

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 561 603**

51 Int. Cl.:

**G10L 21/0388** (2013.01)

**G10L 19/02** (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.12.2012 E 12821332 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.12.2015 EP 2831875**

54 Título: **Extensión del ancho de banda de una señal de audio armónica**

30 Prioridad:

**29.03.2012 US 201261617175 P**

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

**29.02.2016**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**NÄSLUND, SEBASTIAN;  
GRANCHAROV, VOLODYA y  
JANSSON TOFTGÅRD, TOMAS**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 561 603 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

Extensión del ancho de banda de una señal de audio armónica

### Campo técnico

5 La tecnología sugerida versa sobre la codificación y la decodificación de señales de audio y, especialmente, sobre el soporte de la extensión del ancho de banda (BWE) de señales de audio armónicas.

### Antecedentes

10 La codificación basada en transformadas en el esquema usado más comúnmente en los sistemas actuales de compresión/transmisión de audio. Las etapas fundamentales en tal esquema es convertir en primer lugar en bloque corto de la forma de onda de la señal en el dominio frecuencial mediante una transformada adecuada; por ejemplo, DFT (transformada de Fourier discreta), DCT (transformada de coseno discreta) o MDCT (transformada de coseno discreta modificada). A continuación, los coeficientes de la transformada se cuantifican, se transmiten o se almacenan y se usan posteriormente para reconstruir la señal de audio. Este enfoque funciona bien para señales de audio generales, pero requiere una velocidad de transferencia de datos lo bastante alta como para crear una representación suficientemente buena de los coeficientes de la transformada. A continuación se dará una visión de conjunto de tales esquemas de codificación de dominios de transformada.

15 La forma de onda que ha de codificarse es transformada bloque a bloque al dominio frecuencial. Una transformada usada comúnmente utilizada para este propósito es la denominada transformada de coseno discreta modificada (MDCT). El vector así obtenido de la transformada del dominio frecuencial es dividido en una envolvente espectral (energía que varía lentamente) y un residuo espectral. El residuo espectral se obtiene normalizando el vector obtenido del dominio frecuencial con dicha envolvente espectral. La envolvente espectral es cuantificada, y se transmiten los índices de cuantificación al decodificador. A continuación, la envolvente espectral cuantificada es usada como entrada a un algoritmo de distribución de bits, y los bits para la codificación de los vectores residuales son distribuidos en función de las características de la envolvente espectral. Como resultado de esta etapa, se asigna cierto número de bits a diferentes partes del residuo (vectores residuales o "subvectores"). Algunos vectores residuales no reciben ningún bit y tienen que ser llenados de ruido o extendidos en ancho de banda. Normalmente, la codificación de vectores residuales es un procedimiento de dos etapas; en primer lugar, se codifican las amplitudes de los elementos vectoriales, y, a continuación, se codifica el signo (que no debería confundirse con la "fase", que está asociada, por ejemplo, con las transformadas de Fourier) de los elementos distintos de cero. Los índices de cuantificación para la amplitud y el signo del residuo son transmitidos al decodificador, en el que el residuo y la envolvente espectral se combinan y, por último, vuelven a transformarse al dominio temporal.

20 La capacidad de las redes de telecomunicaciones aumenta continuamente. Sin embargo, a pesar de la mayor capacidad, sigue habiendo una decidida tendencia a limitar el ancho de banda requerido por canal de comunicaciones. En las redes móviles, los menores anchos de banda de transmisión para cada llamada producen menor consumo de energía tanto en el dispositivo móvil como en la estación base que sirve al dispositivo. Esto se traduce en ahorros de energía y de coste para el operador móvil, mientras que el usuario final experimentará una mayor duración de la batería y mayor tiempo de conversación. Además, cuanto menos ancho de banda se consume por usuario, más usuarios pueden ser atendidos (en paralelo) por la red móvil.

25 Una manera de mejorar la calidad de una señal de audio, que ha de ser transmitida usando una velocidad de transferencia de datos baja o moderada, es centrarse en los bits disponibles para representar con precisión las frecuencias más bajas de la señal de audio. A continuación, pueden usarse técnicas de BWE para modelar las frecuencias más altas en función de las frecuencias más bajas, lo que solo requiere un número bajo de bits. El trasfondo de estas técnicas es que la sensibilidad del sistema auditivo humano depende de la frecuencia. En particular el sistema auditivo humano, es decir, nuestra audición, es menos preciso en las frecuencias más altas.

30 En un esquema típico de BWE en el dominio frecuencial, los coeficientes de transformada de altas frecuencias se agrupan en bandas. Para cada banda se calcula, se cuantifica y se transmite (a un decodificador de la señal) una ganancia (energía). En el decodificador, con las ganancias de alta frecuencia, se cambia la escala de una versión reflejada o trasladada y normalizada en energía de los coeficientes de baja frecuencia recibidos. Así, la BWE no es completamente "ciega", dado que al menos la energía espectral se asemeja a la de las bandas de alta frecuencia de la señal diana.

35 Sin embargo, la BWE de ciertas señales de audio puede dar como resultado señales de audio que comprendan defectos, que son molestos para el oyente.

El documento WO 00/45379 A2, de Liljeryd et al, divulga la BWE, en la que se busca un pico espectral en la banda alta reconstruida y se establece en consecuencia un valor de ganancia asociado con la banda alta reconstruida.

### Compendio

55 En la presente memoria se sugiere una tecnología para soportar y mejorar la BWE de señales de audio armónicas.

Según un primer aspecto, se sugiere un método en un decodificador de audio por transformada, siendo el método para soportar la extensión del ancho de banda, BWE, de una señal de audio armónica. El método sugerido puede comprender la recepción de varios valores de ganancia asociados con una banda  $b$  de frecuencias y varias bandas de frecuencias adyacentes de la banda  $b$ . El método sugerido comprende, además, determinar si una correspondiente banda reconstruida  $b'$  de una región de frecuencia extendida en ancho de banda comprende un pico espectral. Además, si la banda comprende al menos un pico espectral, el método comprende poner el valor de ganancia  $G_b$  asociado con la banda  $b'$  a un primer valor en función de los varios valores de ganancia recibidos. Si la banda no comprende ningún pico espectral, el método comprende poner el valor de ganancia  $G_b$  asociado con la banda  $b'$  a un segundo valor en función de los varios valores de ganancia recibidos. Así se permite que los valores de ganancia concuerden con las posiciones pico en la parte del espectro extendida en ancho de banda.

Además, el método puede comprender recibir un parámetro o coeficiente  $\alpha$  que refleja la relación entre la energía pico y la energía suelo del ruido de al menos una sección de la parte de alta frecuencia de una señal original. El método puede comprender, además, mezclar los coeficientes de transformada de una correspondiente sección reconstruida de alta frecuencia con ruido, en función del coeficiente  $\alpha$  recibido. Así se permite la reconstrucción/emulación de las características de ruido de la parte de alta frecuencia de la señal original.

Según un segundo aspecto, se sugiere un decodificador de audio, o códec, por transformada para soportar la extensión del ancho de banda, BWE, de una señal de audio armónica. El códec de audio por transformada puede comprender unidades funcionales adaptadas para llevar a cabo las acciones descritas más arriba. Además, se sugiere un codificador de audio, o códec, por transformada que comprende unidades funcionales adaptadas para deducir y proporcionar uno o más parámetros que permiten la mezcla de ruido descrita en la presente memoria, cuando son proporcionados a un decodificador de audio por transformada.

Según un tercer aspecto, se sugiere un terminal de usuario, que comprende un códec de audio por transformada según el segundo aspecto. El terminal de usuario puede ser un dispositivo tal como un terminal móvil, una tableta, un ordenador, un teléfono inteligente o similar. La invención está definida por las reivindicaciones independientes.

## Breve descripción de los dibujos

Ahora se describirá con más detalle la tecnología sugerida por medio de realizaciones ejemplares y con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La Figura 1 muestra un espectro de audio armónico, es decir, el espectro de una señal de audio armónica. Este tipo de espectro es típico, por ejemplo, de sonidos de instrumentos individuales, sonidos vocales, etc.

La Figura 2 muestra un espectro de audio armónico extendido en ancho de banda.

La Figura 3a muestra el espectro de BWE (también mostrado en la Figura 2) cambiado de escala con las correspondientes ganancias de banda de BWE  $\hat{G}_b$  recibidas por el decodificador. La parte de BWE del espectro está muy distorsionada.

La Figura 3b muestra el espectro de BWE cambiado de escala con ganancias modificadas de banda de BWE  $\hat{G}_b^{\text{mod}}$  según se sugiere en la presente memoria. En este caso, la parte de BWE del espectro obtiene la forma deseada.

Las Figuras 4a y 4b son diagramas de flujo que ilustran las acciones en un procedimiento de un decodificador de audio por transformada según realizaciones ejemplares.

La Figura 5 es un diagrama de bloques que ilustra un decodificador de audio por transformada según una realización ejemplar.

La Figura 6 es un diagrama de flujo que ilustra acciones en un procedimiento en un codificador de audio por transformada según una realización ejemplar.

La Figura 7 es un diagrama de bloques que ilustra un codificador de audio por transformada según una realización ejemplar.

La Figura 8 es un diagrama de bloques que ilustra una disposición en un decodificador de audio por transformada según una realización ejemplar.

