilice los modos de realización divulgados. Diversas modificaciones de estos modos de realización resultarán inmediatamente evidentes para los expertos en la materia, y los principios definidos en el presente documento pueden aplicarse a otros modos de realización sin apartarse del alcance de la divulgación. Por tanto, la presente divulgación no pretende limitarse a los modos de realización mostrados en el presente documento, sino

que se le concede el alcance más amplio posible, coherente con los principios y características novedosas según lo definido por las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento que comprende:
 - 5 la determinación (304), en base a una distancia entre un par de líneas espectrales, LSP, asociada con una trama de una señal de audio, de que la señal de audio incluye un componente correspondiente a una condición generadora de distorsiones; y
 - 10 en respuesta a la determinación de que la señal de audio incluye el componente, el ajuste de un parámetro de ganancia correspondiente a la señal de audio, en el que la distancia entre LSP es la más pequeña entre una pluralidad de espacios entre LSP, correspondientes a una pluralidad de LSP de una parte de banda alta de la trama de la señal de audio.
2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que se determina que la señal de audio incluye el componente en respuesta a ser la distancia entre LSP menor que un primer umbral, o en el que se determina que la señal de audio incluye el componente en respuesta a ser la distancia entre LSP menor que un segundo umbral y a ser una distancia media entre LSP menor que un tercer umbral, en el que la distancia media entre LSP se basa en la distancia entre LSP asociada con la trama y en al menos otra distancia entre LSP asociada con al menos otra trama de la señal de audio, o en el que se determina que la señal de audio incluye el componente en respuesta a:
 - 1) ser la distancia entre LSP menor que un segundo umbral; y
 - 2) al menos una de las situaciones siguientes:
 - 25 ser una distancia media entre LSP menor que un tercer umbral; o
 - estar habilitada una atenuación de la ganancia correspondiente a otra trama de la señal de audio, precediendo la otra trama a la trama de la señal de audio, o en el que la condición generadora de distorsiones corresponde al ruido de banda alta.
3. El procedimiento de la reivindicación 1 en el que el ajuste del parámetro de ganancia incluye la habilitación del allanamiento de la ganancia para reducir las variaciones más rápidas del valor de ganancia correspondientes a una trama de la señal de audio.
4. El procedimiento de la reivindicación 3, en el que el allanamiento de la ganancia incluye la determinación de una media ponderada de los valores de ganancia que incluyen el valor de ganancia asociado con la trama y otro valor de ganancia correspondiente a otra trama de la señal de audio, o en el que se ha habilitado el allanamiento de la ganancia en respuesta a ser una primera velocidad de evolución de pares espectrales de líneas, LSP, asociada con la trama, menor que un cuarto umbral, y a ser una segunda velocidad de evolución de LSP, asociada con la trama, menor que un quinto umbral.
5. El procedimiento de la reivindicación 4, en el que la primera velocidad de evolución de LSP corresponde a una velocidad de adaptación más lenta que la segunda velocidad de evolución de LSP.
6. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el ajuste del parámetro de ganancia incluye la habilitación de una atenuación de la ganancia para reducir un valor de ganancia correspondiente a una trama de la señal de audio.
7. El procedimiento de la reivindicación 6, en el que la atenuación de la ganancia incluye la aplicación de una operación exponencial al valor de ganancia, o en el que la atenuación de la ganancia incluye la aplicación de una operación lineal al valor de ganancia.
8. El procedimiento de la reivindicación 6, en el que la atenuación de la ganancia incluye:
 - en respuesta al cumplimiento de una primera condición de ganancia, la aplicación de una operación exponencial al valor de ganancia; y
 - 55 en respuesta al cumplimiento de una segunda condición de ganancia, la aplicación de una operación lineal al valor de ganancia.
