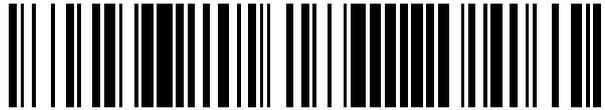


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 664 397**

51 Int. Cl.:

G10L 19/02 (2013.01)

G10L 21/038 (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.04.2004 PCT/US2004/013217**

87 Fecha y número de publicación internacional: **25.11.2004 WO04102532**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.04.2004 E 04750889 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.02.2018 EP 1620845**

54 Título: **Sistemas de codificación de audio mejorados y métodos que utilizan un acoplamiento de componentes espectrales y regeneración de componentes espectrales**

30 Prioridad:

08.05.2003 US 434449

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

19.04.2018

73 Titular/es:

**DOLBY LABORATORIES LICENSING CORPORATION (100.0%)
100 Potrero Avenue
San Francisco, CA 94103, US**

72 Inventor/es:

**ANDERSEN, ROBERT LORING;
TRUMAN, MICHAEL MEAD;
WILLIAMS, PHILIP ANTHONY y
VERNON, STEPHEN DECKER**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 664 397 T3

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

DESCRIPCIÓN

Sistemas de codificación de audio mejorados y métodos que utilizan un acoplamiento de componentes espectrales y regeneración de componentes espectrales

5

CAMPO TÉCNICO

La presente invención se refiere a dispositivos de decodificación y codificación de audio y métodos para la transmisión, registro y reproducción de señales de audio. Más en particular, la presente invención da a conocer una reducción de información requerida para la transmisión o registro de una señal de audio dada mientras que se mantiene un nivel dado de calidad percibida en la reproducción de la señal de audio.

10

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Numerosos sistemas de comunicación se enfrentan al problema de que la demanda para transmisión de información y capacidad de grabación a menudo supera la capacidad disponible. Como resultado, existe un considerable interés entre ellos en los campos de radiodifusión y grabación con el fin de reducir la cantidad de información requerida para transmitir o grabar una señal de audio destinada a la percepción humana sin degradar su calidad percibida. Existe también interés en la mejora de la calidad percibida de la señal de salida para un ancho de banda dado o capacidad de almacenamiento.

15

20

Los métodos tradicionales para reducir los requisitos de capacidad de información implican la transmisión o grabación de solamente partes seleccionadas de la señal de entrada. Las partes restantes se descartan. Las técnicas conocidas como codificación perceptual normalmente convierten una señal de audio original en componentes espectrales o señales de sub-banda de frecuencia de modo que aquellas partes de la señal que son redundantes o irrelevantes se puedan identificar y descartar con mayor facilidad. Una parte de señal se considera redundante si puede reproducir a partir de otras partes de la señal. Una parte de señal se considera irrelevante si es perceptualmente insignificante o inaudible. Un decodificador de percepción puede reproducir las partes redundantes faltantes de una señal codificada, pero no puede crear ninguna información irrelevante faltante que no sea, además, redundante. La pérdida de información irrelevante es aceptable, sin embargo, puesto que su ausencia no tiene un efecto perceptible en la señal decodificada.

25

30

Una técnica de codificación de señal es perceptualmente transparente si descarta solo aquellas partes de una señal que son redundantes o perceptualmente irrelevantes. Si una técnica perceptualmente transparente no puede lograr una reducción suficiente en los requisitos de capacidad de información, entonces se necesita una técnica perceptualmente no transparente para descartar partes de señal adicionales que no son redundantes y son perceptualmente relevantes. El resultado inevitable es que se degrada la fidelidad percibida de la señal transmitida o grabada. Preferiblemente, una técnica perceptualmente no transparente descarta solamente aquellas partes de la señal que se considera que son menos significativas a nivel perceptual.