## Descripción detallada

La extensión del ancho de banda de señales de audio armónicas está asociada con algunos problemas indicados más arriba. En un decodificador, cuando la banda baja, es decir, la parte de la banda de frecuencias que ha sido codificada, transportada y decodificada, es reflejada o trasladada para formar la banda alta, no es seguro que los picos espectrales acaben en las mismas bandas que los picos espectrales de la señal original o banda alta "verdadera". Un pico espectral de la banda baja podría acabar en una banda en la que la señal original no tenía un pico. También podría ocurrir al revés; es decir, que una parte de la señal de banda baja que no tiene un pico acabe

(tras el reflejo y la traslación) en una banda en la que la señal original tenga un pico. En la Figura 1 se proporciona un ejemplo de un espectro armónico, y en la Figura 2, que será descrita adicionalmente más abajo, se proporciona una ilustración del concepto de BWE.

5 El efecto descrito más arriba podría causar una gran degradación de la calidad en señales con contenido predominantemente armónico. La razón es que esta discordancia entre las posiciones del pico y la ganancia provocará ya sea una atenuación innecesaria de picos o una amplificación de coeficientes espectrales de baja energía entre dos picos espectrales.

10 La solución descrita en la presente memoria versa sobre un método novedoso de control de las ganancias de banda en una región extendida en ancho de banda en función de información sobre las posiciones de los picos. Además, el algoritmo de BWE sugerido en la presente memoria puede controlar la "relación entre picos espectrales y el suelo de ruido" por medio de niveles transmitidos de mezcla de ruido. Esto da como resultado una BWE que preserva la cantidad de estructura en las altas frecuencias extendidas.

15 La solución descrita en la presente memoria es adecuada para su uso con señales de audio armónicas. La Figura 1 muestra un espectro de frecuencias de una señal de audio armónica, que también puede ser denominado espectros armónicos. Como puede verse por la figura, el espectro comprende picos. Este tipo de espectro es típico, por ejemplo, para los sonidos procedentes de un instrumento individual, tal como una flauta, o sonidos vocales, etc.

20 En la presente memoria se expondrán dos partes de un espectro de una señal de audio armónica. Una parte más baja, que comprende frecuencias más bajas, indicando "más bajo" más bajo que la parte que será sometida a la extensión del ancho de banda; y una parte más alta que comprende frecuencias más altas; es decir, más altas que la parte más baja. Expresiones como "la parte más baja" o "las frecuencias bajas/más bajas" usadas en la presente memoria se refieren a la parte del espectro de audio armónico por debajo de una frecuencia de corte de BWE (cf. Figura 2). De manera análoga, expresiones como "la parte superior" o "las frecuencias altas/más altas" se refieren a la parte del espectro de audio armónico por encima de una frecuencia de corte de BWE (cf. Figura 2).

25 La Figura 2 muestra un espectro de una señal de audio armónica. Aquí, las dos partes presentadas más abajo pueden verse como la parte más baja a la izquierda de la frecuencia de corte de BWE y la parte superior a la derecha de la frecuencia de corte de BWE. En la Figura 2 se ilustra en gris claro el espectro original, es decir, el espectro de la señal de audio original (visto en el lado del codificador). La parte del espectro extendida en ancho de banda se ilustra en gris oscuro/más oscuro. La parte del espectro extendida en ancho de banda no es codificada por el codificador, sino que es recreada en el decodificador mediante el uso de la parte inferior del espectro recibida, según se ha descrito previamente. En la Figura 2, por razones de comparación, pueden verse, para las frecuencias más altas, tanto el espectro original (gris claro) como el espectro de BWE (gris oscuro). El espectro original para las frecuencias más altas es desconocido para el decodificador, con la excepción de un valor de ganancia para cada banda de BWE (o banda de alta frecuencia). Las bandas de BWE están separadas por líneas discontinuas en la Figura 2.

35 Podría estudiarse la Figura 3a para una mejor comprensión del problema de discordancia entre los valores de ganancia y las posiciones de los picos en una parte de un espectro extendida en ancho de banda. En la banda 302a, el espectro original comprende un pico, pero el espectro de BWE recreado no comprende un pico. Esto puede verse en la banda 202 de la Figura 2. Así, cuando se aplica la ganancia, que es calculada para la banda original que comprende un pico, a la banda de BWE, que no comprende un pico, los coeficientes espectrales de baja energía de la banda de BWE son amplificados, como puede verse en la banda 302a.

40 La banda 304a de la Figura 3a representa la situación contraria; es decir, que la correspondiente banda del espectro original no comprenda un pico, pero la correspondiente banda del espectro de BWE recreado comprenda un pico. Así, se calcula para una banda de baja energía la ganancia obtenida (recibida del codificador) para la banda. Cuando esta ganancia es aplicada a una banda correspondiente que comprende un pico, el resultado se vuelve un pico atenuado, como puede verse en la banda 304a de la Figura 3a. Desde un punto de vista perceptual o psicoacústico, la situación mostrada en la banda 302a es peor para un oyente que la situación de la banda 304a por razones diversas. Es decir, descrito de forma simple, es normalmente más desagradable para un oyente experimentar la presencia anormal de un componente sonoro que la ausencia anormal de un componente sonoro.

50 A continuación se describirá un ejemplo de un algoritmo novedoso de BWE que ilustra el concepto descrito en la presente memoria.

Denote  $Y(k)$  el conjunto de coeficientes de transformada en la región de BWE (coeficientes de transformada de alta frecuencia). Estos coeficientes de transformada se agrupan en  $B$  bandas  $\{\mathbf{Y}_b\}_{b=1}^B$ . El tamaño  $M_b$  de la banda puede ser constante, o aumentar hacia las frecuencias altas. Por ejemplo, si las bandas tienen ocho dimensiones y son uniformes (es decir, todos los  $M_b = 8$ ), tenemos:  $\mathbf{Y}_1 = \{Y(1) \dots Y(8)\}$ ,  $\mathbf{Y}_2 = \{Y(9) \dots Y(16)\}$ , etc.

55 La primera etapa en el algoritmo de BWE es calcular ganancias para todas las bandas:

$$G_b = \sqrt{\frac{\mathbf{Y}_b^T \mathbf{Y}_b}{M_b}} \quad (1)$$

Estas ganancias son cuantificadas,  $\hat{G}_b = Q(G_b)$ , y transmitidas al decodificador.

La segunda etapa (que es opcional) en el algoritmo de BWE es calcular un parámetro o coeficiente  $\alpha$  de mezcla de ruido, que es una función de, por ejemplo, la energía pico media  $\bar{E}_p$  y la energía media de suelo de ruido  $\bar{E}_{nf}$  de los espectros de BWE, como:

$$\alpha = f\left(\frac{\bar{E}_{nf}}{\bar{E}_p}\right) \quad (2)$$

- 5 En la presente memoria, el parámetro  $\alpha$  ha sido deducido según la fórmula (3) siguiente. Sin embargo, la expresión exacta usada puede seleccionarse de maneras diferentes, dependiendo, por ejemplo, de lo que sea adecuado para el tipo de códec o de cuantificador que hayan de usarse, etc.

$$\alpha = \left(10 \frac{\bar{E}_{nf}}{\bar{E}_p}\right)^3 \quad (3)$$

Las energías pico y de suelo de ruido pueden ser calculadas, por ejemplo, mediante el seguimiento de las respectivas energías espectrales máxima y mínima.

- 10 El parámetro  $\alpha$  de mezcla de ruido puede ser cuantificado usando un número de bits bajo. En la presente memoria, como ejemplo,  $\alpha$  es cuantificado con 2 bits. Cuando se cuantifica el parámetro  $\alpha$  de mezcla de ruido, se obtiene un parámetro  $\hat{\alpha}$ , es decir,  $\hat{\alpha} = Q(\alpha)$ . El parámetro  $\hat{\alpha}$  es transmitido al decodificador. La región de BWE puede ser dividida en dos o más secciones "s", y podría calcularse un parámetro  $\alpha_s$  de mezcla de ruido, independientemente, en cada una de estas secciones. En tal caso, el codificador transmitiría un conjunto de parámetros de mezcla de ruido al decodificador, por ejemplo uno por sección.

Operaciones del decodificador:

- 20 El decodificador extrae, de una corriente de bits, el conjunto de ganancias cuantificadas calculadas  $\hat{G}_b$  (una para cada banda) y uno o más parámetros o factores  $\hat{\alpha}$  de mezcla de ruido cuantificada. El decodificador también recibe los coeficientes cuantificados de transformada para la parte de baja frecuencia del espectro; es decir, la parte del espectro (de la señal de audio armónica) que fue codificada, en contraposición con la parte de alta frecuencia, que ha de ser extendida en ancho de banda.