9. El procedimiento de la reivindicación 8, en el que la primera condición de ganancia incluye ser una distancia media entre LSP menor que un sexto umbral, en el que la distancia media entre LSP se basa en la distancia entre LSP asociada con la trama y al menos otra distancia entre LSP asociada con al menos otra trama de la señal de audio, o en el que la segunda condición de ganancia incluye estar habilitada una atenuación de la ganancia correspondiente a otra trama de la señal de audio, precediendo la otra trama a la trama de la señal de audio.
10. Un procedimiento que comprende:

- la comparación (402) de una distancia entre un par de líneas espectrales (LSP), asociada con una trama de una señal de audio, con al menos un umbral; y
 el ajuste (404) de un parámetro de ganancia de codificación de audio correspondiente a la señal de audio, en base, al menos parcialmente, a un resultado de la comparación, en el que la distancia entre LSP es la más pequeña entre una pluralidad de separaciones entre LSP, correspondientes a una pluralidad de LSP de una parte de banda alta de la trama de la señal de audio.
- 5
11. El procedimiento de la reivindicación 10, en el que el ajuste del parámetro de ganancia incluye la habilitación de una atenuación de la ganancia en respuesta a ser la distancia entre LSP menor que un primer umbral, o en el que el ajuste del parámetro de ganancia incluye la habilitación de una atenuación de la ganancia en respuesta a ser la distancia entre LSP menor que un segundo umbral, y a ser una distancia media entre LSP menor que un tercer umbral, en el que la distancia media entre LSP se basa en la distancia entre LSP asociada con la trama y en al menos otra distancia entre LSP asociada con al menos otra trama de la señal de audio, o en el que el ajuste del parámetro de ganancia incluye, cuando se ha habilitado una atenuación de la ganancia:
- 10
- 15
- en respuesta al cumplimiento de una primera condición de ganancia, la aplicación de una operación exponencial a un valor del parámetro de ganancia; y
 en respuesta al cumplimiento de una segunda condición de ganancia, la aplicación de una operación lineal al valor del parámetro de ganancia, o en el que el ajuste del parámetro de ganancia incluye la habilitación de un allanamiento de la ganancia para reducir las variaciones más rápidas del valor de ganancia correspondiente a una trama de la señal de audio.
- 20
12. El procedimiento de la reivindicación 11 en el que el allanamiento de la ganancia incluye la determinación de una media ponderada de los valores de ganancia que incluye el valor de ganancia asociado con la trama y otro valor de ganancia correspondiente a otra trama de la señal de audio.
- 25
13. El procedimiento de la reivindicación 12, en el que se habilita el allanamiento de la ganancia en respuesta a ser una primera velocidad de evolución de un par de líneas espectrales (LSP), asociada con la trama, menor que un cuarto umbral, y a ser una segunda velocidad de evolución de LSP, asociada con la trama, menor que un quinto umbral, y en el que la primera velocidad de evolución de LSP corresponde a una velocidad de adaptación más lenta que la segunda velocidad de evolución de LSP.
- 30
14. Un aparato que comprende:
- 35
- medios dispuestos para realizar las etapas de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13.
15. Un medio no transitorio legible por ordenador que comprende instrucciones que, cuando son ejecutadas por un ordenador, hacen que el ordenador realice las etapas de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13.
