

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 930 366**

51 Int. Cl.:

G10L 19/02 (2013.01)

G10L 25/51 (2013.01)

G10L 19/18 (2013.01)

G10L 19/002 (2013.01)

G10L 25/21 (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.03.2015 E 19162514 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.09.2022 EP 3518237**

54 Título: **Método y aparato de codificación de audio**

30 Prioridad:

14.03.2014 US 201461953331 P

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

09.12.2022

73 Titular/es:

**TELEFONAKTIEBOLAGET LM ERICSSON (PUBL)
(100.0%)
164 83 Stockholm, SE**

72 Inventor/es:

**NORVELL, ERIK y
GRANCHAROV, VOLODYA**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 930 366 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

Método y aparato de codificación de audio

Sector técnico

La tecnología propuesta se refiere, en general, a codificadores y métodos para la codificación de audio.

- 5 Las realizaciones del presente documento se refieren, en general, a la codificación de audio en la que partes del espectro no pueden ser codificadas debido a limitaciones de la velocidad de bits. En concreto, se refieren a las tecnologías de extensión del ancho de banda en las que se reconstruye una banda perceptiblemente menos importante utilizando, por ejemplo, una representación paramétrica y aproximaciones de una banda codificada perceptualmente más importante.

10 Antecedentes

15 La mayoría de los sistemas de telecomunicaciones existentes funcionan con un ancho de banda de audio limitado. Debido a las limitaciones de los sistemas de telefonía fija, la mayoría de los servicios de voz se limitan a transmitir solo el extremo inferior del espectro. Aunque el ancho de banda de audio limitado es suficiente para la mayoría de las conversaciones, existe el deseo de aumentar el ancho de banda del audio para mejorar la inteligibilidad y la sensación de presencia. Aunque la capacidad de las redes de telecomunicaciones está aumentando de manera continua, sigue siendo de gran interés limitar el ancho de banda requerido por cada canal de comunicación. En las redes móviles, los anchos de banda de transmisión más pequeños para cada llamada producen un menor consumo de potencia, tanto en el dispositivo móvil como en la estación base. Esto se traduce en un ahorro de energía y de costes para el operador móvil, mientras que el usuario final experimentará una mayor duración de la batería y un mayor tiempo de conversación. Además, con menos ancho de banda consumido por cada usuario, la red móvil puede dar servicio a un mayor número de usuarios en paralelo.

20 Una propiedad del sistema auditivo humano es que la percepción depende de la frecuencia. En concreto, nuestra audición es menos precisa para frecuencias más altas. Esto ha inspirado las llamadas técnicas de extensión del ancho de banda (BWE – BandWidth Extension, en inglés), en las que se reconstruye una banda de alta frecuencia a partir de una banda de baja frecuencia utilizando un número reducido de parámetros transmitidos.

25 La BWE convencional utiliza una representación paramétrica de la señal de banda alta, como envolvente espectral y envolvente temporal, y reproduce la estructura espectral fina de la señal utilizando ruido generado o una versión modificada de la señal de banda baja. Si la envolvente de banda alta está representada por un filtro, la señal de estructura fina a menudo se denomina señal de excitación. Una representación precisa de la envolvente de la banda alta es perceptualmente más importante que la estructura fina. En consecuencia, es común que los recursos disponibles en términos de bits se gasten en la representación de la envolvente mientras que la estructura fina se reconstruye a partir de la señal de banda baja codificada sin información lateral adicional.

30 La tecnología de BWE ha sido aplicada en una variedad de sistemas de codificación de audio. Por ejemplo, la AMR-WB+ del 3GPP utiliza una BWE en el dominio del tiempo basada en un codificador de banda baja que conmuta entre la codificación de voz de predictor lineal excitado mediante código (CELP – Code Excited Linear Predictor, en inglés) y la codificación de residuo codificada mediante transformada (TCX – Transform Coded Residual, en inglés). Otro ejemplo es el códec de audio basado en transformada eAAC del 3GPP, que realiza una variante de la BWE en el dominio de la transformada, denominada replicación de banda espectral (SBR - Spectral Band Replication, en inglés).

35 Aunque la división en una banda baja y una banda alta a menudo está motivada por la percepción, puede ser menos adecuada para ciertos tipos de señales. Como ejemplo, si la banda alta de una señal en concreto es perceptiblemente más importante que la banda baja, la mayoría de los bits gastados en la banda baja se desperdiciarán, mientras que la banda alta se representará con poca precisión. En general, si una porción del espectro se fija para ser codificada mientras que otras partes no son codificadas, siempre puede haber señales que no se ajusten a la suposición a priori. El peor escenario sería que toda la energía de la señal estuviera contenida en la parte no codificada, lo que produciría un rendimiento muy bajo.

40 El documento US 2013/290003 A1 da a conocer un sistema de codificación para codificar componentes de baja y alta frecuencia de una señal de audio haciendo uso, entre otros, de MDCT, extensión del ancho de banda, rellenado con ruido, codificación de pulso factorial y controlado por el tipo de señal de audio.

Compendio

- 45 Un objetivo es dar a conocer esquemas de codificación de audio más flexibles. Este y otros objetivos se cumplen mediante realizaciones de la tecnología propuesta.

La tecnología propuesta está relacionada con agregar una lógica de decisión para incluir una banda o bandas que, a priori, se suponía que no eran importantes, en la codificación de estructura fina. La lógica de decisión está diseñada para mantener el comportamiento “convencional” para las señales donde la suposición a priori para los límites de las

regiones codificadas y la BWE es válida, al mismo tiempo que se incluyen partes de la región de BWE no importantes supuestas a priori, en la región codificada para señales que quedan fuera de este grupo.

Una ventaja de la tecnología propuesta es mantener la estructura beneficiosa de una banda parcialmente codificada basada en un conocimiento a priori a la vez que se extiende para manejar casos específicos de señales.

5 Otras ventajas se apreciarán con la lectura de la descripción detallada.

Según un primer aspecto, se da a conocer un método para codificar una señal de audio, donde un espectro de frecuencia de un segmento de señal de audio se divide en al menos una primera y una segunda región, donde al menos la segunda región comprende varias bandas. Además, los máximos del espectro en la primera región se codifican mediante un primer método de codificación. El método dado a conocer en el presente documento comprende:

10 para el segmento de señal de audio: determinar una relación entre la energía de una banda en la segunda región y una estimación de la energía de la primera región. El método comprende, además, determinar una relación entre la energía de la banda en la segunda región y la energía promedio de la segunda región. El método comprende, además, determinar si un número disponible de bits es suficiente para codificar al menos un segmento sin máximo de la primera región y la banda en la segunda región. Además, cuando las relaciones cumplen un criterio predeterminado respectivo

15 y el número de bits es suficiente, la banda en la segunda región y el al menos un segmento de la primera región se codifican utilizando un segundo método de codificación; de lo contrario, el al menos un segmento de la primera región se codifica utilizando dicho segundo método de codificación y se codifica una envolvente de energía o ganancias de las bandas en la segunda región para permitir que un decodificador reconstruya la banda en la segunda región basándose en la extensión del ancho de banda, BWE, o en el relleno con ruido.

20 Según un segundo aspecto, se da a conocer un codificador para codificar una señal de audio, donde un espectro de frecuencia de un segmento de señal de audio se divide en al menos una primera y una segunda región, donde al menos la segunda región comprende varias bandas. El codificador está configurado para codificar máximos espectrales en la primera región utilizando un primer método de codificación. El codificador está configurado, además,

25 para: para el segmento de señal de audio: determinar una relación entre la energía de una banda en la segunda región y una estimación de la energía de la primera región; determinar una relación entre la energía de la banda en la segunda región y una energía promedio de la segunda región; determinar si un número disponible de bits es suficiente para codificar al menos un segmento sin máximo de la primera región y la banda en la segunda región. El codificador está configurado, además, para: cuando las relaciones cumplen un criterio predeterminado respectivo y el número de bits es suficiente: codificar la banda en la segunda región y el al menos un segmento de la primera región utilizando un

30 segundo método de codificación, y codificar de otra manera el al menos un segmento de la primera región utilizando dicho segundo método de codificación, y codificar una envolvente de energía o ganancias de las bandas en la segunda región para permitir que un decodificador reconstruya la banda en la segunda región basándose en la extensión del ancho de banda, BWE, o el relleno con ruido.

35 Según un tercer aspecto, se da a conocer un equipo de usuario que comprende un codificador, según el segundo aspecto.

Según un cuarto aspecto, se da a conocer un nodo de red que comprende un codificador, según el segundo aspecto.

Según un quinto aspecto, se da a conocer un programa informático que comprende instrucciones que, cuando son ejecutadas en al menos un procesador, hacen que el al menos un procesador lleve a cabo el método según el primer y/o el segundo aspecto.

40 **Breve descripción de los dibujos**

Los anteriores y otros objetivos, características y ventajas de la tecnología dada a conocer en el presente documento serán evidentes a partir de la siguiente descripción más concreta de las realizaciones ilustradas en los dibujos adjuntos. Los dibujos no están necesariamente a escala, sino que se hace hincapié en ilustrar los principios de la tecnología dada a conocer en el presente documento.

45 La figura 1 es un ejemplo de espectro armónico al que está dirigido el concepto de codificación presentado. A modo de comparación, la figura inferior ilustra el espectro de audio con una envolvente espectral que varía lentamente;

la figura 2a es una vista estructural de los cuatro tipos diferentes de regiones de codificación del espectro de MDCT;

la figura 2b es un ejemplo de región codificada de LF que modela el espacio entre máximos espectrales;

la figura 3 es un diagrama de flujo que ilustra un método según una realización a modo de ejemplo;

50 la figura 4 ilustra una introducción de una banda codificada en la región de BWE;

las figuras 5a a c ilustran implementaciones de un codificador, según ejemplos de realizaciones.

la figura 6 ilustra una realización de un codificador;

la figura 7 ilustra una realización de una implementación informática de un codificador;

la figura 8 es un diagrama de bloques esquemático que ilustra una realización de un codificador que comprende un grupo de módulos funcionales; y

la figura 9 ilustra una realización de un método de codificación.

5 Descripción detallada

La tecnología propuesta está prevista para ser implementada en un códec, es decir, en un codificador y un decodificador correspondiente (a menudo abreviado como códec). El codificador recibe y codifica una señal de audio. La señal codificada resultante se emite y normalmente se transmite a un receptor, donde es decodificada por un decodificador correspondiente. En algunos casos, la señal codificada se almacena en una memoria para su posterior recuperación.