- 25 Sea  $\hat{X}_b$  un conjunto de coeficientes de baja frecuencia cuantificados normalizados en energía. Estos coeficientes son mezclados a continuación con ruido; por ejemplo, ruido almacenado generado de antemano, por ejemplo, en un libro de código  $N_b$  de ruido. Usar ruido generado de antemano prealmacenado da ocasión de garantizar la calidad del ruido, es decir, que no comprenda ninguna discrepancia ni desviación no intencional. Sin embargo, el ruido podría ser generado, alternativamente, "al vuelo" cuando se necesitara. Los coeficientes  $\hat{X}_b$  podrían mezclarse con el ruido del libro de código  $N_b$  de ruido; por ejemplo, como sigue:

$$\hat{X}_b^{\text{mod}} = (1 - \hat{\alpha}) \hat{X}_b + \hat{\alpha} N_b \quad (4)$$

- 30 El intervalo para el parámetro o factor de mezcla de ruido podría ser establecido de maneras distintas. Por ejemplo, en la presente memoria, el intervalo para el factor de la mezcla de ruido ha sido fijado en  $\alpha \in [0, 0.4)$ . Este intervalo significa, por ejemplo, que en ciertos casos la aportación de ruido es ignorada completamente ( $\alpha=0$ ), y que en ciertos casos el libro de código de ruido aporta un 40% en el vector mixto ( $\alpha=0.4$ ), que es la aportación máxima cuando se usa este intervalo. La razón de introducir este tipo de mezcla de ruido, en el que el vector resultante contiene, por ejemplo, entre el 60% y el 100% de la estructura original de bandas bajas, es que la parte del espectro de alta frecuencia es normalmente más ruidosa que la parte del espectro de baja frecuencia. Por lo tanto, la operación de mezcla de ruido descrita más arriba crea un vector que se asemeja más a las propiedades estadísticas de la parte del espectro de alta frecuencia de la señal original que una región de espectro de alta frecuencia de BWE, que consiste en una región de espectro de baja frecuencia reflejada o trasladada. La operación de mezcla de ruido puede llevarse a cabo independientemente en diferentes partes de la región de BWE, por ejemplo si se proporcionan y se reciben múltiples factores ( $\alpha$ ) de mezcla de ruido.

En las soluciones de la técnica anterior, se usa directamente el conjunto de ganancias cuantificadas recibidas  $\hat{G}_b$  en las correspondientes bandas en la región de BWE. Sin embargo, según la solución descrita en la presente memoria, estas ganancias cuantificadas recibidas  $\hat{G}_b$  son modificadas primero, por ejemplo cuando se apropiado, en función de información sobre las posiciones pico del espectro de BWE. La información requerida sobre las posiciones de los picos puede ser extraída de la información de la región de baja frecuencia de la corriente de bits, o ser calculada mediante un algoritmo registrador de picos en los coeficientes cuantificados de transformada para la banda baja (o los coeficientes derivados de la banda de BWE). La información sobre los picos en la región de baja frecuencia puede ser entonces trasladada a la región de alta frecuencia (BWE). Es decir, cuando se deriva una señal de alta frecuencia (BWE) de la señal de banda baja, el algoritmo puede registrar en qué bandas (de la región de BWE) están situados los picos espectrales.

Por ejemplo, puede usarse una bandera  $f_p(b)$  para indicar si los coeficientes de baja frecuencia movidos (reflejados o trasladados) a la banda b en la región de BWE contienen picos. Por ejemplo,  $f_p(b) = 1$  podría indicar que la banda b contiene al menos un pico, y  $f_p(b) = 0$  podría indicar que la banda b no contiene ningún pico. Según se ha mencionado anteriormente, cada banda b de la región de BWE está asociada con una ganancia  $\hat{G}_b$ , que depende del número y el tamaño de los picos comprendidos en una correspondiente banda de la señal original. Para que coincidan la ganancia y el contenido en sí del pico de cada banda en la región de BWE, la ganancia debería ser adaptada. La modificación de la ganancia se realiza para cada banda, por ejemplo, según la siguiente expresión:

$$\hat{G}_b^{\text{mod}} = \begin{cases} \frac{1}{3}(\hat{G}_{b-1} + \hat{G}_b + \hat{G}_{b+1}) & \text{si } f_p(b) = 1 \\ \min\{\hat{G}_{b-1}, \hat{G}_b, \hat{G}_{b+1}\} & \text{si } f_p(b) = 0 \end{cases} \quad (5a)$$

La motivación para esta modificación de la ganancia es la siguiente: en caso de que la banda (BWE) contenga un pico ( $f_p(b) = 1$ ), para evitar que ese pico sea atenuado en caso de que la correspondiente ganancia provenga de una banda (de la señal original) sin ningún pico, la ganancia para esta banda es modificada para que sea una suma ponderada de las ganancias para la banda actual para las dos bandas contiguas. En la ecuación ejemplar (5a) anterior, los coeficientes de ponderación son iguales, concretamente 1/3, lo que lleva a que la ganancia modificada en el valor medio de la ganancia para la banda actual y las ganancias para las dos bandas contiguas. Podría lograrse una modificación alternativa de la ganancia según, por ejemplo, lo siguiente:

$$\hat{G}_b^{\text{mod}} = \begin{cases} (0,1\hat{G}_{b-1} + 0,8\hat{G}_b + 0,1\hat{G}_{b+1}) & \text{si } f_p(b) = 1 \\ \min\{\hat{G}_{b-1}, \hat{G}_b, \hat{G}_{b+1}\} & \text{si } f_p(b) = 0 \end{cases} \quad (5b)$$

En caso de que la banda no contenga un pico ( $f_p(b) = 0$ ), no queremos amplificar la estructura de tipo ruido en esta banda aplicando una gran ganancia que se calcule a partir de una señal original banda que contuviera uno o más picos. Para evitar esto, se selecciona la ganancia para esta banda para que sea, por ejemplo, el mínimo de la ganancia de la banda actual y las ganancias de las dos bandas contiguas. La ganancia para una banda que comprenda un pico podría ser seleccionada o calculada alternativamente como una suma ponderada, tal como, por ejemplo, la media de más de 3 bandas, por ejemplo 5 o 7 bandas, o ser seleccionada como el valor de la mediana de, por ejemplo, 3, 5 o 7 bandas. Usando una suma ponderada, tal como un valor de media o de mediana, lo más probable es que el pico esté ligeramente atenuado en comparación con lo que ocurre cuando se usa una ganancia "verdadera". Sin embargo, una atenuación comparada con la ganancia "verdadera" puede ser beneficiosa, en comparación con lo opuesto, dado que una atenuación moderada es mejor, desde un punto de vista perceptual, en comparación con la amplificación, que da como resultado un componente de audio exagerado, según se ha mencionado previamente.

La causa de la discrepancia de picos y, así, la razón de esta modificación de la ganancia, es que las bandas espectrales están situadas en una cuadrícula predefinida, pero los picos (tras el reflejo o la traslación de los coeficientes de baja frecuencia) y las posiciones de los picos varían con el tiempo. Esto podría hacer que los picos entraran o salieran de una banda de una manera descontrolada. Así, las posiciones de los picos en la parte de BWE del espectro no coincide necesariamente con las posiciones de los picos de la señal original y, por ello, puede haber una discrepancia entre la ganancia asociada con una banda y el contenido de picos de la banda. Se presenta un ejemplo de cambio de escala con ganancias no modificadas en la Figura 3a, y de cambio de escala con ganancias modificadas en la Figura 3b.

En la Figura 3b puede verse el resultado de usar ganancias modificadas, según se sugiere en la presente memoria. En la banda 302b, los coeficientes espectrales de baja energía ya no están tan amplificados como en la banda 302a de la Figura 3a, sino que son cambiados de escala con una ganancia de banda más apropiada. Además, el pico de

la banda 304b ya no está tan atenuado como el pico de la banda 304a de la Figura 3a. Lo más probable es que el espectro ilustrado en la Figura 3b corresponda a una señal de audio que resulte más agradable a un oyente que una señal de audio correspondiente al espectro de la Figura 3a.

5 Así, el algoritmo de BWE puede crear la parte de alta frecuencia del espectro. Dado que (por ejemplo, por razones de ahorro de ancho de banda) el conjunto de coeficientes  $Y_b$  de alta frecuencia no está disponible en el decodificador, se reconstruyen y se forman en su lugar coeficientes  $\hat{Y}_b$  de transformada de alta frecuencia cambiando de escala los coeficientes de baja frecuencia reflejados (o trasladados) (posiblemente después de la mezcla de ruido) con las ganancias cuantificadas modificadas

$$\tilde{Y}_b = \hat{G}_b^{\text{mod}} \hat{X}_b^{\text{mod}} \quad (6)$$

10 Esto conjunto de coeficientes  $\hat{Y}_b$  de transformada se usa para reconstruir la parte de alta frecuencia de la forma de onda de la señal de audio.

La solución descrita en la presente memoria es una mejora del concepto de BWE, comúnmente usado en la codificación de audio del dominio de transformada. El algoritmo presentado preserva la estructura de picos (relación entre picos y suelo de ruido) en la región de BWE, proporcionando así una calidad de audio mejorada de la señal reconstruida.

15 La expresión “códec de audio por transformada” o “códec por transformada” abarca a un par codificador-decodificador, y es la expresión que se usa comúnmente en la técnica. Dentro de esta divulgación, se usan las expresiones “codificador de audio por transformada” o “codificador” y “decodificador de audio por transformada” o “decodificador” para describir por separado las funciones/partes de un códec por transformada. Así, las expresiones “codificador de audio por transformada”/“codificador” y “decodificador de audio por transformada”/“decodificador”  
20 podrían intercambiarse con la expresión “códec de audio por transformada” o “códec por transformada”.

Procedimientos ejemplares en el decodificador, Figuras 4a y 4b

A continuación se describirá, con referencia a la Figura 4a, un procedimiento ejemplar, en un decodificador, para soportar la extensión del ancho de banda, BWE, de una señal de audio armónica. El procedimiento es adecuado para su uso en un codificador de audio por transformada, tal como, por ejemplo, un codificador de MDCT u otro  
25 codificador. Se cree que la señal de audio comprende fundamentalmente música, pero también podría comprender, o hacerlo alternativamente, voz, por ejemplo.