- 40

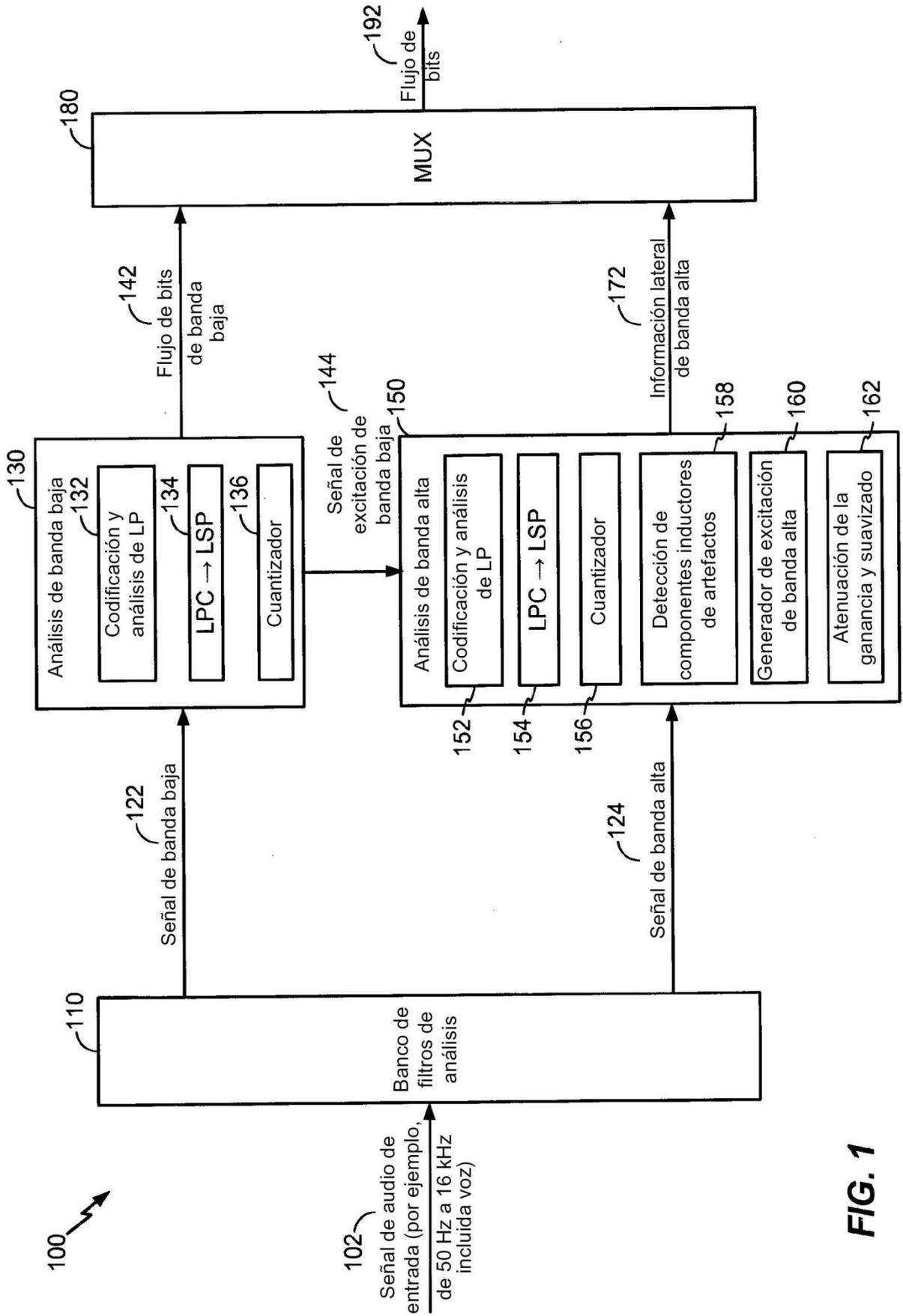


FIG. 1