La tecnología propuesta puede ser aplicada a un codificador y/o decodificador, por ejemplo, de un terminal de usuario o equipo de usuario, que puede ser un dispositivo fijo o inalámbrico. Todos los dispositivos y nodos alternativos descritos en el presente documento se resumen en el término “dispositivo de comunicación”, en el que se podría aplicar la solución descrita en el presente documento.

Tal como se utilizan en el presente documento, los términos no limitativos “equipo de usuario” y “dispositivo inalámbrico” pueden hacer referencia a un teléfono móvil, un teléfono celular, un asistente digital personal, PDA (Personal Digital Assistant, en inglés), equipado con capacidades de comunicación por radio, un teléfono inteligente, un ordenador portátil u ordenador personal, PC (Personal Computer, en inglés), equipado con un módem de banda ancha móvil interno o externo, un PC de tableta con capacidades de comunicación por radio, un dispositivo de destino, un UE de dispositivo a dispositivo, un UE de tipo máquina o un UE con capacidad de comunicación de máquina a máquina, un iPad, un equipo en las instalaciones del cliente, CPE (Customer Premises Equipment, en inglés), un equipo integrado en un ordenador portátil, LEE (Laptop Embedded Equipment, en inglés), un equipo montado en un ordenador portátil, LME (Laptop Mounted Equipment, en inglés), un dongle de USB, un dispositivo electrónico portátil de comunicación por radio, un dispositivo de detección equipado con capacidades de comunicación por radio o similares. En concreto, el término “UE” y el término “dispositivo inalámbrico” deben ser interpretados como términos no limitativos que comprenden cualquier tipo de dispositivo inalámbrico que se comuniquen con un nodo de red de radio en un sistema de comunicación celular o móvil, o cualquier dispositivo equipado con circuitos de radio para comunicación inalámbrica, según cualquier estándar relevante para la comunicación dentro de un sistema de comunicación celular o móvil.

Tal como se utiliza en el presente documento, el término “dispositivo fijo” puede hacer referencia a cualquier dispositivo configurado o preparado para una conexión por cable a una red. En concreto, el dispositivo fijo puede ser al menos alguno de los dispositivos anteriores, con o sin capacidad de comunicación por radio, cuando esté configurado para conexión cableada.

La tecnología propuesta también puede ser aplicada a un codificador y/o decodificador de un nodo de red de radio. Tal como se utiliza en el presente documento, el término no limitativo “nodo de red de radio” puede hacer referencia a estaciones base, nodos de control de red tales como controladores de red, controladores de red de radio, controladores de estación base y similares. En concreto, el término “estación base” puede abarcar diferentes tipos de estaciones base de radio, incluidas estaciones base estandarizadas como Nodo B, o Nodo B evolucionado, eNB, y también macro/micro/pico estaciones base de radio, estaciones base domésticas, también conocidas como femto estaciones base, nodos de retransmisión, repetidores, puntos de acceso de radio, estaciones base transceptoras, BTS (Base Transceiver Stations, en inglés) e incluso nodos de control de radio que controlan una o más unidades de radio remotas, RRU (Remote Radio Units, en inglés) o similares.

En cuanto a la terminología relativa al espectro de frecuencias de la señal de audio a codificar, en el presente documento se intentará explicar algunos de los términos utilizados. Tal como se describió anteriormente, las frecuencias de audio a menudo se dividen en la llamada “banda baja” (LB – Low Band, en inglés) o “banda de baja frecuencia” (LF – Low Frequency, en inglés); y una denominada “banda alta” (HB – High Band, en inglés), o “banda de alta frecuencia” (HF – High Frequency, en inglés). Habitualmente, la banda alta no está codificada de la misma manera que la banda baja, sino que está sujeta a BWE. La BWE puede comprender la codificación de una envolvente espectral y temporal, tal como se ha descrito anteriormente. Sin embargo, una banda alta extendida de ancho de banda aún se puede denominar no codificada en el presente documento. En otras palabras, una “banda alta no codificada” todavía puede estar asociada con alguna codificación, por ejemplo, de envolventes, pero se puede suponer que esta codificación está asociada con muchos menos bits que la codificación en las regiones codificadas.

En el presente documento, se utilizará la terminología “una primera región” y “una segunda región”, en referencia a partes del espectro de audio. En una realización preferida, se puede suponer que la primera región es la banda baja y se puede suponer que la segunda región es la banda alta, tal como en la codificación de audio convencional que utiliza BWE. Sin embargo, puede haber más de dos regiones y las regiones pueden estar configuradas de manera diferente.

La tecnología propuesta está integrada en el contexto de un códec de audio dirigida a señales con un fuerte contenido armónico. En la figura 1 se presenta una ilustración de las señales de audio. El espectro de audio superior de la figura 1 es un ejemplo de un espectro armónico, es decir, un ejemplo de un espectro de una señal de audio con un fuerte contenido armónico. A modo de comparación, el espectro inferior de la figura 1 ilustra un espectro de audio con una envolvente espectral que varía lentamente.

En una realización a modo de ejemplo, la codificación y decodificación se realiza en el dominio transformado en frecuencia utilizando la transformada del coseno discreta modificada (MDCT – Modified Discrete Cosine Transform, en inglés). La estructura armónica se modela utilizando un método de codificación de máximos específico en la llamada “banda baja”, que se complementa con un cuantificador vectorial (VQ – Vector Quantizer, en inglés) dirigido a los importantes coeficientes de baja frecuencia (LF) del espectro de MDCT y una región de BWE donde las frecuencias más altas se generan a partir de la síntesis de banda baja. En las figuras 2a y 2b se muestra una descripción general de este sistema.

La figura 2a muestra una vista estructural de los cuatro tipos diferentes de regiones de codificación de un espectro de MDCT. En la banda baja, los máximos espectrales se codifican utilizando un método de codificación basado en máximos. En la banda alta, se aplica BWE (línea de puntos), que puede implicar la codificación, es decir, alguna representación paramétrica, de información relacionada con la envolvente espectral y la envolvente temporal. La región marcada como “LF codificada” en la figura 2a (línea doble) se codifica utilizando un método de codificación de forma de ganancia, es decir, no es el mismo método de codificación que el utilizado para los máximos. La región de LF codificada es dinámica en el sentido de que depende de la cantidad restante de bits, fuera de un presupuesto de bits, que están disponibles para la codificación cuando se han codificado los máximos. En la figura 2b, se pueden ver las mismas regiones que en la figura 2a, pero aquí también se puede ver que la región de LF codificada se extiende entre los máximos codificados. En otras palabras, también se pueden modelar partes del espectro de banda baja situadas entre máximos mediante el método de codificación de forma de ganancia, dependiendo de las posiciones de los máximos del espectro objetivo y del número de bits disponibles. Las partes del espectro que comprenden los máximos codificados se excluyen de la codificación de forma de ganancia de la región de frecuencia más baja, es decir, de la región de LF codificada. Las partes de la banda baja que permanecen sin codificar cuando los bits disponibles se gastan en la codificación de máximo y la codificación de baja frecuencia están sujetas a rellenado con ruido (línea discontinua en la figura 1).

Suponiendo la estructura anterior, es decir, una primera región en la que se codifican los máximos y las partes/coeficientes importantes que no son máximo, y una segunda región, también posiblemente denominada región de BWE, de la que se supone a priori que no comprende información tan importante desde el punto de vista de la percepción como en la primera región, se propone una técnica novedosa para agregar codificación de componentes espectrales en la región de BWE. La idea es introducir una banda codificada en la región de BWE (véase la figura 3) si se cumplen ciertos requisitos. También se podría introducir más de una banda codificada cuando sea apropiado.

Puesto que un objetivo es mantener una estructura de una región codificada, tal como una parte de baja frecuencia del espectro, y una segunda región, como una parte de alta frecuencia del espectro que tiene un ancho de banda extendido para la mayoría de las señales, una banda codificada en la segunda región debería, en una realización, ser introducida solo si se cumplen ciertas condiciones con respecto a la banda. Las condiciones, o criterios, para una banda candidata, en una segunda región, evaluada para la codificación pueden ser formuladas de la siguiente manera:

1. La energía en la banda candidata, por ejemplo, una banda de frecuencias en una parte de alta frecuencia del espectro debe ser relativamente alta en comparación con una estimación de energía de una región codificada de máximo, por ejemplo, en la parte inferior del espectro de frecuencias. Esta relación de energía indica una banda audible y, por lo tanto, perceptualmente relevante, en la segunda región.

2. La banda candidata debería tener una energía relativamente alta en comparación con las bandas vecinas en la segunda región. Esto indica una estructura con máximos en la segunda región que puede no ser modelada bien con la técnica de BWE.

3. Los recursos, es decir, los bits, para codificar la banda candidata no deberían competir con componentes más importantes (véase la LF codificada en las figuras 2a y 2b) en la codificación de partes de la región codificada.

Ejemplos de realizaciones

A continuación, se describirán realizaciones a modo de ejemplo relacionadas con un método para codificar una señal de audio con referencia a la figura 3. El espectro de frecuencia de la señal de audio se divide en al menos una primera y una segunda región, donde al menos la segunda región comprende un número de bandas, y donde los máximos espectrales en la primera región son codificados por un primer método de codificación. El método debe ser realizado por un codificador con un método correspondiente en el decodificador. El codificador y el decodificador pueden ser configurados para cumplir con uno o más estándares para la codificación y decodificación de audio. El método comprende, para un segmento de la señal de audio:

- determinar una relación entre una energía de una banda en la segunda región y una estimación de energía de la primera región;

- determinar 302 una relación entre la energía de la banda en la segunda región y la energía de las bandas vecinas en la segunda región;
- determinar 303, 305 si un número disponible de bits es suficiente para codificar al menos un segmento sin máximo de la primera región y la banda en la segunda región; y, cuando las relaciones cumplen 304 un criterio predeterminado respectivo y el número de bits es suficiente 305:
- codificar 306 la banda en la segunda región y el al menos un segmento de la primera región utilizando un segundo método de codificación; y de lo contrario: someter 307 a la banda en la segunda región a BWE o relleno con ruido.

La primera región normalmente sería una parte más baja del espectro de frecuencia que la segunda región. La primera región puede, como se mencionó anteriormente, ser la denominada banda baja, y la segunda región puede ser la denominada banda alta. Las regiones no se superponen y pueden ser adyacentes. También son posibles otras regiones, que pueden, por ejemplo, separar la primera y la segunda región.