En una acción 401a se reciben un valor de ganancia asociado con una banda b de frecuencias (banda de frecuencias original) y valores de ganancia asociados con otras bandas de frecuencias adyacentes a la banda b de frecuencias. A continuación, en una acción 404a, se determina si una correspondiente banda reconstruida b' de frecuencias de una región de BWE comprende o no un pico espectral. Cuando la banda reconstruida b' de frecuencias comprende al menos un pico espectral, un valor de ganancia asociado con la banda reconstruida b' de frecuencias es puesto a un primer valor, en una acción 406a:1, en función de los varios valores de ganancia recibidos. Cuando la banda reconstruida b' de frecuencias no comprende ningún pico espectral, un valor de ganancia asociado con la banda reconstruida b' de frecuencias es puesto a un segundo valor, en una acción 406a:2,  
35 en función de los varios valores de ganancia recibidos. El segundo valor es menor o igual que el primer valor.

En la Figura 4b, el procedimiento ilustrado en la Figura 4a es ilustrado de forma ligeramente diferente y más extendida; por ejemplo, con acciones opcionales adicionales relacionadas con la mezcla de ruido descrita anteriormente. A continuación se describirá la Figura 4b.

40 En la acción 401b se reciben valores de ganancia asociados con las bandas de la parte superior del espectro de frecuencias. También se supone que se recibe en algún punto (no mostrado en las Figuras 4a ni 4b) información relativa a la parte inferior del espectro de frecuencias; es decir, coeficientes de transformada y valores de ganancia, etc. Además, se supone que se realiza una extensión del ancho de banda en algún punto, creándose un espectro de banda alta reflejando o trasladando el espectro de banda baja, según se ha descrito anteriormente.

45 En una acción opcional 402b pueden recibirse uno o más coeficientes de mezcla de ruido. Los uno o más coeficientes de mezcla de ruido recibidos han sido calculados en el codificador en función de la distribución de energía en el espectro original de banda alta. Los coeficientes de la mezcla de ruido pueden ser usados entonces en una acción 403b (también opcional) para mezclar con ruido los coeficientes de la región de banda alta; cf., más arriba, la Ecuación (4). Así el espectro de la región extendida en banda ancha se corresponderá mejor con el espectro original de banda alta en lo que respecta a la “ruidosidad” o al contenido de ruido.

50 Además, en una acción 404b se determina si las bandas de la región de BWE creada comprenden o no un pico. Por ejemplo, si una banda comprende un pico, un indicador asociado con la banda puede ser puesto a 1. Si otra banda no comprende un pico, un indicador asociado con la banda puede ser puesto a 0. En una acción 405b la ganancia

asociada con dicha banda puede ser modificada en función de la información de si una banda comprende o no un pico. Cuando se modifica la ganancia para una banda, se tienen en cuenta las ganancias para las bandas adyacentes para alcanzar el resultado deseado, según se ha descrito anteriormente. Al modificar las ganancias de esta manera se permite el logro de un espectro de BWE mejorado. Las ganancias modificadas pueden ser aplicadas a continuación a las respectivas bandas del espectro de BWE, lo que se ilustra como acción 406b.

Decodificador ejemplar

A continuación se describirá, con referencia a la Figura 5, un decodificador ejemplar de audio por transformada, adaptado para llevar a cabo el procedimiento descrito anteriormente para soportar la extensión del ancho de banda, BWE, de una señal de audio armónica. El decodificador de audio por transformada podría ser, por ejemplo, un decodificador de MDCT u otro decodificador.

Se ilustra que el decodificador 501 de audio por transformada se comunica con otras entidades a través de una unidad 502 de comunicaciones. La parte del decodificador de audio por transformada que está adaptada para permitir la realización del procedimiento descrito anteriormente está ilustrada como una disposición 500, rodeada por una línea discontinua. El decodificador de audio por transformada puede comprender, además, otras unidades funcionales 516, tales como, por ejemplo, unidades funcionales que proporcionen funciones regulares de decodificador y BWE, y puede comprender, además, una o más unidades 514 de memoria.

El decodificador 501 de audio por transformada y/o la disposición 500 podrían implementarse, por ejemplo, mediante uno o más de: un procesador o un microprocesador y soporte lógico adecuado con memoria adecuada al efecto, un dispositivo lógico programable (PLD) u otro(s) componente(s) electrónico(s).

Se supone que el decodificador de audio por transformada comprende unidades funcionales para obtener los parámetros adecuados proporcionados desde una entidad codificadora. El coeficiente de mezcla de ruido es un nuevo parámetro que ha de obtenerse, en comparación con la técnica anterior. Así, el decodificador debería ser adaptado de modo que puedan obtenerse uno o más coeficientes de mezcla de ruido cuando se desee esta característica. El decodificador de audio puede ser descrito e implementado comprendiendo una unidad receptora, adaptada para recibir varios valores de ganancia asociados con una banda b de frecuencias y varias bandas de frecuencias adyacentes de la banda b; y posiblemente un coeficiente de mezcla de ruido. Sin embargo, en la Figura 5 no se muestra explícitamente tal unidad receptora.

El decodificador de audio por transformada comprende una unidad de determinación, denominada alternativamente unidad 504 de detección de picos, que está adaptada para determinar e indicar qué bandas de una región de espectro de BWE comprenden un pico y qué bandas no comprenden un pico. Es decir, la unidad de determinación está adaptada para determinar si una correspondiente banda reconstruida b' de frecuencias de una región de frecuencia extendida en ancho de banda comprende un pico espectral. Además, el decodificador de audio por transformada puede comprender una unidad 506 de modificación de ganancia, que está adaptada para modificar la ganancia asociada con una banda dependiendo de si la banda comprende un pico o no. Si la banda comprende un pico, la ganancia modificada es calculada como una suma ponderada, por ejemplo un valor de media o de mediana de las ganancias (originales) de varias bandas adyacentes a la banda en cuestión, incluyendo la ganancia de la banda en cuestión.

El decodificador de audio por transformada puede comprender, además, una unidad 508 de aplicación de ganancia, adaptada para aplicar o establecer las ganancias modificadas en las bandas apropiadas del espectro de BWE. Es decir, la unidad de aplicación de ganancia está adaptada para poner un valor de ganancia asociado con la banda reconstruida b' de frecuencias a un primer valor en función de los varios valores de ganancia recibidos cuando la banda reconstruida b' de frecuencias comprende al menos un pico espectral, y para poner un valor de ganancia asociado con la banda reconstruida b' de frecuencias a un segundo valor en función de los varios valores de ganancia recibidos cuando la banda reconstruida b' de frecuencias no comprende ningún pico espectral, siendo el segundo valor menor o igual que el primer valor. Se permite así que los valores de ganancia concuerden con las posiciones pico en la región de frecuencia extendida en ancho de banda.

Alternativamente, si es posible sin modificación, la función de aplicación puede ser proporcionada por la funcionalidad adicional (regular) 516, con la excepción de que las ganancias aplicadas no son las ganancias originales, sino las ganancias modificadas. Además, el decodificador de audio por transformada puede comprender una unidad 510 de mezcla de ruido, adaptada para mezclar los coeficientes de la parte de BWE del espectro con ruido, procedente, por ejemplo, de un libro de código, en función de uno o más coeficientes o parámetros de ruido proporcionados por el codificador de la señal de audio.

Codificador de procedimiento ejemplar

A continuación se describirá, con referencia a la Figura 6, un procedimiento ejemplar, en un codificador, para soportar extensión del ancho de banda, BWE, de una señal de audio armónica. El procedimiento es adecuado para ser usado en un codificador de audio por transformada, tal como, por ejemplo, un codificador de MDCT u otro codificador. Según se ha mencionado anteriormente, se cree que la señal de audio comprende fundamentalmente música, pero también podría comprender, o hacerlo alternativamente, voz, por ejemplo.

5 El procedimiento descrito a continuación está relacionado con las partes de un procedimiento de codificación que se desvía de una codificación convencional de una señal de audio armónica usando un codificador de transformada. Así, las acciones descritas a continuación son una adición opcional a la deducción de coeficientes de transformada y ganancias, etc., para la parte inferior del espectro y a la deducción de ganancias para las bandas de la parte más alta del espectro (la parte que será construida mediante BWE en el lado del decodificador).

10 En una acción 602 se determina la energía pico relacionada con la parte superior del espectro de frecuencias. Además, en una acción 603 se determina una energía suelo de ruido relacionada con la parte superior del espectro de frecuencias. Por ejemplo, podrían calcularse, según se ha descrito más arriba, la energía pico media  $\bar{E}_p$  y la energía suelo media de ruido  $\bar{E}_{nr}$  de una o más secciones de los espectros de BWE. Además, en una acción 604 se calculan los coeficientes de la mezcla de ruido según alguna fórmula adecuada, por ejemplo la Ecuación (3) anterior, de modo que el coeficiente de ruido relacionado con cierta sección del espectro de BWE refleje la cantidad de ruido, o "ruidosidad" de dicha sección. En una acción 606 se proporcionan los uno o más coeficientes de la mezcla de ruido a una entidad de decodificación o a una memoria junto con la información convencional proporcionada por el codificador. El aprovisionamiento puede comprender, por ejemplo, simplemente enviar los coeficientes calculados de la mezcla de ruido a una salida y/o, por ejemplo, transmitir los coeficientes a un decodificador. Los coeficientes de la mezcla de ruido podrían ser cuantificados antes de su aprovisionamiento, según se ha descrito anteriormente.