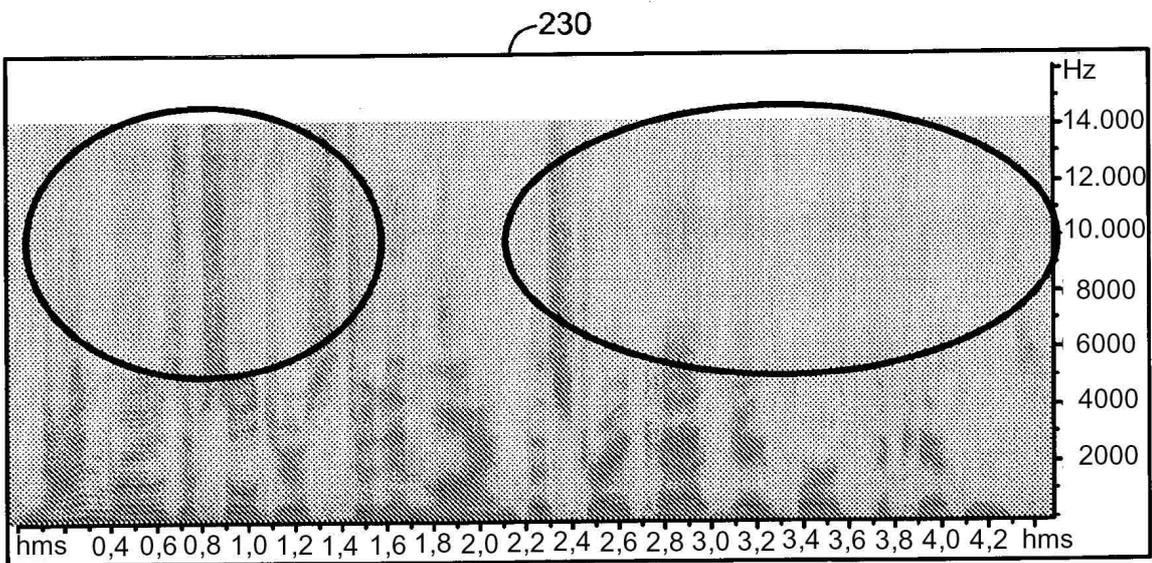
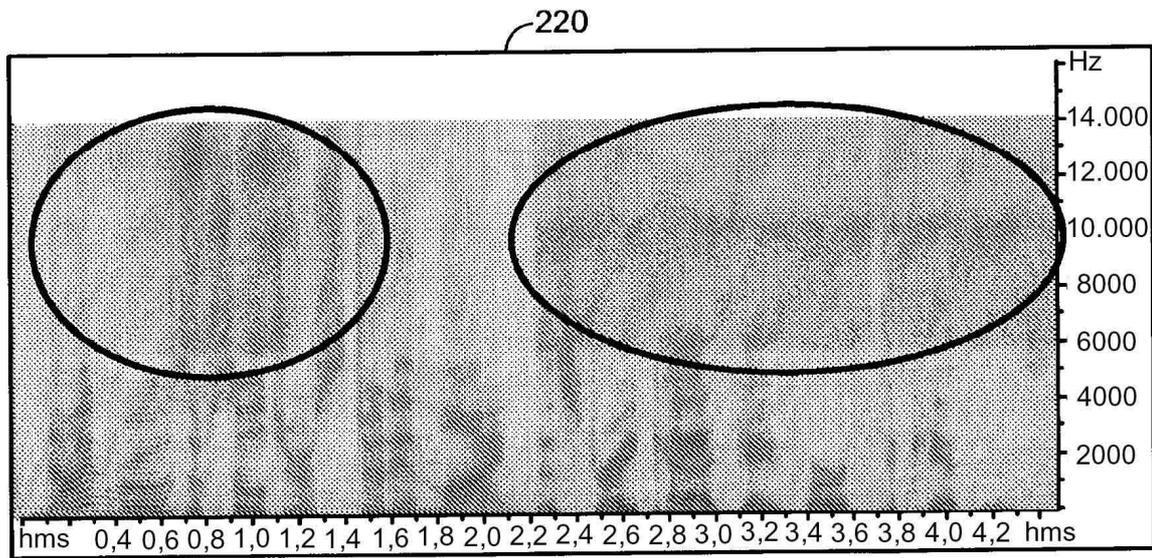