El al menos un segmento de la primera región, véase la parte de "LF codificada" en las figuras 2a y 2b, y la banda candidata seleccionada para codificar en la segunda región se codifica utilizando el mismo segundo método de codificación. Este segundo método de codificación puede comprender cuantificación vectorial o cuantificación vectorial piramidal. Puesto que la envolvente de energía o las ganancias de las bandas en la segunda región ya están codificadas para ayudar a la tecnología de BWE, es beneficioso complementar esta codificación con un cuantificador de forma aplicado a la estructura fina de la banda candidata seleccionada. De esta forma, se logra una codificación de forma de ganancia de la banda candidata seleccionada. En algunas realizaciones preferidas, los máximos espectrales en la primera región se codifican mediante un primer método de codificación, tal como se mencionó anteriormente. El primer método de codificación es preferentemente un método de codificación basado en máximos, tal como se describe, por ejemplo, en el documento TS 26.445 del 3GPP, sección 5.3.4.2.5. Un segundo método de codificación se muestra como ejemplo en el mismo documento en la sección 5.3.4.2.7.

La figura 4 ilustra un posible resultado de aplicar una realización del método descrito anteriormente. En la figura 4, una banda, B_{HB} , en la segunda región es codificada en lugar de estar sujeta a BWE (como en las figuras 2a y 2b), lo que habría sido el caso si no se aplicara una realización del método. La banda B_{HB} se codifica utilizando el mismo método de codificación que se utiliza para las partes marcadas como "LF codificada" en la figura 4. Los máximos en la primera región, marcados como "máximo codificado", se codifican, sin embargo, utilizando otro método de codificación, que preferentemente se basa en máximos. Obsérvese que, puesto que el contenido de la segunda región no se completa estrictamente con BWE u otras técnicas de relleno espectral, la suposición a priori de una banda codificada y de una banda no codificada ya no es cierta. Por esta razón, puede ser más apropiado llamar a la estrategia de relleno relleno con ruido. El término relleno con ruido se utiliza más a menudo para el relleno espectral en regiones que pueden aparecer en cualquier parte del espectro y/o entre partes codificadas del espectro.

La determinación de las relaciones entre las energías y la suficiencia de un número de bits disponibles para la codificación corresponde a las tres condiciones, numeradas 1 a 3, descritas anteriormente. A continuación se describirán ejemplos de cómo se puede realizar la determinación. La evaluación se describe para una banda candidata en la segunda región.

Evaluación de la condición 1

La primera condición se refiere a que la energía en la banda candidata debería tener cierta relación con una estimación de energía de una región codificada de máximo. Esta relación se describe en el presente documento como que la energía de la banda candidata debe ser relativamente alta en comparación con la energía estimada de la primera región.

Suponiendo, como ejemplo, que la codificación se realiza en el dominio transformado en frecuencia utilizando la Transformada de Coseno Discreta Modificada, donde los coeficientes de MDCT se calculan como:

$$Y(k) = \sqrt{\frac{2}{L}} \sum_{n=0}^{2L-1} \sin\left[\left(n + \frac{1}{2}\right) \frac{\pi}{L}\right] \cos\left[\left(n + \frac{1}{2} + \frac{L}{2}\right) \left(k + \frac{1}{2}\right) \frac{\pi}{L}\right] x(n), \quad (1)$$

donde $x(n)$ designa un cuadro de muestras de audio de entrada con índice de cuadro i . En este caso, n , es un índice de muestras en el dominio del tiempo, y k el índice de los coeficientes del dominio de la frecuencia. Para simplificar la notación, el índice i de la trama se omitirá cuando todos los cálculos se realicen dentro de la misma trama. En general, se debe comprender que todos los cálculos derivados de la trama de audio de entrada $x(n)$ se ejecutará sobre la base de una trama y todas las siguientes variables se podrían indicar con un índice i .

Las energías del registro de banda $m(i,j)$ de la segunda región, por ejemplo, región de banda alta, se pueden definir como:

$$E(j) = 2 \log_2 \left(\sqrt{\frac{1}{N_j} \sum_{k=b_j}^{b_j+N_j-1} Y^2(k)} \right), \quad (2)$$

dónde b_j es el primer coeficiente de la banda j y n_j se refiere al número de coeficientes de MDCT en la banda. Un número habitual para una región de alta frecuencia está comprendido entre 24 6 64 coeficientes por cada banda. Cabe señalar que el $2 \log_2(\cdot)$ es simplemente un ejemplo que se consideró adecuado en el sistema de codificación de audio objetivo y que se pueden utilizar otras bases de registro y factores de escala. La utilización de otras bases logarítmicas y factores de escala daría diferentes valores absolutos de energía logarítmica y requeriría diferentes valores de umbral, pero el método seguiría siendo el mismo en otros aspectos.

Tal como se describió anteriormente, los máximos espectrales en la primera región se codifican preferentemente utilizando un método de codificación basado en máximos. Los máximos codificados de la primera región, por ejemplo, la región de frecuencia más baja, en este ejemplo se modelan utilizando la posición de máximo $p(m)$, una amplitud, incluido el signo, $G(m)$ que está configurada para coincidir con el contenedor MDCT en la posición dada $Y(p(m))$, y un vector de forma $V(m)$ que representan los máximos vecinos, por ejemplo, los cuatro contenedores de MDCT vecinos, donde $m = 1..N_{\text{máximos}}$ y $N_{\text{máximos}}$ es el número de máximos utilizados en la representación de la primera región.

Para evaluar el cumplimiento de la condición 1 anterior, nos gustaría hacer una estimación de la energía en la primera región, para compararla con la energía de la banda candidata. Suponiendo que la mayoría de la energía en la primera región está contenida dentro de los máximos modelados, una estimación de la energía en la primera región, $E_{\text{máximo}}(i)$, de la trama i se puede obtener como:

$$E_{\text{pico}}(i) = 2 \log_2 \left(\sum_{m=1}^{N_{\text{picos}}} G(m)^2 \right) \quad (3)$$

A continuación, la condición 1 se puede evaluar estableciendo un umbral para la energía de la envolvente $E(j)$ de la banda candidata j , como:

$$E(j) - E_{\text{pico}}(i) > T_1 \quad (5)$$

dónde T_1 es un umbral de energía logarítmica para pasar, es decir, cumplir la condición 1. Debido a la complejidad informática de la función logarítmica, se puede utilizar la siguiente alternativa matemáticamente equivalente:

$$2^{E(j)/2} \cdot 2^{-T_1/2} > 2^{E_{\text{pico}}(i)/2} \quad (6)$$

o

$$2^{E(j)/2} > 2^{E_{\text{pico}}(i)/2} \cdot 2^{T_1/2} \quad (7)$$

El valor de umbral debe ser establecido de tal manera que corresponda a la importancia perceptible de la banda. El valor real puede depender de la estructura de la banda. En una realización a modo de ejemplo, un valor adecuado para $2^{T_1/2}$ se encontró que era 10^{-5} .

Evaluación de la condición 2

La segunda condición se refiere a que la energía en la banda candidata debe tener cierta relación con la energía de las bandas vecinas en la segunda región. Esta relación se expresa en el presente documento, como que la banda candidata debería tener una energía relativamente alta en comparación con las bandas vecinas en la segunda región.

Un ejemplo de cómo evaluar el cumplimiento de la condición 2 es comparar la energía logarítmica de la banda candidata con la energía logarítmica promedio de toda la segunda región, por ejemplo banda alta. Primero, la energía logarítmica promedio de la segunda región se puede definir como:

$$\bar{E} = \frac{1}{N_{HB}} \sum_{j=1}^{N_{HB}} E(j) \quad (8)$$

Entonces, una expresión para la condición 2 se puede formular como:

$$E(j) - \bar{E} > T_2 \quad (9)$$

dónde T_2 designa el umbral de energía logarítmica para pasar la condición 2. De manera equivalente, como para la condición 1, esto se puede formular en el dominio de la energía en lugar del dominio de registro, véase la ecuación (6), si esto se considera beneficioso desde el punto de vista de la complejidad informática. En una realización a modo de ejemplo, un valor adecuado para T_2 se encontró que era 3. Como alternativa a la utilización de la energía logarítmica promedio de toda la segunda región, solo se pueden utilizar partes de la segunda región, por ejemplo, varias bandas que rodean a la banda candidata.

Evaluación de la condición 3

La tercera condición se refiere a si un número disponible de bits es suficiente para codificar al menos un segmento no máximo de la primera región y la banda en la segunda región. De lo contrario, la banda de la segunda región no debería ser codificada. La condición 3 está relacionada con el método de codificación dirigida, denominado "segundo método de codificación" anteriormente, que es una codificación de forma de ganancia. El VQ general objetivo para la región de LF codificada, es decir, partes sin máximo de la primera región, está configurada según una realización para cubrir también bandas seleccionadas en la segunda región, por ejemplo, región de alta frecuencia. Sin embargo, puesto que la primera región, habitualmente una región de baja frecuencia, es sensible para la codificación del dominio de MDCT, se debe garantizar que algunos recursos, bits, sean asignados para codificar al menos parte de este rango de frecuencia. Puesto que el cuantificador de vector piramidal general (PVQ – Pyramid Vector Quantizer, en inglés) preferido que está previsto para la codificación de partes sin máximo de la primera región (cf. "LF codificada" en las figuras 2a y 2b) está funcionando en un espectro objetivo dividido en bandas, este requisito se cumple garantizando que se asigne al menos una banda para la primera región, es decir:

$$N_{banda} \geq 1 \quad (10)$$

dónde N_{banda} designa el número de bandas en la señal de destino para la parte de LF codificada. Estas bandas no son del mismo tipo de banda que las bandas de la segunda región. La banda N_{banda} , en este caso, es una banda con un ancho determinado por el codificador, y la banda comprende una parte de la primera región que no está codificada mediante un método de codificación de máximos.