#### Codificador ejemplar

20 A continuación se describirá, con referencia a la Figura 7, un decodificador ejemplar de audio por transformada, adaptado para llevar a cabo el procedimiento descrito más arriba para soportar la extensión del ancho de banda, BWE, de una señal de audio armónica. El decodificador de audio por transformada podría ser, por ejemplo, un decodificador de MDCT u otro decodificador.

25 Se ilustra que el decodificador 701 de audio por transformada se comunica con otras entidades a través de una unidad 702 de comunicaciones. La parte del decodificador de audio por transformada que está adaptada para permitir la realización del procedimiento descrito anteriormente está ilustrada como una disposición 700, rodeada por una línea discontinua. El decodificador de audio por transformada puede comprender, además, otras unidades funcionales 712, tales como, por ejemplo, unidades funcionales que proporcionen funciones regulares de codificador, y puede comprender, además, una o más unidades 710 de memoria.

30 El codificador 701 de audio por transformada y/o la disposición 700 podrían implementarse, por ejemplo, mediante uno o más de: un procesador o un microprocesador y soporte lógico adecuado con memoria adecuada al efecto, un dispositivo lógico programable (PLD) u otro(s) componente(s) electrónico(s).

35 El codificador de audio por transformada puede comprender una unidad 704 de determinación, que está adaptada para determinar energías pico y la energía suelo de ruido de la parte superior del espectro. Además, el codificador de audio por transformada puede comprender una unidad 706 de coeficientes de ruido, que está adaptada para calcular uno o más coeficientes de mezcla de ruido para la totalidad de la parte superior del espectro para para secciones del mismo. El codificador de audio por transformada puede comprender, además, una unidad 708 de provisión, adaptada para proporcionar los coeficientes calculados de mezcla de ruido para su uso por un codificador. El aprovisionamiento puede comprender, por ejemplo, simplemente enviar los coeficientes calculados de la mezcla de ruido a una salida y/o, por ejemplo, transmitir los coeficientes a un decodificador.

#### Disposición ejemplar

40 La Figura 8 muestra esquemáticamente una realización de una disposición 800 adecuada para su uso en un decodificador de audio por transformada, que también puede ser una forma alternativa de dar a conocer una realización de la disposición para su uso en un decodificador de audio por transformada ilustrado en la Figura 5. En la disposición 800 están comprendidas una unidad 806 de procesamiento, por ejemplo con un DSP (procesador de señales digitales). La unidad 806 de procesamiento puede ser una única unidad o una pluralidad de unidades que llevan a cabo diferentes etapas de los procedimientos descritos en la presente memoria. La disposición 800 también puede comprender la unidad 802 de entrada para recibir señales, tal como la parte inferior codificada del espectro, las ganancias para todo el espectro y uno o varios coeficientes de mezcla de ruido (cf., si se trata de un codificador, la parte superior del espectro armónico), y la unidad 804 de salida para producir una o varias señales, tales como las ganancias modificadas y/o el espectro completo (cf., si se trata de un codificador, los coeficientes de la mezcla de ruido). La unidad 802 de entrada y la unidad 804 de salida pueden ser dispuestas como una sola en el soporte físico de la disposición.

55 Además, la disposición 800 comprende al menos un producto 808 de programa informático en forma de memoria volátil o no volátil, por ejemplo una EEPROM, una memoria flash y un disco duro. El producto 808 de programa informático comprende un programa informático 810, que comprende un medio de código que, cuando es ejecutado en la unidad 806 de procesamiento en la disposición 800 hace que la disposición y/o el codificador de audio por transformada lleven a cabo las acciones del procedimiento descritas anteriormente junto con la Figura 4.

Por ende, en las realizaciones ejemplares descritas, el medio de código del programa informático 810 de la disposición 800 puede comprender un módulo 810a de obtención para obtener información relativa a una parte

inferior de un espectro de audio, y ganancias relativas a la totalidad del espectro de audio. Además, pueden obtenerse coeficientes de ruido relativos a la parte superior del espectro de audio. El programa informático puede comprender un módulo 810b de detección para detectar e indicar si las bandas de las bandas b reconstruidas de una región de frecuencia extendida en ancho de banda comprenden o no un pico espectral. El programa informático 810 puede comprender, además, un módulo 810c de modificación de ganancias para modificar la ganancia asociada con las bandas de la parte superior reconstruida del espectro. El programa informático 810 puede comprender, además, un módulo 810d de aplicación de ganancias para aplicar las ganancias modificadas a las correspondientes bandas de la parte superior del espectro. Además, el programa informático 810 puede comprender un módulo 810d de mezcla de ruido, para mezclar la parte superior del espectro con ruido en función de los coeficientes de mezcla de ruido recibidos.

El programa informático 810 tiene la forma de código de programa informático estructurado en módulo de programa informático. Esencialmente, los módulos 810a-d llevan a cabo las acciones del flujo ilustrado en las Figuras 4a o 4b para emular a la disposición 500 ilustrada en la Figura 5. En otras palabras, cuando los diferentes módulos 810a-d son ejecutados en la unidad 806 de procesamiento, corresponden al menos a las unidades 504-510 de la Figura 5.

Aunque los medios de código de la realización dada a conocer más arriba junto con la Figura 8 son implementados como módulos de programa informático que, cuando son ejecutados en la unidad de procesamiento hacen que la disposición y/o el codificador de audio por transformada lleven a cabo las etapas descritas más arriba junto con las figuras mencionadas anteriormente, al menos uno de los medios de código puede ser implementado, al menos parcialmente, como circuitos de soporte físico.

De modo similar, podría describirse una realización ejemplar que comprendiera módulos de programa informático para la correspondiente disposición en un codificador de audio por transformada ilustrado en la Figura 7.

Aunque la tecnología sugerida ha sido descrita con referencia a realizaciones ejemplares específicas, la descripción está previsto que únicamente ilustre el concepto en general, y no debería interpretarse que limite el alcance de la solución descrita en la presente memoria. Las diferentes características de las anteriores realizaciones ejemplares pueden combinarse de maneras diferentes según la necesidad, los requisitos o la preferencia.

La solución descrita en lo que antecede puede ser usada siempre que se apliquen códecs de audio, por ejemplo en dispositivos tales como terminales móviles, tabletas, ordenadores, teléfonos inteligentes, etc.

Ha de entenderse que la elección de unidades o módulos de interacción, así como la denominación de las unidades, tiene únicamente un propósito ejemplar, y que los nodos adecuados para ejecutar cualesquiera de los métodos descritos más arriba pueden ser configurados de varias maneras alternativas para poder ejecutar las acciones de procesos sugeridas.

También debería hacerse notar que ha de considerarse que los módulos o unidades descritos en esta divulgación son entidades lógicas y no necesariamente entidades físicas separadas. Aunque la anterior descripción contiene muchos términos específicos, no debería interpretarse que estos limiten el alcance de esta divulgación, sino que meramente proporcionan ilustraciones de algunas de las realizaciones actualmente preferidas de la tecnología sugerida en la presente memoria. Se apreciará que el alcance de la tecnología sugerida en la presente memoria abarca plenamente otras realizaciones que puedan llegar a resultar obvias a los expertos en la técnica, y que, en consecuencia, no se ha de limitar el alcance de esta divulgación. No se pretende que la referencia a un elemento en singular signifique "uno y solo uno", a no ser que explícitamente así se afirme, sino, más bien, "uno o más". A la presente memoria se incorporan por referencia expresamente, y se pretende que estén abarcados por la presente, todos los equivalentes estructurales y funcionales de los elementos de las realizaciones anteriormente descritas que sean conocidos a las personas con un dominio normal de la técnica. Además, no es necesario que un dispositivo o un método aborde cada problema, y todos ellos, que haya de ser solucionado por la tecnología sugerida en la presente memoria para que esté abarcado por la presente.

En la descripción precedente, con fines de explicación y no de limitación, se definen detalles específicos, tales como arquitecturas, interfaces, técnicas particulares, etc., para proporcionar una comprensión cabal de la tecnología sugerida. Sin embargo, resultará obvio para los expertos en la técnica que la tecnología sugerida puede ser puesta en práctica en otras realizaciones que se aparten de estos detalles específicos. Es decir, los expertos en la técnica podrán idear diversas disposiciones que, aunque no estén descritas ni mostradas explícitamente en la presente memoria, implementen los principios de la tecnología sugerida. En algunos casos, se omiten las descripciones detalladas de dispositivos, circuitos y métodos muy conocidos para no ofuscar la descripción de la tecnología sugerida con detalles innecesarios. Se pretende que todas las declaraciones de la presente memoria que enumeren principios, aspectos y realizaciones de la tecnología sugerida, así como ejemplos específicos de la misma, abarquen los equivalentes tanto estructurales como funcionales de los mismos. además, se pretende que tales equivalentes incluyan tanto los equivalentes actualmente conocidos así como los equivalentes desarrollados en el futuro; por ejemplo, cualquier elemento desarrollado que lleve a cabo la misma función, con independencia de la estructura.