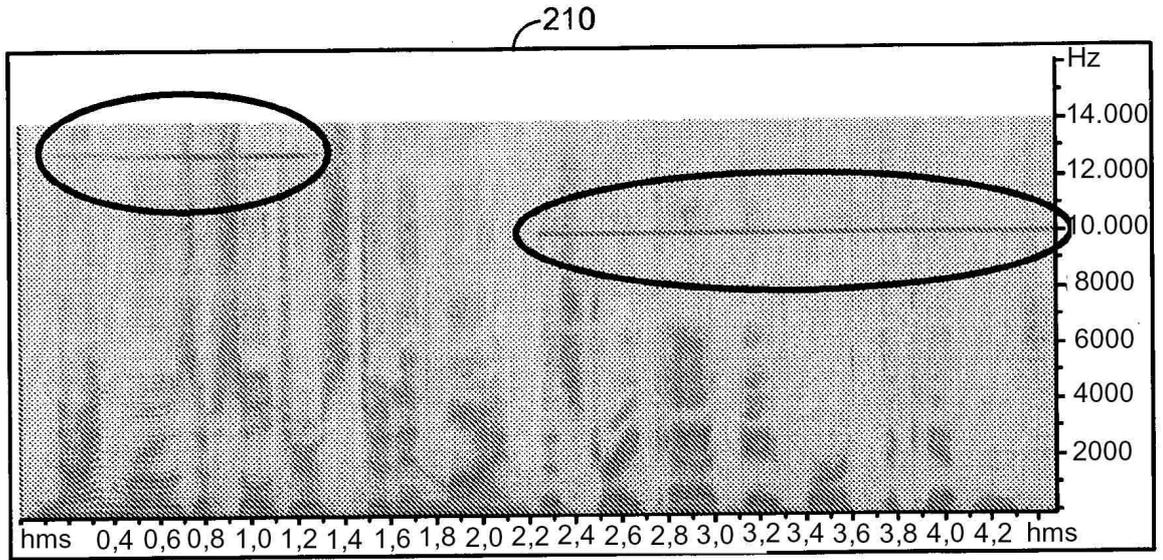


FIG. 2