En caso de que haya suficientes bits disponibles para codificar al menos una parte sin máximo de la primera región y una banda seleccionada que cumpla las condiciones 1 y 2 anteriores, la banda seleccionada puede ser codificada junto con al menos una parte sin máximo de la primera región utilizando el segundo método de codificación (forma de la ganancia). Otra condición útil para evitar el desperdicio de recursos es asegurarse de que la velocidad de bits para la banda seleccionada sea lo suficientemente alta para representar la banda con una calidad aceptable. De lo contrario, los bits gastados en codificar la banda seleccionada se desperdiciarán y sería mejor gastarlos en codificar más de la parte de baja frecuencia de la primera región (véase más LF codificada en la figura 2a). En una realización a modo de ejemplo, la codificación de una parte sin máximo de la primera región se maneja utilizando PVQ, que tiene una relación explícita entre el número de pulsos, la longitud del vector y la velocidad de bits requerida definida por la función *pulsos2bits*(W_j, P_{min}), donde W_j designa el ancho de banda de la banda seleccionada y P_{min} es el número mínimo de pulsos que deben ser representados. Supóngase que $B_{última}$ designa el número de bits asignados para la última banda en el vector de destino para el codificador de PVQ; entonces la condición para evitar el desperdicio de recursos se puede escribir como:

$$B_{última} > \text{pulsos2bits}(W_j, P_{min}) \quad (11)$$

El número mínimo de pulsos P_{min} es un parámetro de ajuste, pero debe ser al menos $P_{min} \geq 1$. Las ecuaciones (10) y (11) juntas cumplen la condición 3 en un ejemplo de realización.

Una parte novedosa de las realizaciones dadas a conocer en el presente documento es una lógica de decisión para evaluar si codificar una banda en una región de BWE o no. Por región de BWE se comprende, en el presente documento, una región, definida por ejemplo, en frecuencia, que un codificador sin la funcionalidad sugerida en el presente documento habría sometido a BWE. Por ejemplo, la región de BWE podría ser frecuencias por encima de 5,6 kHz o por encima de 8 kHz.

Las realizaciones a modo de ejemplo descritas anteriormente sugieren una estructura en la que se codifica la llamada "banda baja" y la llamada "banda alta" se extiende desde la banda baja. Los términos "banda baja" y "banda alta" se refieren a partes de un espectro de frecuencia que están divididas en una determinada frecuencia. Es decir, un espectro de frecuencias dividido en una parte inferior, una "banda baja" y una parte superior, una "banda alta" a una determinada frecuencia, por ejemplo 5,6 u 8 kHz. Sin embargo, la solución descrita en el presente documento no está limitada a dicha partición de frecuencia, sino que también se puede aplicar a otras distribuciones de regiones

codificadas y no codificadas, es decir, estimadas, donde las regiones o partes codificadas y estimadas se deciden, por ejemplo, basándose en el conocimiento a priori sobre la fuente y la importancia perceptiva de la señal en cuestión.

Una realización a modo de ejemplo de un método para codificar una señal de audio comprende recibir una señal de audio y analizar adicionalmente al menos una parte de la señal de audio. El método comprende, además, determinar, basándose en el análisis, si codificar una región de banda alta de un espectro de frecuencia de la señal de audio junto con una región de banda baja del espectro de frecuencia. El método a modo de ejemplo comprende, además, la codificación de la señal de audio para su transmisión a través de un enlace en una red de comunicación basándose en la determinación de codificar la región de banda alta. El análisis descrito anteriormente también puede ser realizado sobre los parámetros cuantificados y reconstruidos en el codificador. Las energías de registro $E(j)$ serían en ese caso reemplazadas con su parte homóloga $\hat{E}(j)$ cuantificada en la Ecuación (8) y las ganancias máximas $G(m)$ serían reemplazadas con las ganancias máximas cuantificadas $\hat{G}(m)$ en la Ecuación (3). La utilización de los parámetros cuantificados permite implementar el método descrito anteriormente de la misma manera en el codificador y el decodificador correspondiente, puesto que los parámetros cuantificados están disponibles para ambos. Es decir, el método descrito anteriormente también se realiza en el decodificador, con el fin de determinar cómo decodificar y reconstruir la señal de audio. El beneficio de esta configuración es que no es necesario transmitir información adicional desde el codificador al decodificador, indicando si una banda en la segunda región ha sido codificada o no. También es posible una solución en la que se transmite información, indicando si una banda en la segunda región está codificada o no.

A continuación se describirá un método para decodificar una señal de audio, que no forma parte de la invención, correspondiente al método para codificar una señal de audio descrito anteriormente. Como antes, un espectro de frecuencia de la señal de audio está dividido en al menos una primera y una segunda región, donde al menos la segunda región comprende varias bandas, y donde los máximos espectrales en la primera región se decodifican utilizando un primer método de codificación. El método, que debe ser realizado por un decodificador, comprende, para un segmento de la señal de audio:

- determinar una relación entre la energía de una banda en la segunda región y una estimación de energía de la primera región;
- determinar una relación entre la energía de la banda en la segunda región y la energía de las bandas vecinas en la segunda región;
- determinar si un número disponible de bits es suficiente para codificar al menos un segmento sin máximo de la primera región y la banda en la segunda región. Comprendiendo el método, además:
- cuando las relaciones cumplen un respectivo criterio predeterminado (304) y el número de bits es suficiente:
 - decodificar una banda en la segunda región y el al menos un segmento de la primera región utilizando un segundo método de codificación; y en caso contrario
 - reconstruir la banda en la segunda región basándose en BWE o en rellenado con ruido.

35 Implementaciones

El método y las técnicas descritas anteriormente pueden ser implementados en codificadores y/o decodificadores, que pueden formar parte, por ejemplo, de dispositivos de comunicación.

Codificador, figuras 5a a 5c

Una realización a modo de ejemplo de un codificador se ilustra de manera general en la figura 5a. Por codificador se hace referencia a un codificador configurado para codificar señales de audio. El codificador posiblemente podría ser configurado, además, para codificar otros tipos de señales. El codificador 500 está configurado para realizar al menos una de las realizaciones del método descritas anteriormente con referencia, por ejemplo, a la figura 3. El codificador 500 está asociado con las mismas características técnicas, objetos y ventajas que las realizaciones del método descritas anteriormente. El codificador puede estar configurado para cumplir con uno o más estándares para la codificación de audio. El codificador se describirá brevemente para evitar repeticiones innecesarias.

El codificador puede ser implementado y/o descrito como sigue:

El codificador 500 está configurado para codificar una señal de audio, donde un espectro de frecuencia de la señal de audio está dividido en al menos una primera y una segunda región, donde al menos la segunda región comprende varias bandas, y donde los máximos espectrales en la primera región están codificados mediante un primer método de codificación. El codificador 500 comprende circuitos de procesamiento o medios de procesamiento 501 y una interfaz de comunicación 502.

Los circuitos de procesamiento 501 están configurados para hacer que el codificador 500, para un segmento de la señal de audio: determine una relación entre una energía de una banda en la segunda región y una estimación de

energía de la primera región. Los circuitos de procesamiento 501 están configurados, además, para hacer que el codificador determine una relación entre la energía de la banda en la segunda región y la energía de las bandas vecinas en la segunda región. Los circuitos de procesamiento 501 están configurados, además, para hacer que el codificador determine si un número disponible de bits es suficiente para codificar al menos un segmento sin máximo de la primera región y la banda en la segunda región.

Los circuitos de procesamiento 501 están configurados, además, para hacer que el codificador, cuando las relaciones cumplen un criterio predeterminado respectivo y el número de bits sea suficiente, codifique la banda en la segunda región y el al menos un segmento de la primera región utilizando un segundo método de codificación. En caso contrario, cuando al menos una de las relaciones no cumple el criterio predeterminado y/o cuando el número de bits no es suficiente, la banda de la segunda región es sometida a BWE o relleno con ruido. La interfaz de comunicación 502, que también puede ser designada, por ejemplo, como Interfaz de entrada/salida (E/S), incluye una interfaz para enviar y recibir datos de otras entidades o módulos.

Los circuitos de procesamiento 501 podrían comprender, tal como se ilustra en la figura 5b, medios de procesamiento, tales como un procesador 503, por ejemplo, una CPU y una memoria 504 para almacenar o mantener instrucciones. La memoria comprendería por lo tanto, instrucciones, por ejemplo, en forma de un programa informático 505, que cuando es ejecutado por los medios de procesamiento 503 hace que el codificador 500 realice las acciones descritas anteriormente.

En la figura 5c se muestra una implementación alternativa de los circuitos de procesamiento 501. Los circuitos de procesamiento comprenden, en este caso, una primera unidad de determinación 506, configurada para hacer que el codificador 500: determine una relación entre una energía de una banda en la segunda región y una estimación de la energía de la primera región. Los circuitos de procesamiento comprenden, además, una segunda unidad de determinación 507, configurada para hacer que el codificador determine una relación entre la energía de la banda en la segunda región y la energía de las bandas vecinas en la segunda región. Los circuitos de procesamiento comprenden, además, una tercera unidad de determinación 508, configurada para hacer que el codificador determine si un número disponible de bits es suficiente para codificar al menos un segmento sin máximo de la primera región y la banda en la segunda región. Los circuitos de procesamiento comprenden, además, una unidad de codificación, configurada para hacer que el codificador, cuando las relaciones cumplen un criterio predeterminado respectivo y el número de bits es suficiente, codifique la banda en la segunda región y el al menos un segmento de la primera región utilizando un primer método de codificación. Los circuitos de procesamiento 501 podrían comprender más unidades, tal como una unidad de decisión, configurada para hacer que el codificador decida si las relaciones determinadas cumplen o no los criterios. Esta tarea podría ser realizada, alternativamente, por una o más de las otras unidades.

Los codificadores, o códecs, descritos anteriormente podrían ser configurados para las diferentes realizaciones de métodos descritas en el presente documento, tales como utilizar diferentes métodos de codificación de forma de la ganancia como el segundo método de codificación; diferentes métodos de codificación de máximos para codificar los máximos en la primera región, funcionando en diferentes dominios de transformación, etc.

Se puede suponer que el codificador 500 comprende una funcionalidad adicional, para llevar a cabo funciones regulares de codificador.

La figura 6 ilustra una realización de un codificador. Se recibe una señal de audio y se codifican las bandas de una primera región, habitualmente la región de baja frecuencia. Además, se codifica al menos una banda de una segunda región, normalmente la región de alta frecuencia, exclusiva para la primera región. Dependiendo de las condiciones explicadas con más detalle anteriormente, se puede decidir si la codificación de la banda en la segunda región está incluida o no en la señal codificada final. La señal codificada final es proporcionada habitualmente a una parte de recepción, donde la señal codificada es decodificada en una señal de audio. El UE o el nodo de red también pueden incluir circuitos de radio para comunicarse con uno o más nodos, incluida la transmisión y/o recepción de información.