Así, por ejemplo, los expertos en la técnica apreciarán que los diagramas de bloques de la presente memoria pueden representar vistas conceptuales de circuitería ilustrativa u otras unidades funcionales que implementen los

principios de la tecnología. De modo similar, se apreciará que cualquier diagrama de flujo, diagrama de transición de estado, pseudocódigo y similares representa diversos procesos que pueden ser sustancialmente representados en un medio legible por ordenador y, por ello, ejecutados por un ordenador o un procesador, con independencia de que tal ordenador o tal procesador sean conocidos explícitamente.

- 5 Las funciones de los diversos elementos, incluyendo los bloques funcionales, incluyendo, sin limitación, los calificados o descritos como “unidad funcional”, “procesador” o “controlador”, pueden ser proporcionado a través del uso de soporte físico, tal como un soporte físico de circuitos y/o un soporte físico capaz de ejecutar soporte lógico en forma de instrucciones codificadas almacenadas en un medio legible por ordenador. Así, ha de entenderse que tales funciones y tales bloques funcionales ilustrados son implementados ya sea en soporte físico y/o en ordenador y, así, implementados en máquinas.

- 10 En términos de implementación en soporte físico, los bloques funcionales pueden incluir o abarcar, sin limitación, soporte físico de un procesador de señales digitales (DSP), un procesador con un conjunto reducido de instrucciones, circuitería de soporte físico (por ejemplo, digital o analógica), incluyendo, sin limitación, uno o varios circuitos integrados para aplicaciones específicas (ASIC) y (cuando sea apropiado) máquinas de estado capaces de llevar a cabo tales funciones.

15

**Abreviaturas**

- BWE Extensión del ancho de banda  
DFT Transformada de Fourier discreta  
DCT Transformada de coseno discreta  
MDCT Transformada de coseno discreta modificada

**REIVINDICACIONES**

1. Un método llevado a cabo por un decodificador de audio por transformada para soportar la extensión del ancho de banda, BWE, de una señal de audio armónica, comprendiendo el método:
- 5 – recibir (401a) varios valores de ganancia asociados con una banda  $b$  de frecuencias y varias bandas de frecuencias adyacentes de la banda  $b$ ;
- determinar (404a) si una correspondiente banda reconstruida  $b'$  de frecuencias de una región de frecuencia extendida en ancho de banda comprende un pico espectral, y:
- cuando la banda reconstruida  $b'$  de frecuencias comprende al menos un pico espectral:
- 10 – poner (406a:1) un valor de ganancia asociado con la banda reconstruida  $b'$  de frecuencias a un primer valor en función de los varios valores de ganancia recibidos, siendo el primer valor una suma ponderada de los varios valores de ganancia recibidos, y
- cuando la banda reconstruida  $b'$  de frecuencias no comprende ningún pico espectral:
- poner (406a:2) un valor de ganancia asociado con la banda reconstruida  $b'$  de frecuencias a un segundo valor en función de los varios valores de ganancia recibidos, siendo el segundo valor menor o igual que el primer valor,
- 15 permitiendo así que los valores de ganancia concuerden con las posiciones pico en la región de frecuencia extendida en ancho de banda.
2. El método según la reivindicación 1 en el que la suma ponderada es un valor medio de los varios valores de ganancia recibidos.
3. El método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes en el que el segundo valor es uno de los valores de ganancia más bajos entre los varios valores de ganancia recibidos.
- 20 4. El método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes en el que el segundo valor es el mínimo valor de ganancia de los varios valores de ganancia recibidos.
5. El método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes que, además, comprende:
- recibir (402b) un coeficiente  $\alpha$  que refleja la relación entre la energía pico y la energía suelo del ruido de al menos una sección de la parte de alta frecuencia de la señal original;
- 25 – mezclar (403b) los coeficientes de transformada de una correspondiente sección reconstruida de alta frecuencia con ruido, en función del coeficiente  $\alpha$  recibido, permitiendo así la reconstrucción de las características de ruido de la parte de alta frecuencia de la señal original.
6. Un decodificador (501) de audio para soportar la extensión del ancho de banda, BWE, de una señal de audio armónica, comprendiendo el decodificador de audio:
- 30 – una unidad receptora, adaptada para recibir varios valores de ganancia asociados con una banda  $b$  de frecuencias y varias bandas de frecuencias adyacentes de la banda  $b$ ;
- una unidad (504) de determinación, adaptada para determinar si una correspondiente banda reconstruida  $b'$  de frecuencias de una región de frecuencia extendida en ancho de banda comprende un pico espectral;
- 35 – una unidad (508) de aplicación de ganancia, adaptada para:
- poner un valor de ganancia asociado con la banda reconstruida  $b'$  de frecuencias a un primer valor en función de los varios valores de ganancia recibidos, de modo que el primer valor sea una suma ponderada de los varios valores de ganancia recibidos, cuando la banda reconstruida  $b'$  de frecuencias comprende al menos un pico espectral, y
- 40 – poner un valor de ganancia asociado con la banda reconstruida  $b'$  de frecuencias a un segundo valor en función de los varios valores de ganancia recibidos, cuando la banda reconstruida  $b'$  de frecuencias no comprende ningún pico espectral, siendo el segundo valor menor o igual que el primer valor,
- permitiendo así que los valores de ganancia concuerden con las posiciones pico en la región de frecuencia extendida en ancho de banda.
7. El decodificador de audio según la reivindicación 6 en el que la suma ponderada es un valor medio de los varios valores de ganancia recibidos.
- 45

- 8.** El decodificador de audio según cualquiera de las reivindicaciones 6-7 en el que el segundo valor es uno de los valores de ganancia más bajos entre los varios valores de ganancia recibidos.
- 9.** El decodificador de audio según cualquiera de las reivindicaciones 6-8 en el que el segundo valor es el mínimo valor de ganancia de los varios valores de ganancia recibidos.
- 5 **10.** El decodificador de audio según cualquiera de las reivindicaciones 6-9 adaptado, además, para recibir un coeficiente  $\alpha$  que refleja la relación entre la energía pico y la energía suelo del ruido de al menos una sección de la parte de alta frecuencia de la señal original y que, además, comprende:
- una unidad (510) de mezcla de ruido, adaptada para mezclar los coeficientes de transformada de una correspondiente sección reconstruida de alta frecuencia con ruido, en función del coeficiente  $\alpha$  recibido,
- 10 permitiendo así la reconstrucción de las características de ruido de la parte de alta frecuencia de la señal original.
- 11.** Un equipo de usuario que comprende el decodificador de audio según cualquiera de las reivindicaciones 6-10.
- 12.** Un programa informático (810) que comprende código legible por ordenador, que, cuando se ejecuta en una unidad de procesamiento, hace que un decodificador de audio lleve a cabo el método según cualquiera de las reivindicaciones 1-5.
- 15 **13.** Un producto (808) de programa informático que comprende un medio legible por ordenador y un programa informático (810) según la reivindicación 12 almacenado en el medio legible por ordenador.