35

40

Una técnica de codificación denominada como un "acoplamiento", que a menudo se considera como una técnica perceptualmente no transparente, se puede utilizar para reducir los requisitos de capacidad de información. De conformidad con esta técnica, las componentes espectrales en dos o más señales de audio de entrada se combinan para formar una señal de canal acoplado con una representación compuesta de estos componentes espectrales. Además, se genera información adicional que representa una envolvente espectral de las componentes espectrales en cada una de las señales de audio de entrada que se combinan para formar la representación compuesta. Una señal codificada que incluye la señal de canal acoplado y la información adicional es transmitida o grabada para una decodificación posterior por un receptor. El receptor genera señales desacopladas, que son réplicas inexactas de las señales de entrada originales, mediante la generación de copias de la señal de canal acoplado y utilizando la información adicional para la escala de componentes espectrales, en las señales copiadas, de modo que las envolventes espectrales de las señales de entrada originales sean restauradas, de forma sustancial. Una técnica de acoplamiento típica, para un sistema estéreo de dos canales, combina componentes de alta frecuencia de las señales del canal izquierdo y derecho para formar una sola señal de componentes de alta frecuencia compuestos y genera información adicional que representa las envolventes espectrales de las componentes de alta frecuencia en las señales originales del canal izquierdo y derecho. Un ejemplo de una técnica de acoplamiento se describe en el documento "Compresión de audio digital (AC-3)", documento de Normalización A/52 del Comité de Sistemas de Televisión Avanzados (ATSC), que se incorpora aquí por referencia en su totalidad.

45

50

55

Los requisitos de capacidad de información, de la información adicional, y de la señal de canal acoplado deberían elegirse para optimizar una compensación entre dos necesidades en competencia. Si el requisito de capacidad de información, para la información adicional, se establece demasiado alto, el canal acoplado se verá obligado a transmitir sus componentes espectrales con un nivel bajo de precisión. Los niveles más bajos de precisión en las componentes espectrales del canal acoplado pueden causar niveles audibles de ruido de codificación o ruido de cuantización para introducirse en las señales desacopladas. Por el contrario, si el requisito de capacidad de información de la señal de canal acoplado se establece demasiado alto, la información adicional se verá forzada a transportar las envolventes espectrales con un nivel bajo de detalle espectral. Los niveles más bajos de detalle en

60

65

las envolventes espectrales pueden causar diferencias audibles en el nivel espectral y la forma de cada señal desacoplada.

En general, se puede conseguir una buena compensación si la información adicional transmite el nivel espectral de las sub-bandas de frecuencia que tienen anchos de banda proporcionales a las bandas críticas del sistema auditivo humano. Puede observarse que las señales desacopladas pueden ser capaces de preservar los niveles espectrales de las componentes espectrales originales de las señales de entrada originales, pero generalmente, no conservan la fase de las componentes espectrales originales. Esta pérdida de información de fase puede ser imperceptible si el acoplamiento está limitado a componentes espectrales de alta frecuencia puesto que el sistema auditivo humano es relativamente insensible a los cambios de fase, especialmente a altas frecuencias.

La información adicional que se genera mediante técnicas de acoplamiento tradicionales ha sido típicamente una medida de la amplitud espectral. Como resultado, el decodificador, en un sistema típico, calcula factores de escala basados en medidas de energía que se derivan de amplitudes espectrales. Estos cálculos generalmente requieren calcular la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de valores obtenidos a partir de la información adicional, que requiere recursos de cálculo sustanciales.

Una técnica de codificación a veces denominada una "regeneración de alta frecuencia" (HFR) es una técnica perceptualmente no transparente que se puede utilizar para reducir los requisitos de capacidad de información. De conformidad con esta técnica, se transmite o almacena una señal de banda base que contiene solamente componentes de baja frecuencia de una señal de audio de entrada. También se proporciona información adicional que representa una envolvente espectral de las componentes originales de alta frecuencia. Una señal codificada que incluye la señal de banda base y la información adicional es transmitida o grabada para una decodificación posterior por un receptor. El receptor regenera las componentes de alta frecuencia omitidas con niveles espectrales basados en la información adicional y combina la señal de banda base con las componentes de alta frecuencia regeneradas para generar una señal de salida. Una descripción de métodos conocidos para una HFR se puede encontrar en el documento de Makhoul y Berouti, "Regeneración de Alta Frecuencia en Sistemas de Codificación de Voz", *Proc. of the International Conf. on Acoust., Speech and Signal Proc.*, abril de 1979. Una técnica de HFR mejorada, que es adecuada para codificar música de alta calidad, se describe en la Solicitud de Patente de Estados Unidos número de serie 10/113,858, titulada "Desplazamiento de frecuencia de banda ancha para regeneración de alta frecuencia", presentada el 28 de marzo de 2002, a la que se hace referencia a continuación como la aplicación HFR.