A continuación, se describirá un ejemplo de una implementación informática con referencia a la figura 7. El codificador comprende circuitos de procesamiento, tal como uno o más procesadores y una memoria. En este ejemplo concreto, al menos algunas de las etapas, funciones, procedimientos, módulos y/o bloques descritos en el presente documento se implementan en un programa informático, que se carga en la memoria para su ejecución por parte de los circuitos de procesamiento. Los circuitos de procesamiento y la memoria están interconectados entre sí para permitir la ejecución normal del software. También se puede interconectar un dispositivo de entrada/salida opcional a los circuitos de procesamiento y/o a la memoria, para permitir la entrada y/o salida de datos relevantes tales como uno o varios parámetros de entrada y/o uno o varios parámetros de salida resultantes. Como alternativa, se podría implementar un codificador utilizando módulos de función, tal como se ilustra en la figura 8.

Una realización a modo de ejemplo de un codificador para codificar una señal de audio se podría describir como sigue:

El codificador comprende un procesador; y una memoria para almacenar instrucciones que, cuando son ejecutadas por el procesador, hacen que el codificador: reciba una señal de audio; analice al menos una parte de la señal de audio; y que: basándose en el análisis, determine si codificar una región de banda alta de un espectro de frecuencia de la señal de audio junto con una región de banda baja del espectro de frecuencia; y además que: basándose en la

determinación de si codificar la región de banda alta, codifique la señal de audio para su transmisión a través de un enlace en una red de comunicación.

El codificador podría estar incluido en un equipo de usuario para funcionar en una red de comunicación inalámbrica.

5 El término 'ordenador' debe ser interpretado en un sentido general como cualquier sistema o dispositivo capaz de ejecutar un código de programa o instrucciones de un programa informático para realizar una determinada tarea de procesamiento, determinación o informática.

10 En una realización concreta, el programa informático comprende instrucciones que, cuando son ejecutadas por al menos un procesador, hacen que los uno o varios procesadores codifiquen bandas de una primera región de frecuencia, codifiquen al menos una banda de una segunda región y, dependiendo de condiciones específicas, decidan si la codificación de la banda en la segunda región debe ser incluida o no en la señal codificada final.

Se apreciará que los métodos y dispositivos descritos en el presente documento pueden ser combinados y reorganizados en una variedad de modos. Por ejemplo, las realizaciones pueden ser implementadas en hardware o en software para su ejecución mediante circuitos de procesamiento adecuados, o en una combinación de los mismos.

15 Las etapas, funciones, procedimientos, módulos y/o bloques descritos en el presente documento pueden ser implementadas en hardware utilizando cualquier tecnología convencional, tal como circuitos discretos o tecnología de circuitos integrados, incluidos circuitos electrónicos de uso general y circuitos específicos de aplicaciones.

20 Ejemplos concretos incluyen uno o más procesadores de señales digitales adecuadamente configurados y otros circuitos electrónicos conocidos, por ejemplo, puertas lógicas discretas interconectadas para realizar una función especializada, o circuitos integrados específicos para una aplicación (ASIC – Application Specific Integrated Circuits, en inglés).

Alternativamente, al menos algunas de las etapas, funciones, procedimientos, módulos y/o bloques descritos en el presente documento pueden ser implementados en software, tal como un programa informático para ser ejecutado por circuitos de procesamiento adecuados, tal como uno o más procesadores o unidades de procesamiento.

25 El diagrama o diagramas de flujo presentados en el presente documento pueden ser considerados, por lo tanto, como un diagrama o diagramas de flujo de ordenador, cuando son realizados por uno o más procesadores. Un aparato correspondiente puede estar definido como un grupo de módulos de función, donde cada etapa realizada por el procesador corresponde a un módulo de función. En este caso, los módulos de función se implementan como un programa informático que es ejecutado en el procesador.

30 También se debe tener en cuenta que, en algunas implementaciones alternativas, las funciones/actos designados en los bloques pueden tener lugar fuera del orden designado en los diagramas de flujo. Por ejemplo, dos bloques mostrados en sucesión pueden ser ejecutados, de hecho, sustancialmente al mismo tiempo o, a veces, los bloques pueden ser ejecutados en el orden inverso, dependiendo de la funcionalidad/actos implicados. Además, la funcionalidad de un bloque determinado de diagramas de flujo y/o diagramas de bloques puede estar separada en múltiples bloques, y/o la funcionalidad de dos o más bloques de diagramas de flujo y/o diagramas de bloques puede estar integrada al menos parcialmente. Finalmente, se pueden agregar/insertar otros bloques entre los bloques que se ilustran, y/o se pueden omitir bloques/operaciones sin apartarse del alcance de los conceptos inventivos.

35 Se debe comprender que la elección de las unidades que interactúan, así como la denominación de las unidades dentro de esta descripción, son solo con fines de ejemplo, y los nodos adecuados para ejecutar cualquiera de los métodos descritos anteriormente pueden ser configurados en una pluralidad de modos alternativos con el fin de poder ejecutar las acciones del procedimiento sugerido.

También se debe tener en cuenta que las unidades descritas en esta invención deben ser consideradas como entidades lógicas, y no necesariamente como entidades físicas separadas.

45 Ejemplos de circuitos de procesamiento incluyen, entre otros, uno o más microprocesadores, uno o más procesadores de señales digitales, DSP (Digital Signal Processor, en inglés), una o más unidades centrales de procesamiento, CPU (Central Processing Units, en inglés), hardware de aceleración de vídeo y/o cualquier circuito lógico programable adecuado, tal como una o más matrices de puertas programables en campo, FPGA (Field Programmable Gate Array, en inglés), o uno o más controladores lógicos programables, PLC (Programmable Logic Controllers, en inglés).

50 Asimismo, se debe comprender que puede ser posible reutilizar las capacidades generales de procesamiento de cualquier dispositivo o unidad convencional en el que se implemente la tecnología propuesta. También puede ser posible reutilizar el software existente, por ejemplo, reprogramando el software existente o agregando nuevos componentes de software. La tecnología propuesta proporciona un codificador utilizable en un UE o un nodo de red configurado para codificar señales de audio, en donde el codificador está configurado para realizar las funciones necesarias.

En un ejemplo concreto, el codificador comprende un procesador y una memoria, comprendiendo la memoria

instrucciones ejecutables por el procesador, por lo que el aparato/procesador puede funcionar para realizar las etapas de codificación y decisión.

5 La tecnología propuesta proporciona, asimismo, una portadora que comprende el programa informático, en donde la portadora es una señal electrónica, una señal óptica, una señal electromagnética, una señal magnética, una señal eléctrica, una señal de radio, una señal de microondas o un medio de almacenamiento legible por ordenador.

10 Por lo tanto, el software o programa informático puede estar realizado como un producto de programa informático que, normalmente, está contenido o almacenado en un medio legible por ordenador. El medio legible por ordenador puede incluir uno o más dispositivos de memoria extraíbles o no extraíbles que incluyen, entre otros, una memoria de solo lectura, ROM (Read Only Memory, en inglés), una memoria de acceso aleatorio, RAM (Random Access Memory, en inglés), un disco compacto, CD (Compact Disc, en inglés), un disco versátil digital, DVD (Digital Versatile Disc, en inglés), un disco Blu-ray, un bus de serie universal, USB (Universal Serial Bus, en inglés), una memoria, un dispositivo de almacenamiento de unidad de disco duro, HDD (Hard Disk Drive, en inglés), una memoria flash, una cinta magnética, o cualquier otro dispositivo de memoria convencional. De este modo, el programa informático puede estar cargado en la memoria operativa de un ordenador o dispositivo de procesamiento equivalente, para su ejecución por parte de los circuitos de procesamiento del mismo. Es decir, el software podría ser transportado por una portadora, tal como una señal electrónica, una señal óptica, una señal de radio o un medio de almacenamiento legible por ordenador antes y/o durante la utilización del programa informático en los nodos de la red.

20 Por ejemplo, el programa informático almacenado en la memoria incluye instrucciones de programa ejecutables por los circuitos de procesamiento, por lo que los circuitos de procesamiento son capaces o están operativos para ejecutar las etapas, funciones, procedimientos y/o bloques descritos anteriormente. Por lo tanto, el codificador está configurado para realizar, cuando ejecuta el programa informático, tareas de procesamiento bien definidas tales como las descritas en el presente documento. El ordenador o los circuitos de procesamiento no tienen que ser específicos para ejecutar solamente las etapas, funciones, procedimientos y/o bloques descritos anteriormente, sino que también pueden ejecutar otras tareas.

25 Tal como se indica en el presente documento, el codificador puede estar definido alternativamente como un grupo de módulos de funciones, donde los módulos de funciones se implementan como un programa informático que se ejecuta en al menos un procesador. La figura 8 es un diagrama de bloques esquemático que ilustra un ejemplo de un codificador que comprende un procesador y una memoria asociada. El programa informático que reside en la memoria puede estar organizado, por lo tanto, como módulos de funciones apropiados, configurados para realizar, cuando son ejecutados por el procesador, al menos parte de las etapas y/o tareas descritas en el presente documento. Un ejemplo de dichos módulos de función se ilustra en la figura 6.

30 La figura 8 es un diagrama de bloques esquemático que ilustra un ejemplo de un codificador que comprende un grupo de módulos de funciones.