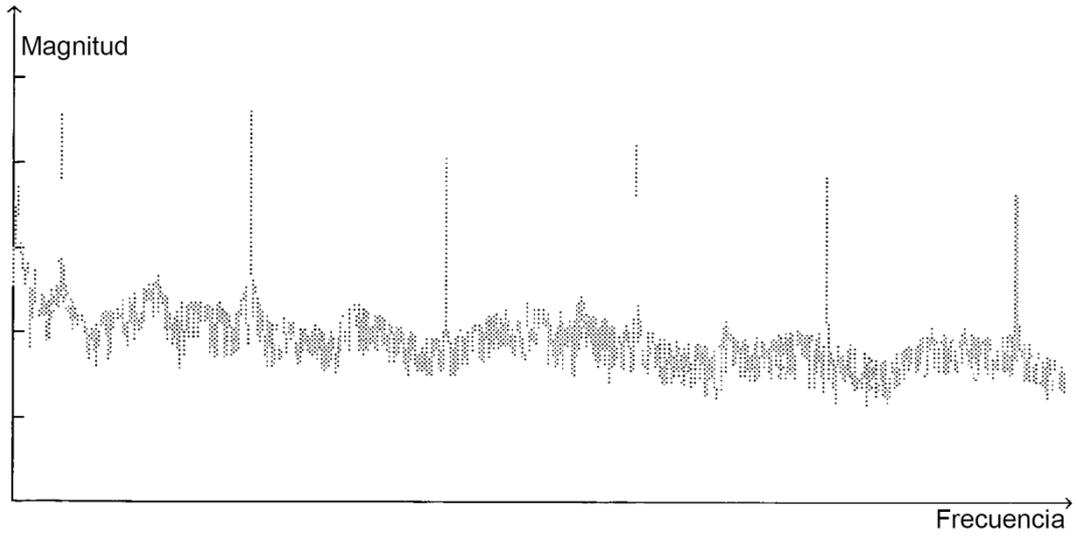


Figura 1

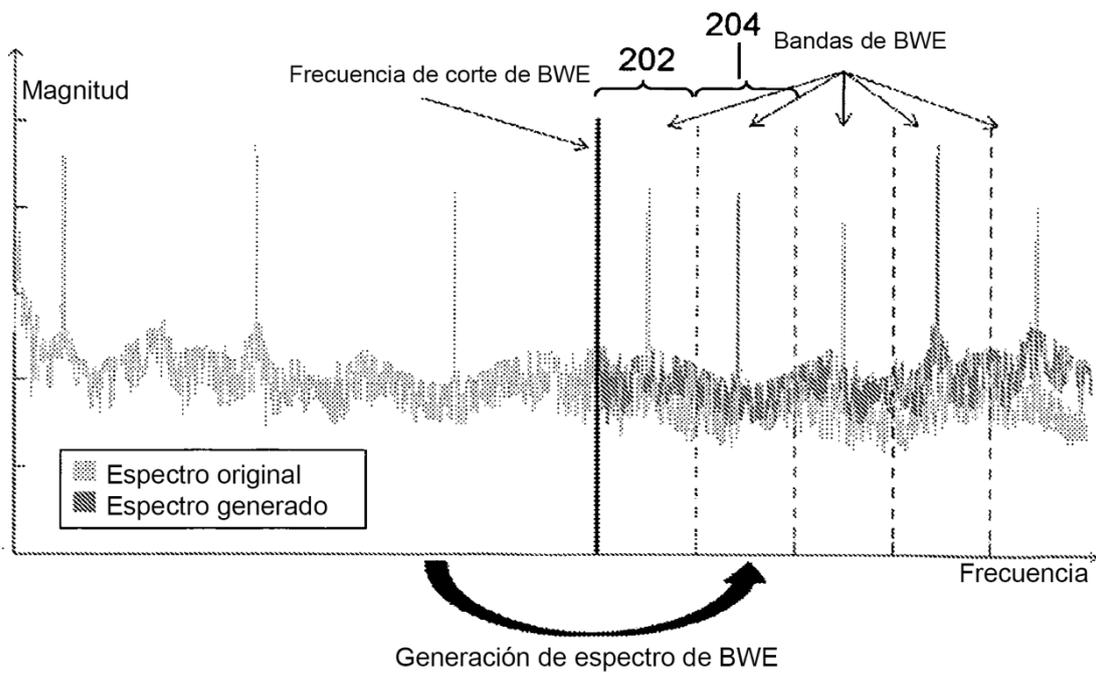


Figura 2

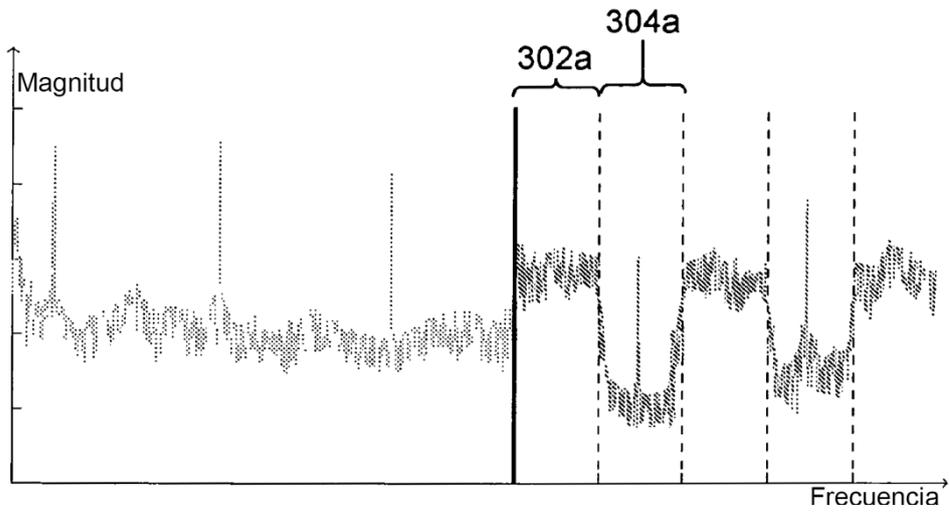


Figura 3a

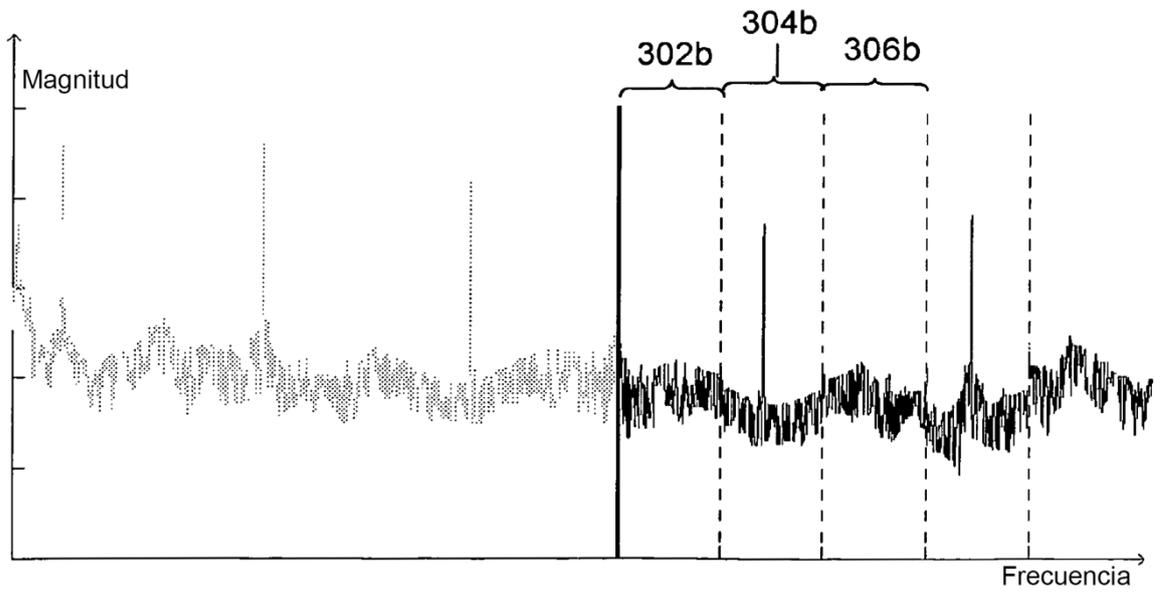


Figura 3b

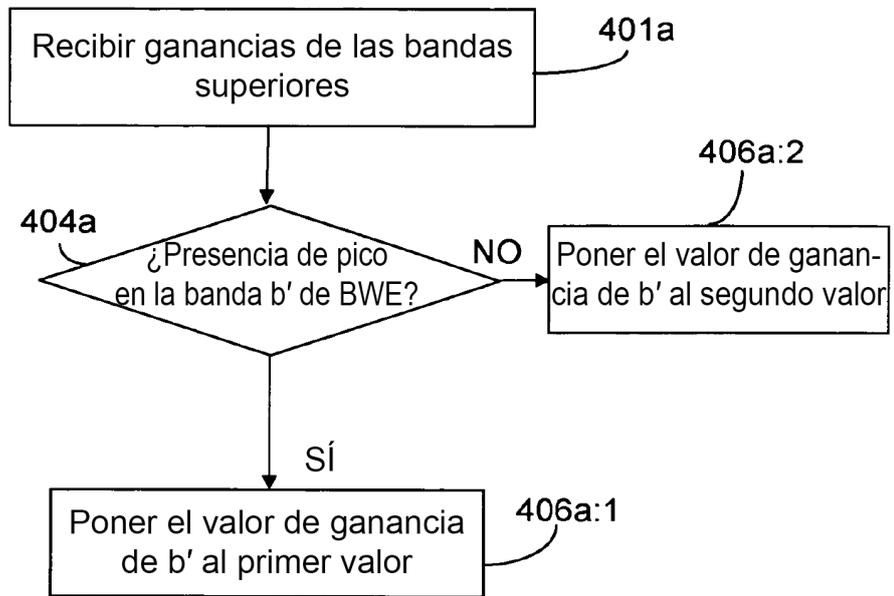


Figura 4a