Otras técnicas de extensión de ancho de banda son conocidas a partir del documento de DIETZ M et al. Replicación de banda espectral, un enfoque novedoso en la codificación de audio. AES Conv., mayo de 2002, vol. 112, nº 5553, páginas 1-8, y el documento de YASHENG Q et al., Recuperación de voz de banda ancha a partir de voz de banda estrecha mediante el uso de un mapeado de libro de códigos clasificados. Proc. 9th Australian Int. Conf. on Speech Science & Technology, diciembre de 2002, páginas 106-111.

Los requisitos de capacidad de información de la información adicional y la señal de banda base deberían elegirse para optimizar una compensación entre dos necesidades competitivas. Si el requisito de capacidad de información, para la información adicional, se establece demasiado alto, la señal codificada será forzada a transmitir las componentes espectrales en la señal de banda base con un nivel bajo de precisión. Los niveles más bajos de precisión en las componentes espectrales de la señal de banda base pueden provocar niveles audibles de ruido de codificación o ruido de cuantificación para ser introducidos en la señal de banda base y otras señales que se sintetizan a partir de ella. Por el contrario, si el requisito de capacidad de información de la señal de banda base se establece demasiado alto, la información adicional se verá forzada a transmitir las envolventes espectrales con un nivel bajo de detalle espectral. Los niveles de detalle más bajos, en las envolventes espectrales, pueden causar diferencias audibles en el nivel espectral y la forma de cada señal sintetizada.

En general, se puede lograr una buena compensación si la información adicional transmite los niveles espectrales de sub-bandas de frecuencia que tienen anchos de banda proporcionales a las bandas críticas del sistema auditivo humano.

Al igual que para la técnica de acoplamiento anteriormente descrita, la información adicional que se genera mediante las técnicas tradicionales de HFR ha sido típicamente una medida de la amplitud espectral. Como resultado, el decodificador, en sistemas típicos, calcula factores de escala sobre la base de medidas de energía que se derivan de amplitudes espectrales. Estos cálculos generalmente requieren calcular la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de valores obtenidos a partir de la información adicional, que requiere recursos sustanciales de cálculo.

Los sistemas tradicionales han utilizado técnicas de acoplamiento o técnicas de HFR, pero no ambas. En numerosas aplicaciones, las técnicas de acoplamiento pueden causar menos degradación de señal que las técnicas de HFR, pero las técnicas de HFR pueden lograr mayores reducciones en los requisitos de capacidad de información. Las técnicas de HFR se pueden utilizar ventajosamente en aplicaciones multicanal y de un solo canal; sin embargo, las técnicas de acoplamiento no ofrecen ninguna ventaja en aplicaciones de un solo canal.

SUMARIO DE LA INVENCION

Un objetivo conseguido mediante la presente invención, según se define en las reivindicaciones, es proporcionar mejoras en técnicas de procesamiento de señal similares a las que ponen en práctica un acoplamiento y regeneración HFR en sistemas de codificación de audio.

5 De conformidad con un aspecto de la presente invención, un método para la codificación de las una o más señales de audio de entrada incluye las etapas que se definen en la reivindicación 1.

10 De conformidad con otro aspecto de la presente invención, un método para la decodificación de una señal codificada que representa las una o más señales de audio de entrada, incluye las etapas que se definen en la reivindicación 18.

Formas de realización preferidas de la invención son el objeto contenido de las reivindicaciones subordinadas.

15 Otros aspectos de la presente invención incluyen un codificador según la reivindicación 32 y un decodificador según la reivindicación 33, y un medio para la transmisión de programas de instrucciones ejecutables por un dispositivo que hacen que el dispositivo ponga en práctica varios métodos de codificación y decodificación.

20 Las diversas características de la presente invención y sus formas de realización preferidas, se entenderán mejor con referencia a la descripción siguiente y los dibujos adjuntos de la siguiente descripción, en donde números de referencia similares se refieren a elementos similares en las diversas figuras. Los contenidos de la descripción siguiente y de los dibujos se presentan solamente a modo de ejemplo y no deben entenderse como representando limitaciones del alcance de la presente invención.