35 Las realizaciones descritas anteriormente se proporcionan simplemente como ejemplos, y se debe comprender que la tecnología propuesta no está limitada a los mismos. Los expertos en la técnica comprenderán que se pueden realizar diversas modificaciones, combinaciones y cambios en las realizaciones, sin apartarse del presente alcance definido por las reivindicaciones adjuntas. En concreto, diferentes soluciones parciales en las diferentes realizaciones pueden ser combinadas en otras configuraciones, cuando sea técnicamente posible.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un método para codificar una señal de audio, donde un espectro de frecuencia de un segmento de señal de audio se divide en al menos una primera y una segunda región, donde al menos la segunda región comprende varias bandas, y donde los segmentos de máximo espectral en la primera región se codifican mediante un primer método de codificación, y en el que cada segmento de máximo espectral comprende un máximo y un número determinado de bins de MDCT vecinos, comprendiendo el método:
- para el segmento de la señal de audio:
- determinar (301) una relación entre una energía de una banda en la segunda región y una estimación de energía de la primera región;
 - 10 • determinar (302) una relación entre la energía de la banda en la segunda región y una energía promedio de la segunda región;
 - determinar (303, 305) si un número disponible de bits es suficiente para codificar al menos un segmento sin máximo de la primera región y la banda en la segunda región; y
- cuando las relaciones cumplen un respectivo criterio predeterminado (304) y el número de bits es suficiente (305):
- 15 • codificar (306) la banda en la segunda región y el al menos un segmento sin máximo de la primera región utilizando un segundo método de codificación que es diferente del primer método de codificación y, en caso contrario:
 - codificar el al menos un segmento sin máximo de la primera región utilizando dicho segundo método de codificación, y codificar una envolvente de energía o ganancias de las bandas en la segunda región, para
 - 20 permitir que un decodificador reconstruya la banda en la segunda región basándose en extensión del ancho de banda, BWE, o rellenado con ruido.
2. El método según la reivindicación 1, en el que el primer método de codificación es un método de codificación basado en máximos que comprende la codificación de una posición de máximo, una amplitud y signo de un máximo, y un vector de forma que representa bins de MDCT vecinos.
- 25 3. El método según la reivindicación 1 o 2, en el que la estimación de energía de la primera región se basa en las energías de los máximos espectrales en la primera región.
4. El método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la determinación de si el número de bits es suficiente para codificar la banda en la segunda región considera el número mínimo de bits requerido para codificar al menos un coeficiente de la banda en la segunda región.
- 30 5. El método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el segundo método de codificación comprende cuantificación vectorial o cuantificación vectorial piramidal.
6. Un codificador para codificar una señal de audio, donde un espectro de frecuencia de un segmento de señal de audio se divide en al menos una primera y una segunda región, donde al menos la segunda región comprende varias bandas, estando configurado el codificador para codificar segmentos de máximo espectral en la primera región
- 35 utilizando un primer método de codificación, donde cada segmento de máximo espectral comprende un máximo y un número determinado de bins de MDCT vecinos, y estando configurado el codificador, además, para:
- para el segmento de la señal de audio:
- determinar una relación entre una energía de una banda en la segunda región y una estimación de energía de la primera región;
 - 40 • determinar una relación entre la energía de la banda en la segunda región y una energía promedio de la segunda región;
 - determinar si un número disponible de bits es suficiente para codificar al menos un segmento no máximo de la primera región y la banda en la segunda región; y para
- cuando las relaciones cumplen un criterio predeterminado respectivo y el número de bits es suficiente:
- 45 • codificar la banda en la segunda región y el al menos un segmento sin máximo de la primera región utilizando un segundo método de codificación que es diferente del primer método de codificación, y, de lo contrario
 - codificar el al menos un segmento sin máximo de la primera región utilizando dicho segundo método de codificación, y codificar una envolvente de energía o ganancias de las bandas en la segunda región para permitir que un decodificador reconstruya la banda en la segunda región basándose en extensión del ancho de banda, BWE, o rellenado con ruido.
 - 50
7. El codificador según la reivindicación 6, en el que el primer método de codificación es un método de codificación basado en máximos que comprende la codificación de una posición de máximo, una amplitud y signo de un máximo, y un vector de forma que representa bins de MDCT vecinos.

8. El codificador según la reivindicación 6 o 7, en el que la estimación de energía de la primera región se basa en las energías de los máximos espectrales de la primera región.
9. El codificador según cualquiera de las reivindicaciones 6 a 8, en el que la determinación de si el número de bits es suficiente para codificar la banda en la segunda región considera el número mínimo de bits necesarios para codificar al menos un coeficiente de la banda en la segunda región.
10. El codificador según cualquiera de las reivindicaciones 6 a 9, en el que el segundo método de codificación comprende cuantificación vectorial o cuantificación vectorial piramidal.
11. Un equipo de usuario, que comprende un codificador según cualquiera de las reivindicaciones 6 a 10.
12. Un nodo de red que comprende un codificador según cualquiera de las reivindicaciones 6 a 10.
13. Programa informático que comprende instrucciones que, cuando son ejecutadas en al menos un procesador, hacen que el al menos un procesador lleve a cabo el método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5.

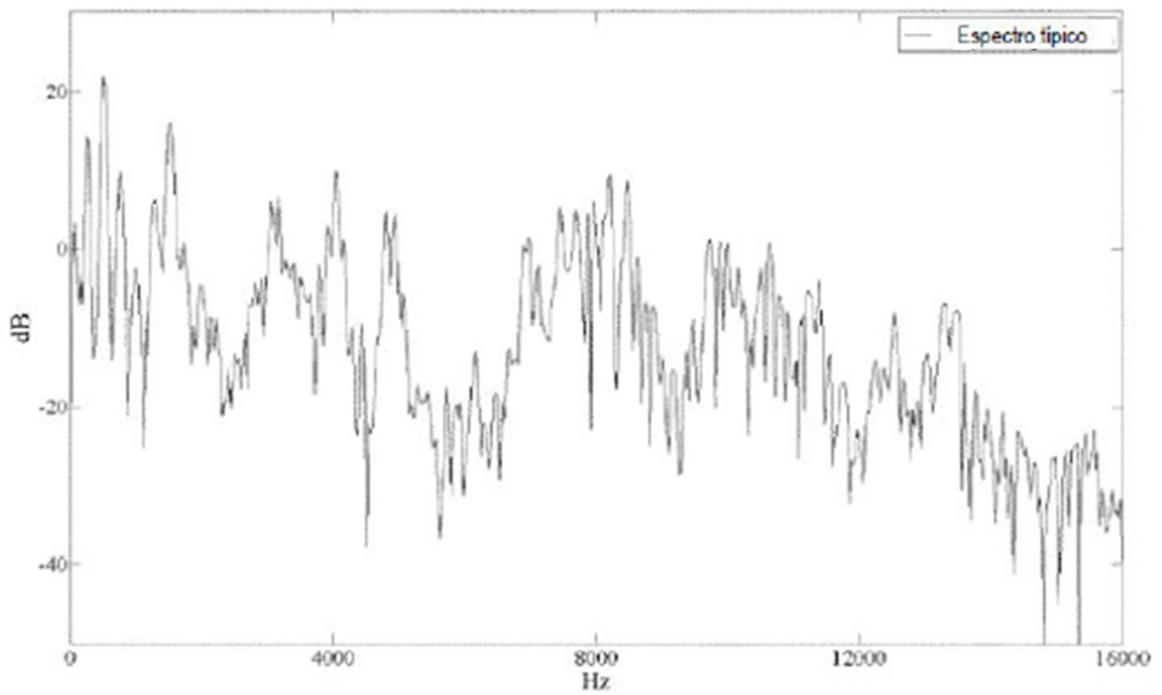
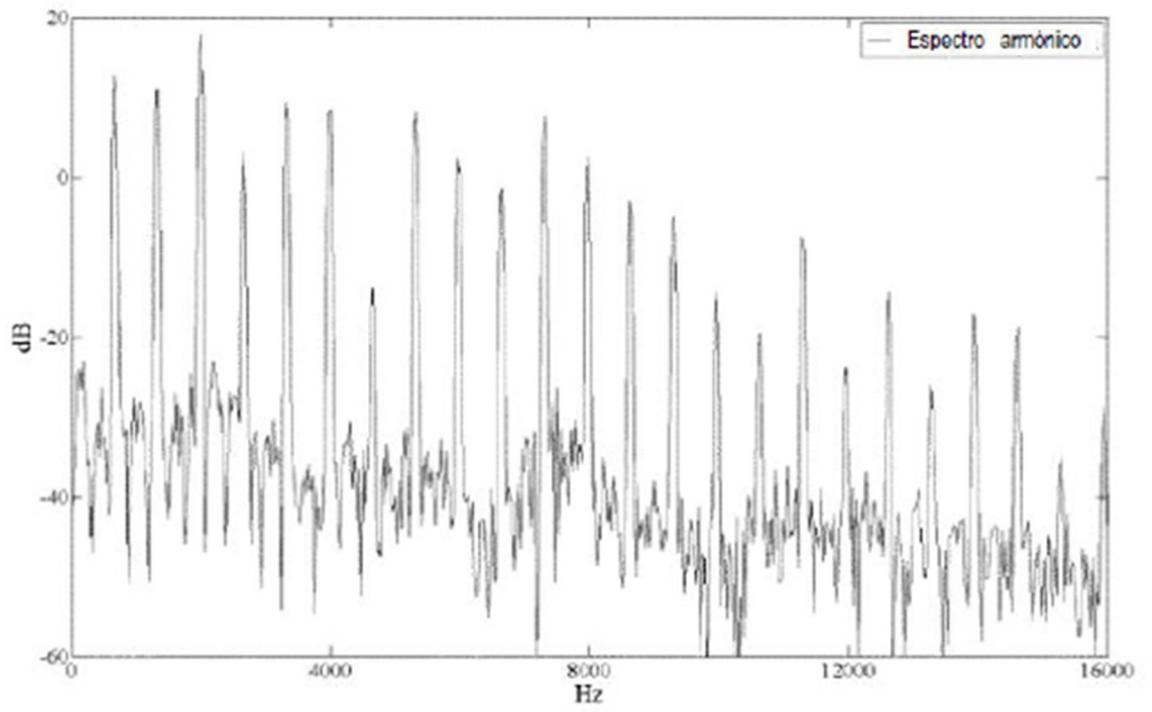