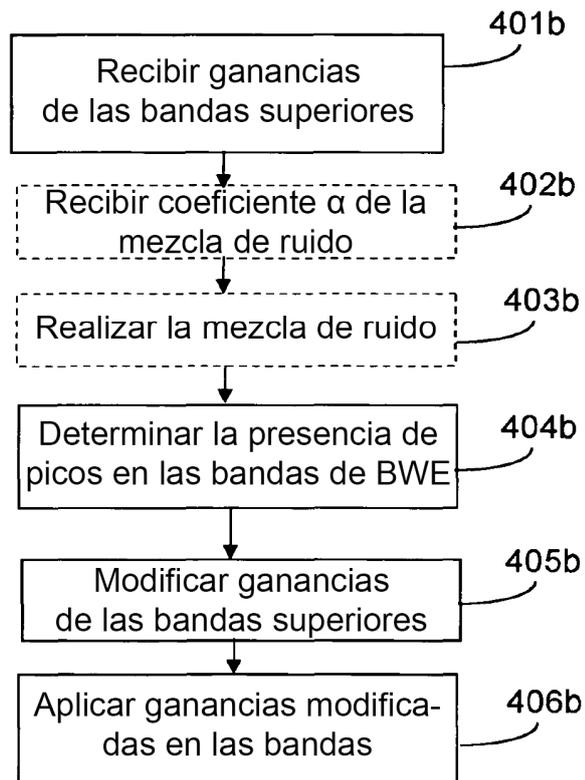


Figura 4b

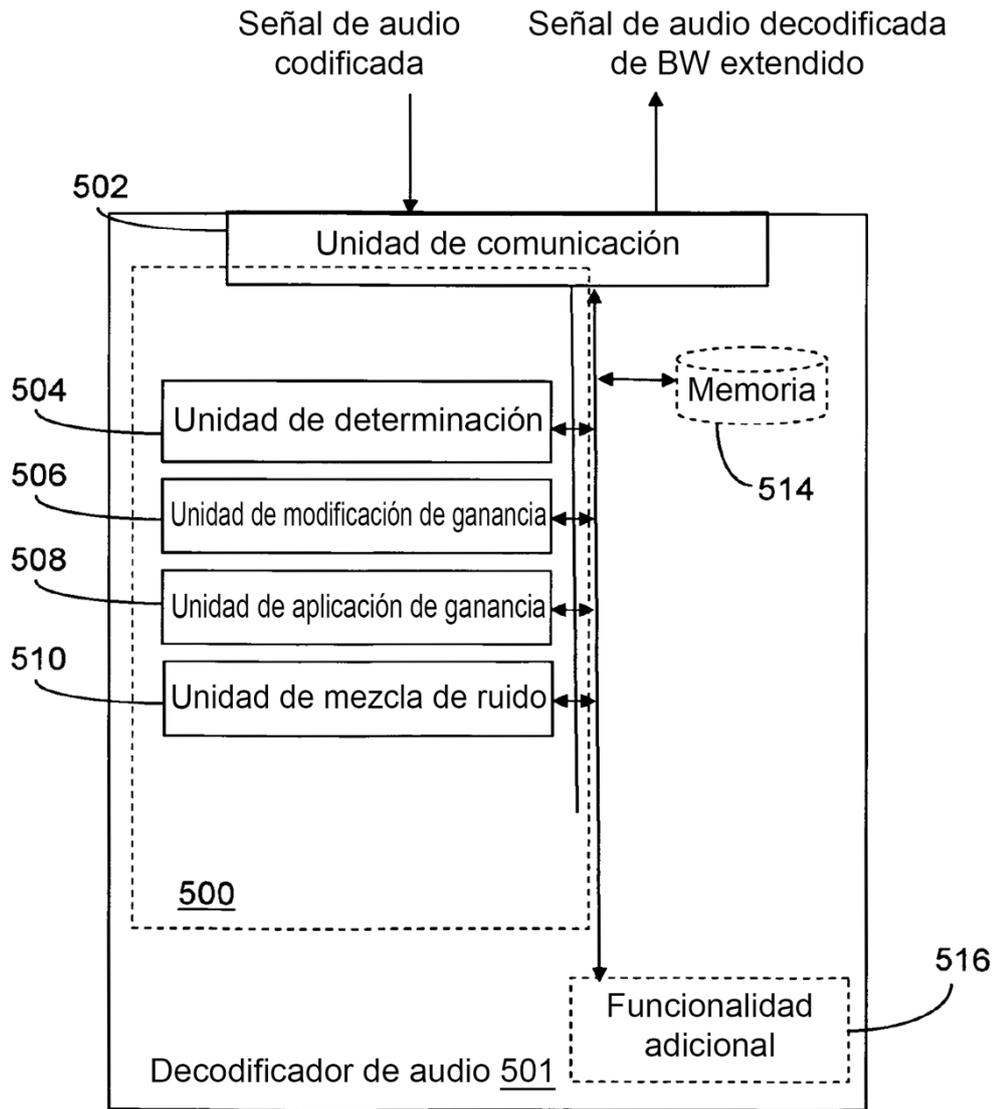


Figura 5

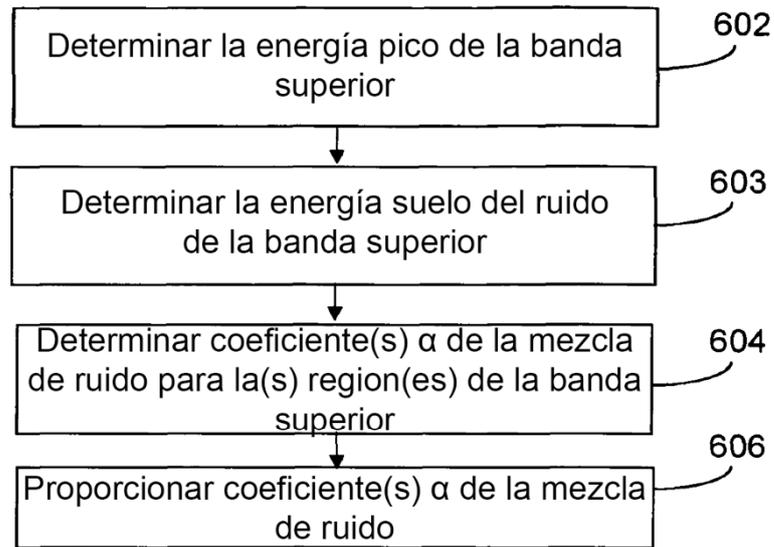


Figura 6

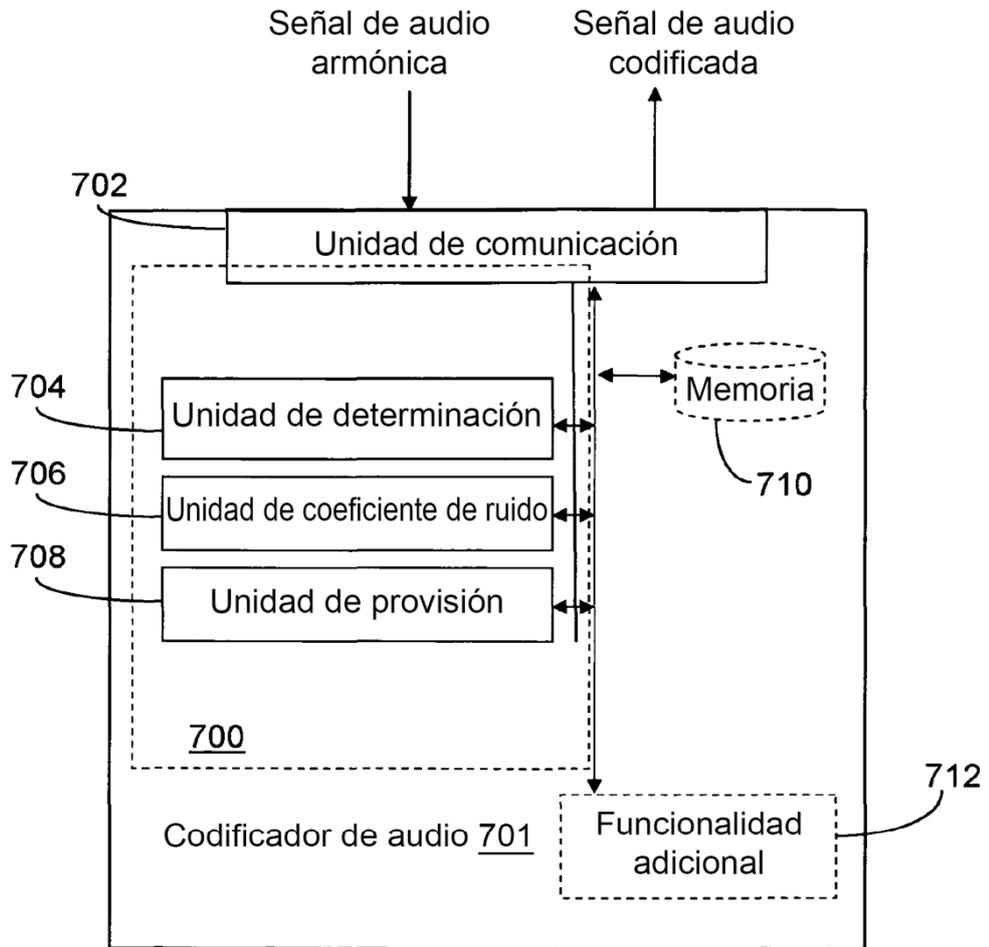


Figura 7

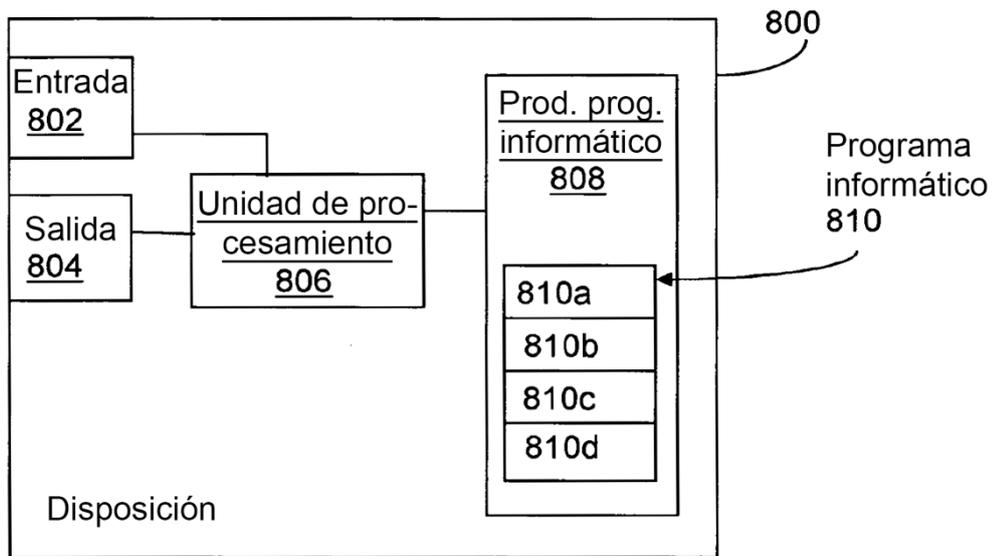


Figura 8