25 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La Figura 1 es un diagrama de bloques esquemático de un dispositivo que codifica una señal de audio para una posterior decodificación por un dispositivo utilizando una regeneración de alta frecuencia.

30 La Figura 2 es un diagrama de bloques esquemático de un dispositivo que decodifica una señal de audio codificada utilizando una regeneración de alta frecuencia.

35 La Figura 3 es un diagrama de bloques esquemático de un dispositivo que divide una señal de audio en señales de sub-banda de frecuencia que tienen extensiones que se adaptan en respuesta a una o más características de la señal de audio.

La Figura 4 es un diagrama de bloques esquemático de un dispositivo que sintetiza una señal de audio procedente de señales de sub-banda de frecuencia que tienen extensiones que están adaptadas.

40 Las Figuras 5 y 6 son diagramas de bloque esquemáticos de dispositivos que codifican una señal de audio, mediante el uso de acoplamiento para una decodificación posterior, por un dispositivo, utilizando un desacoplamiento y regeneración de alta frecuencia.

45 La Figura 7 es un diagrama de bloques esquemático de un dispositivo que decodifica una señal de audio codificada utilizando un desacoplamiento y regeneración de alta frecuencia.

La Figura 8 es un diagrama de bloques esquemático de un dispositivo para la codificación de una señal de audio que utiliza un segundo banco de filtros con el fin de proporcionar componentes espectrales adicionales para cálculos de energía.

50 La Figura 9 es un diagrama de bloques esquemático de un aparato que puede poner en práctica varios aspectos de la presente invención.

MODOS PARA PONER EN PRÁCTICA LA INVENCION

55 A. Descripción general

60 La presente invención se refiere a sistemas de codificación de audio y métodos que reducen requisitos de capacidad de información de una señal codificada mediante el rechazo de una parte "residual" de una señal de audio de entrada original y la codificación de solamente una parte de banda base de la señal de audio de entrada original, y una posterior decodificación de la señal codificada generando una señal sintetizada para sustituir la parte residual faltante. La señal codificada incluye información de escala que se utiliza por el proceso de decodificación para sintetizar la señal de control, de modo que la señal sintetizada preserve algún grado de los niveles espectrales de la parte residual de la señal de audio de entrada original.

65 Esta técnica de codificación se refiere en este documento como Regeneración de Alta Frecuencia (HFR) puesto que se prevé que, en numerosas puestas en práctica, la señal residual contendrá componentes espectrales de alta

frecuencia. En principio, sin embargo, esta técnica no está restringida a la síntesis de solamente componentes espectrales de alta frecuencia. La señal de banda base podría incluir algunos o la totalidad de las componentes espectrales de alta frecuencia, o podría incluir componentes espectrales en sub-bandas de frecuencia dispersas a través de la totalidad del ancho de banda de una señal de entrada.

5

1. Codificador

La Figura 1 ilustra un codificador de audio que recibe una señal de audio de entrada y genera una señal codificada que representa la señal de audio de entrada. El banco de filtros de análisis 10 recibe la señal de audio de entrada desde la ruta 9 y, en respuesta, proporciona información de sub-banda de frecuencia que representa componentes espectrales de la señal de audio. La información que representa componentes espectrales de una señal de banda base se genera a lo largo de la ruta 12 y la información que representa componentes espectrales de una señal residual se genera a lo largo de la ruta 11. Las componentes espectrales de la señal de banda base representa el contenido espectral de la señal de audio de entrada en una o más sub-bandas, en un primer conjunto de sub-bandas espectrales, con se representan mediante información de señal transmitida en la señal codificada. En una forma de realización preferida, el primer conjunto de sub-bandas de frecuencia son las sub-bandas de baja frecuencia. Las componentes espectrales de la señal residual representan el contenido espectral de la señal de audio de entrada en una o más sub-bandas en un segundo conjunto de sub-bandas de frecuencia, que no se representan en la señal de banda base y no se transmiten por la señal codificada. En una manera de puesta en práctica, el ensamblado del primero y del segundo conjuntos de sub-bandas de frecuencia constituye el ancho de banda completo de la señal de audio de entrada.