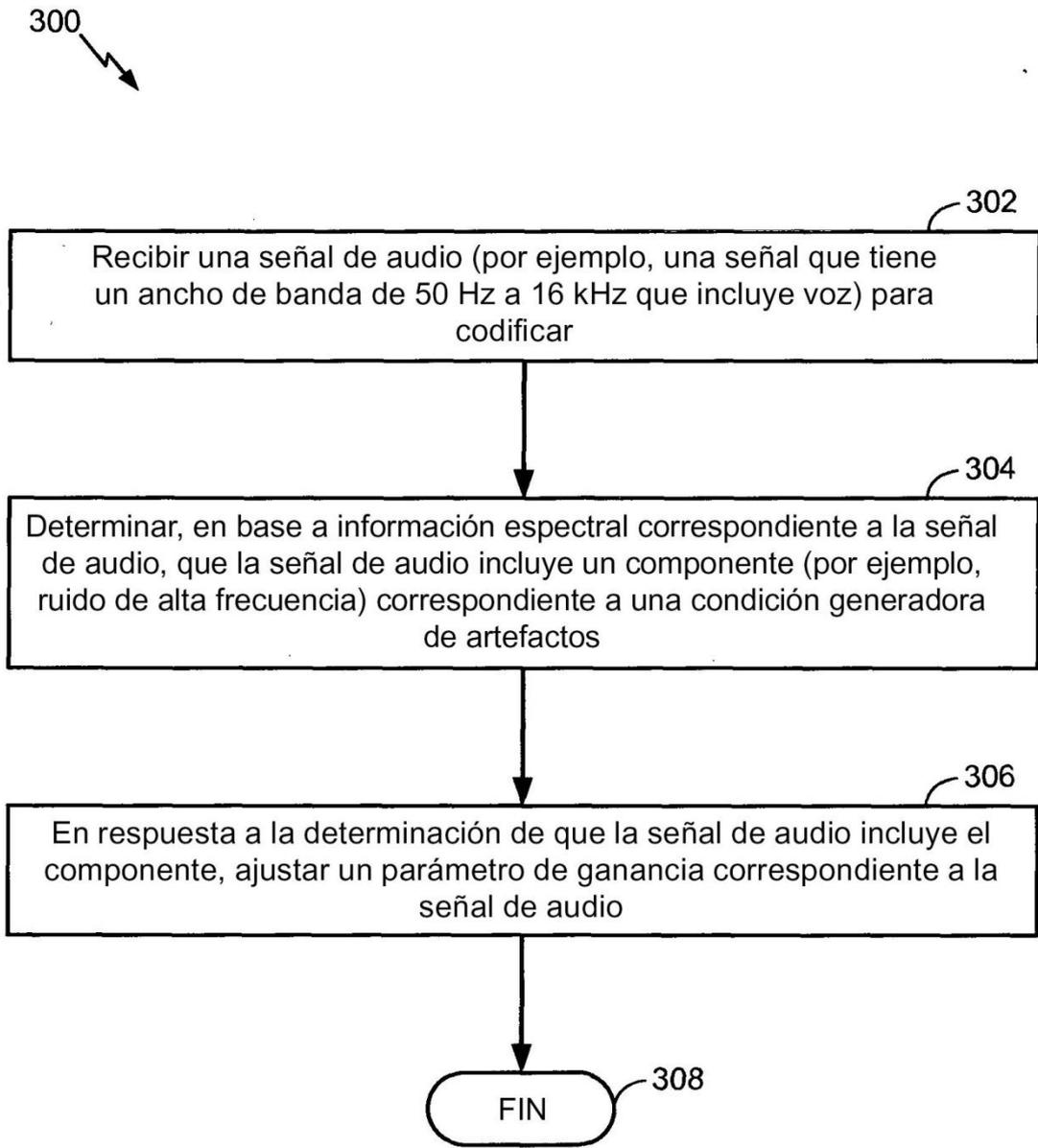


FIG. 3