Figura 1

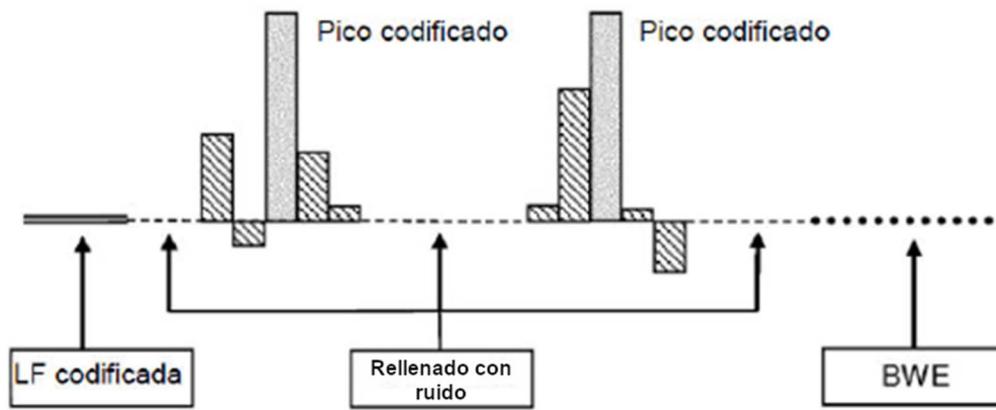


Figura 2a

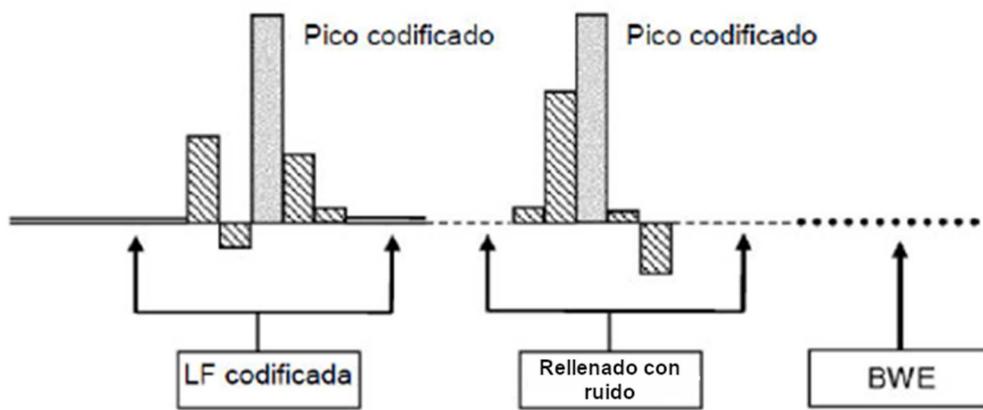


Figura 2b

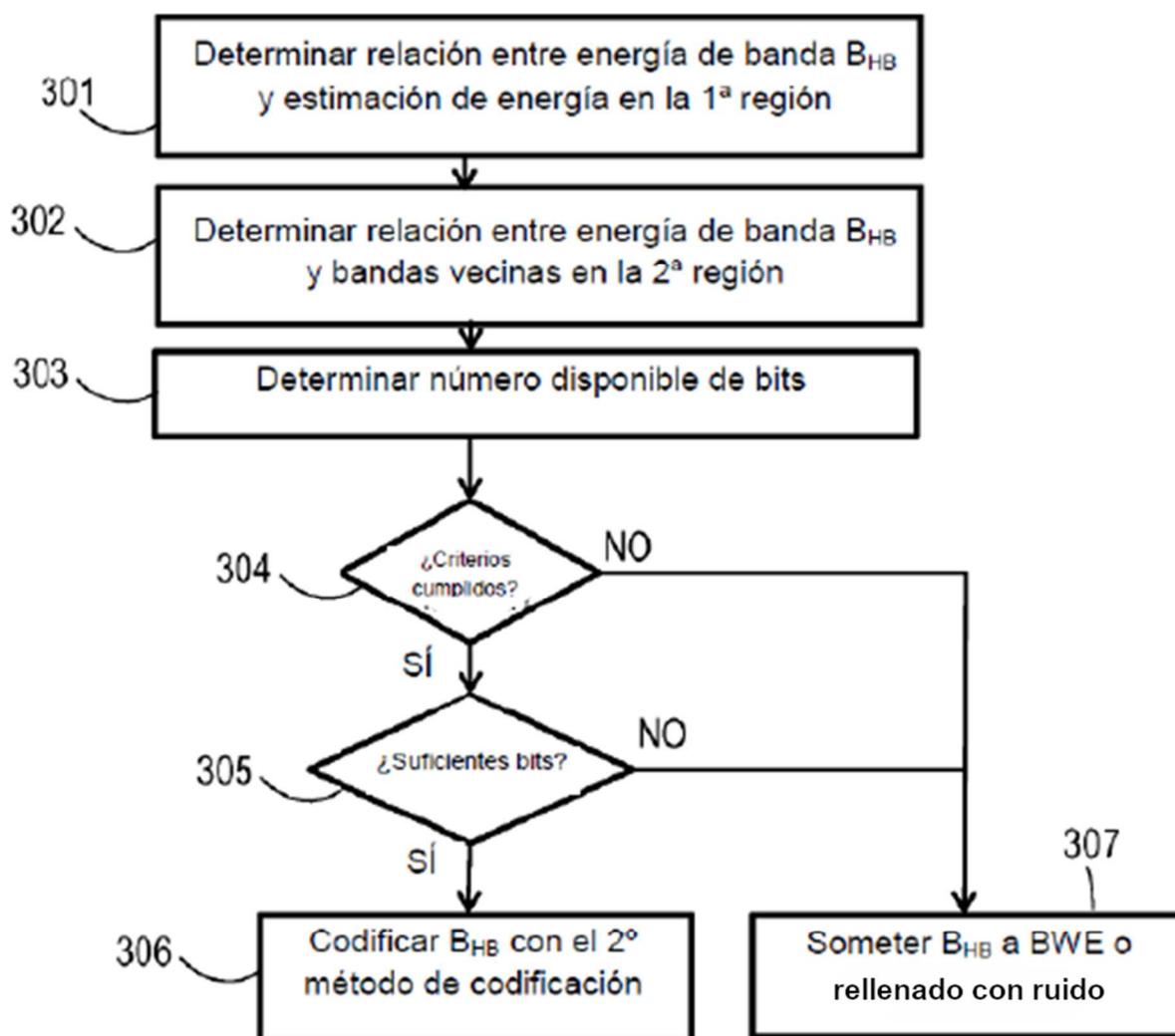


Figura 3

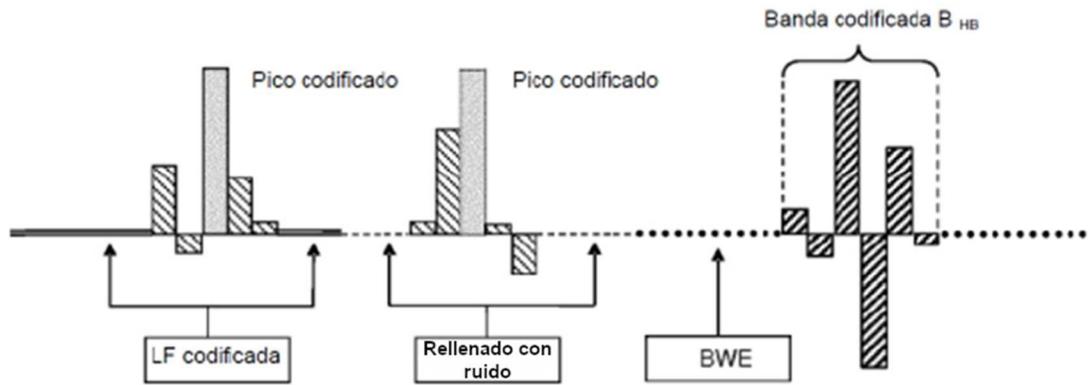


Figura 4

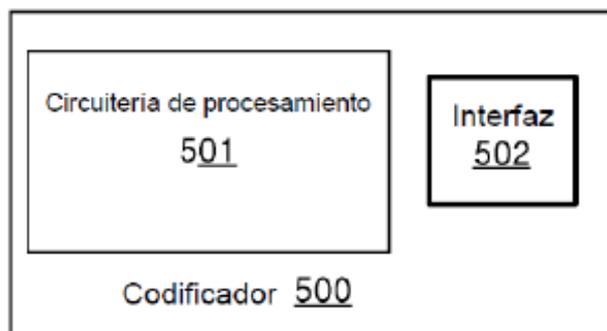


Figura 5a