El calculador de energía 31 calcula una o más medidas de la energía espectral en una o más sub-bandas de frecuencia de la señal residual. En una forma de realización preferida, las componentes espectrales que se reciben desde la ruta 11 están dispuestos en sub-bandas de frecuencia que tienen anchos de banda proporcionales a las bandas crítica del sistema auditivo humano, y el calculador de energía 31 da a conocer una medida de energía para cada una de estas sub-bandas de frecuencia.

El modelo de síntesis 21 representa un proceso de síntesis de señal que se realizará en un proceso de decodificación, que se utilizará para decodificar la señal codificada generada a lo largo de la ruta 51. El modelo de síntesis 21 puede procesar, el propio proceso de síntesis o puede realizar algún otro proceso que pueda estimar la energía espectral de la señal sintetizada sin realizar realmente el proceso de síntesis. El calculador de energía 32 recibe la salida del modelo de síntesis 21 y calcula una o más medidas de energía espectral en la señal que ha de sintetizarse. En una forma de realización preferida, componentes espectrales de la señal sintetizada están dispuestos en sub-bandas de frecuencia que tienen anchos de banda proporcionales a las bandas crítica del sistema auditivo humano y el calculador de energía 32 proporciona una medida de energía para cada una de estas sub-bandas de frecuencia.

La ilustración de la Figura 1, así como las ilustraciones en las Figuras 5, 6 y 8, muestran relaciones entre el banco de filtros de energía y el modelo de síntesis que sugiere que el modelo de síntesis responde, al menos en parte, a la señal de banda base; sin embargo, esta relación es opcional. Algunas formas de realización del modelo de síntesis se analizan a continuación. Algunas de estas formas de realización funcionan, de forma independiente, de la señal de banda base.

El calculador del factor de escala 40 recibe una o más medidas de energía desde cada uno de los dos calculadores de energía y calcula factores de escala, según se explica con más detalle a continuación. La información de escala que representa factores de escala calculados, se transmite a lo largo de la ruta 41.

El formateador 50 recibe la información de escala procedente de la ruta 41 y recibe, desde la ruta 12, información que representa las componentes espectrales de la señal de banda base. Esta información se ensambla en una señal codificada, que se transmite a lo largo de la ruta 51 para transmisión o grabación. La señal codificada puede transmitirse por rutas de comunicación moduladas o de banda base a través de todo el espectro, incluyendo desde frecuencias ultravioletas o supersónicas, o se puede grabar en un soporte utilizando, de forma esencial, cualquier tecnología de grabación incluyendo cinta magnética, tarjetas o discos, tarjetas o discos ópticos, y marcas detectables en soportes tales como papel.

En las formas de realización preferidas, las componentes espectrales de la señal de banda base se codifican usando procesos de codificación perceptuales que reducen los requisitos de capacidad de información descartando partes que son redundantes o irrelevantes. Estos procesos de codificación no son esenciales para la presente invención.

60

2. Decodificador

La Figura 2 ilustra un decodificador de audio que recibe una señal codificada que representa una señal de audio y genera una representación decodificada de la señal de audio. El deformateador 60 recibe la señal codificada procedente de la ruta 59 y obtiene información de escala e información de señal de la señal codificada. La información de escala representa factores de escala y la información de señal representa componentes espectrales

65

de una señal de banda base que tiene componentes espectrales en una o más sub-bandas en un primer conjunto de sub-bandas de frecuencia. El componente de síntesis de señal 23 realiza un proceso de síntesis para generar una señal que tiene componentes espectrales en una o más sub-bandas, en un segundo conjunto de sub-bandas de frecuencia, que representan componentes espectrales de una señal residual que no fue transmitida por la señal codificada.

La ilustración en las Figuras 2 y 7 muestra una conexión entre el deformateador y el componente de síntesis de señal 23, que sugiere que la síntesis de señal responde, al menos en parte, a la señal de banda base; sin embargo, esta conexión es opcional. Algunas formas de realización de síntesis de señal se analizan a continuación. Algunas de estas puestas en práctica funcionan, de forma independiente, de la señal de banda base.