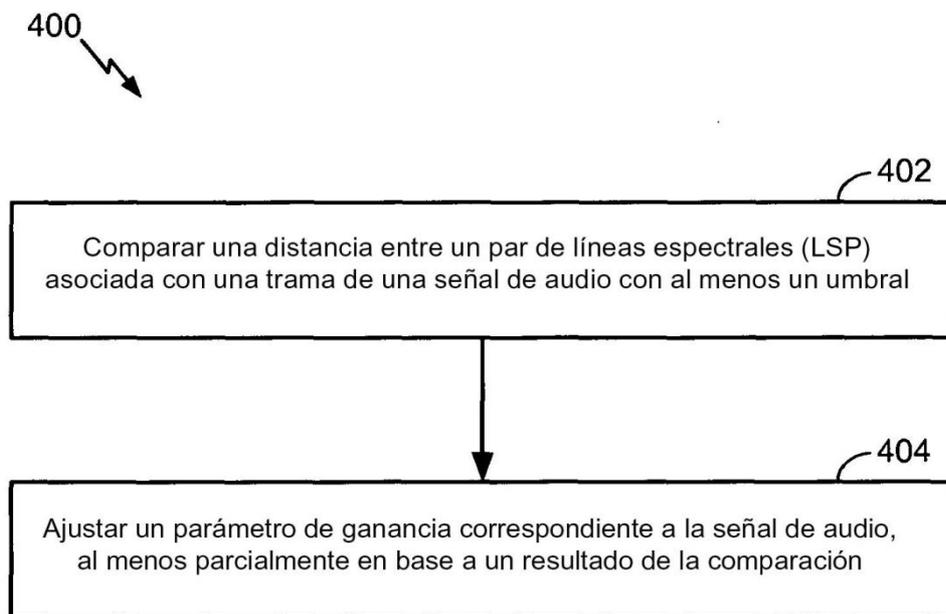


FIG. 4

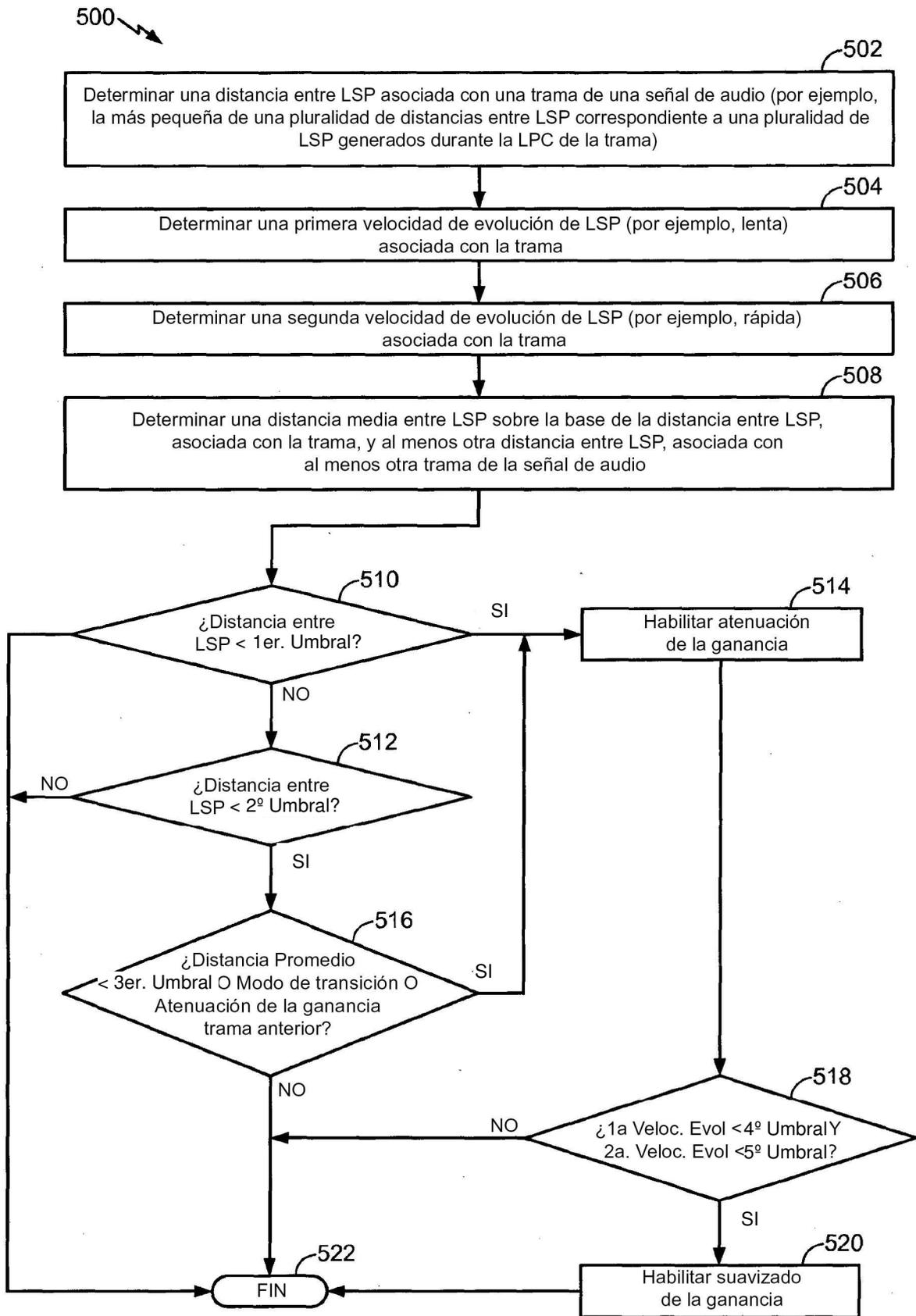