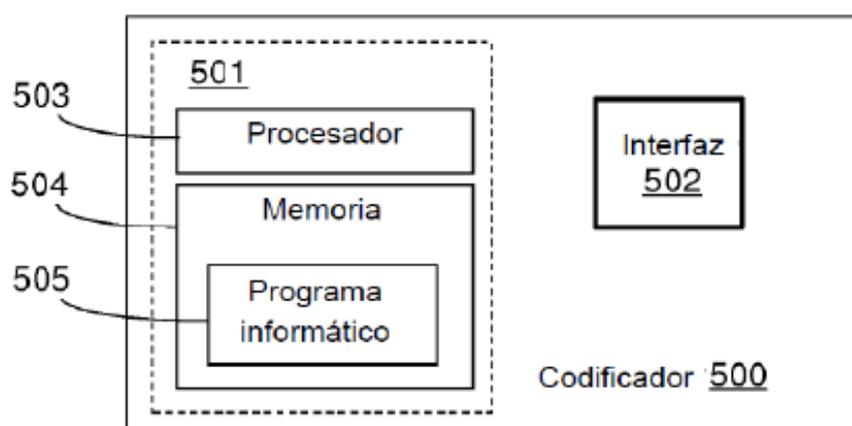


Figura 5b

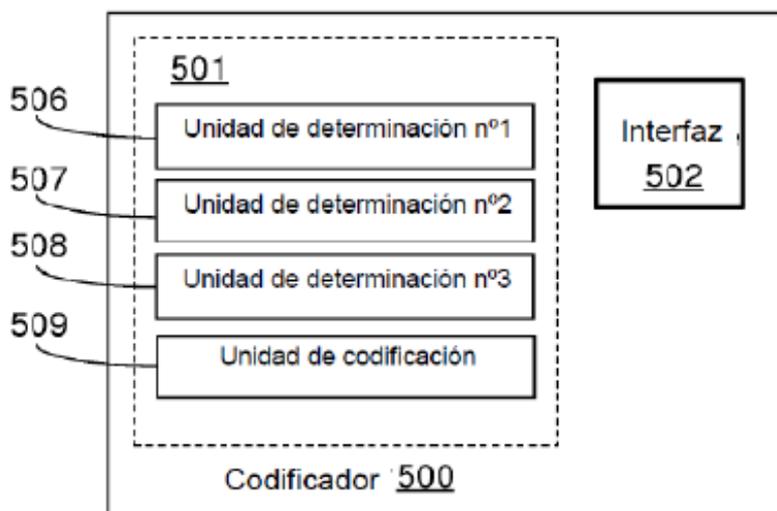


Figura 5c

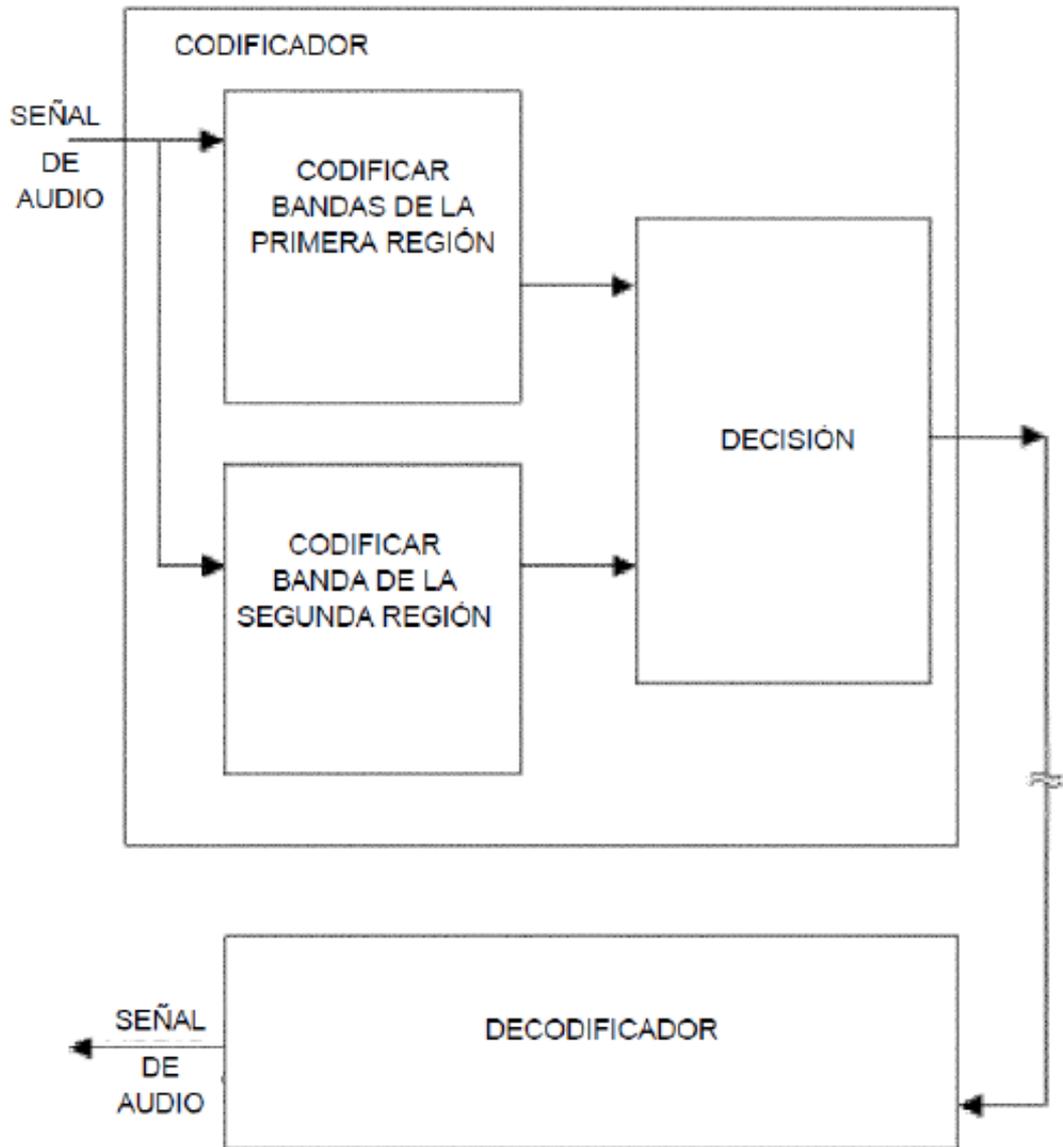


Figura 6

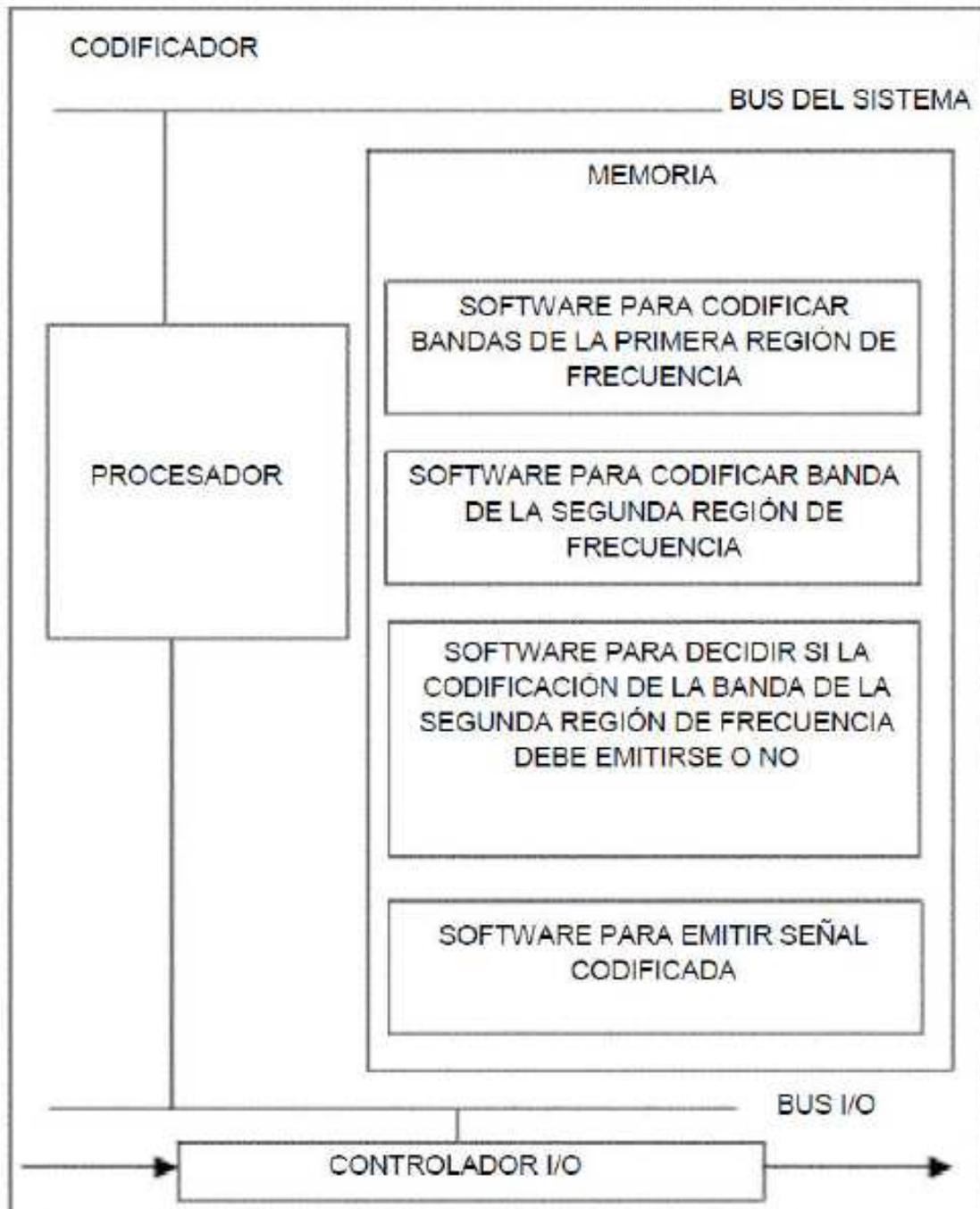


Figura 7



Figura 8

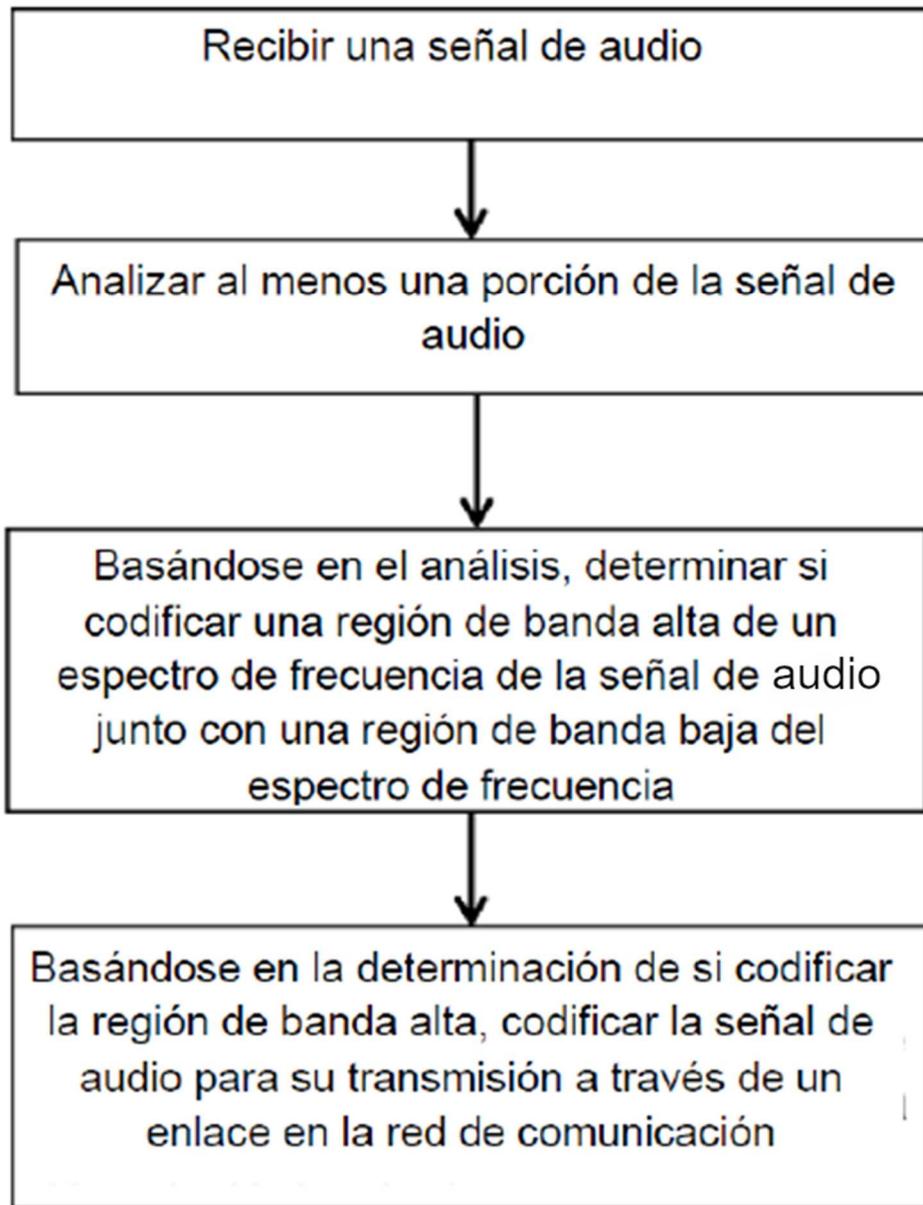


Figura 9