FIG. 5

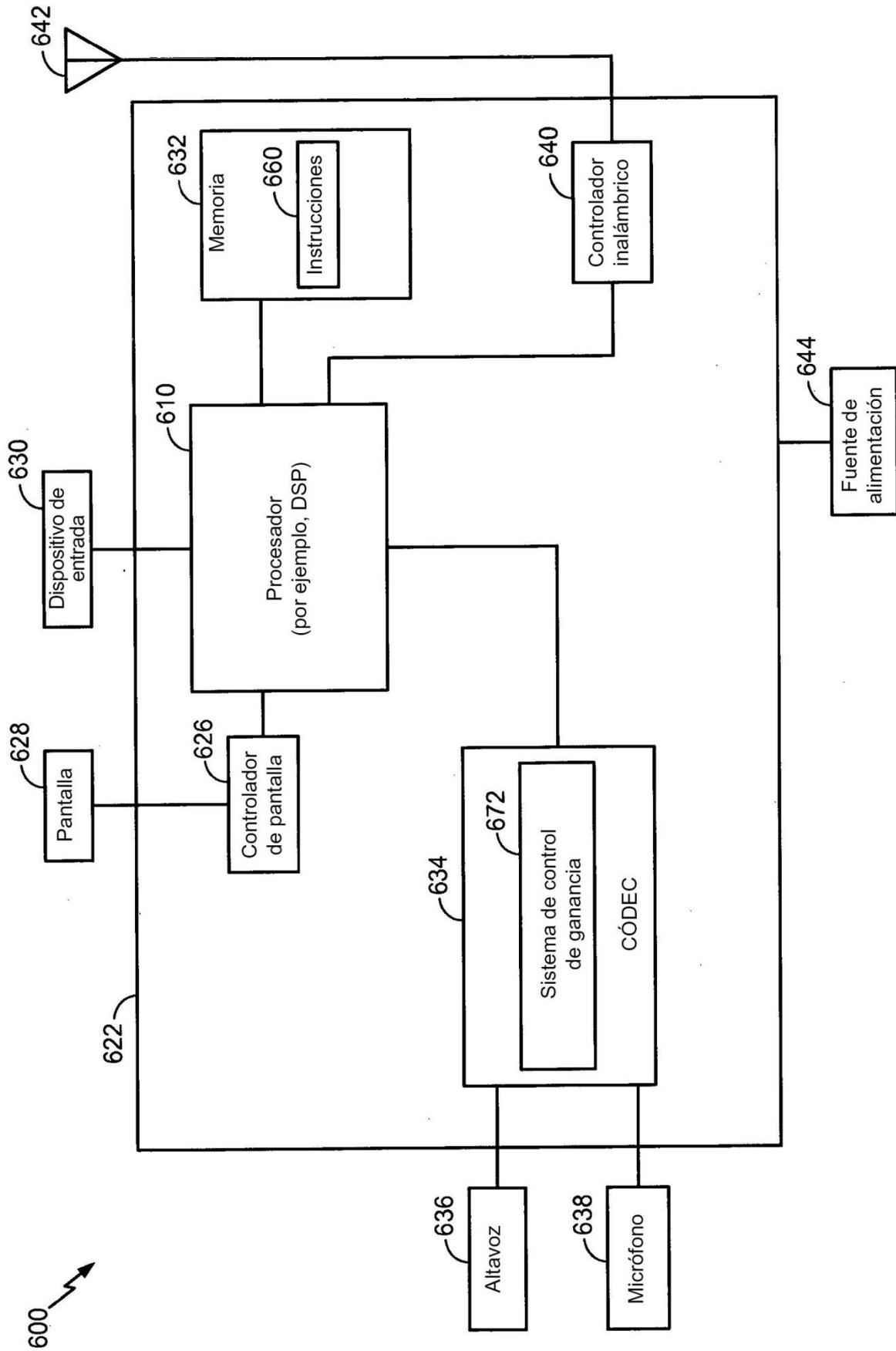


FIG. 6