El componente de escala de señal 70 obtiene factores de escala a partir de la información de escala recibida desde la ruta 61. Los factores de escala se utilizan para poner a escala las componentes espectrales de la señal sintetizada, que se genera por el componente de síntesis de señal 23. El banco de filtros de síntesis 80 recibe la señal sintetizada puesta a escala desde la ruta 71, recibe las componentes espectrales de la señal de banda base desde la ruta 62, y genera, en respuesta a lo largo de la ruta 89, una señal de audio de salida que es una representación decodificada de la señal de audio de entrada original. Aunque la señal de salida no es idéntica a la señal de audio de entrada original, se prevé que la señal de salida sea perceptualmente indistinguible de la señal de audio de entrada o sea, al menos, distinguible de una manera que sea perceptualmente agradable y aceptable para una aplicación dada.

En formas de realización preferidas, la información de señal representa las componentes espectrales de la señal de banda base en una forma codificada que ha de decodificarse utilizando un proceso de decodificación que es inverso al proceso de codificación utilizado en el codificador. Tal como se mencionó con anterioridad, estos procesos no son esenciales para la presente invención.

3. Bancos de filtros

Los bancos de filtros de análisis y síntesis se pueden poner en práctica, esencialmente de cualquier manera que se desee, incluyendo una amplia gama de tecnologías de filtros digitales, transformadas de bloque y transformadas de ondículas. En un sistema de codificación de audio que tiene un codificador y un decodificador, similares a los ilustrados en las Figuras 1 y 2, respectivamente, el banco de filtros de análisis 10 se pone en práctica mediante una Transformada de Coseno Discreta Modificada (MDCT) y el banco de filtros de síntesis 80 se pone en realiza mediante una Transformada de Coseno Discreta Inversa modificada, que se describe en el documento de Princen et al., "Codificación de Sub-banda/Transformación utilizando Diseños de Bancos de Filtros basados en la Cancelación de Solapamiento de Dominio de Tiempo", Proc. of the International Conf. on Acoust., Speech and Signal Proc., mayo de 1987, páginas 2161-64. Ninguna forma de realización de banco de filtros particular es importante, en principio.

Los bancos de filtros de análisis que se ponen en práctica mediante transformadas de bloque dividen un bloque o intervalo de una señal de entrada en un conjunto de coeficientes de transformación que representan el contenido espectral de ese intervalo de señal. Un grupo de uno o más coeficientes de transformación adyacentes representa el contenido espectral dentro de una sub-banda de frecuencia particular que tiene un ancho de banda proporcional con el número de coeficientes en el grupo.

Los bancos de filtros de análisis que se ponen en práctica por algún tipo de filtro digital, tal como un filtro polifásico, en lugar de una transformación de bloque, dividen una señal de entrada en un conjunto de señales de sub-banda. Cada señal de sub-banda es una representación basada en el tiempo del contenido espectral de la señal de entrada dentro de una sub-banda de frecuencia particular. Preferentemente, la señal de sub-banda es objeto de decimación de modo que cada señal de sub-banda tenga un ancho de banda que es proporcional al número de muestras en la señal de sub-banda durante un intervalo de tiempo unitario.

La siguiente discusión se refiere, más particularmente, a puestas en práctica que utilizan transformadas de bloque similares a la Transformación de Cancelación de Solapamiento de Dominio de Tiempo (TDAC) mencionada anteriormente. En esta discusión, el término "componentes espectrales" se refiere a los coeficientes de transformación y los términos "sub-banda de frecuencia" y "señal de sub-banda" se refieren a grupos de uno o más coeficientes de transformación adyacentes. Sin embargo, los principios de la presente invención se pueden aplicar a otros tipos de realizaciones, de modo que los términos "sub-banda de frecuencia" y "señal de sub-banda" se refieran también a una señal que representa el contenido espectral de una parte del ancho de banda completo de una señal, y el término "componentes espectrales" generalmente se puede entender como que se refiere a muestras o elementos de la señal de sub-banda.

B. Factores de escala

En sistemas de codificación que utilizan una transformada similar a la transformada TDAC, a modo de ejemplo, los coeficientes de transformación $X(k)$ representan componentes espectrales de una señal de audio de entrada original $x(t)$. Los coeficientes de transformación se dividen en diferentes conjuntos que representan una señal de banda base

y una señal residual. Los coeficientes de transformación $Y(k)$ de una señal sintetizada se generan durante el proceso de decodificación mediante el uso de un proceso de síntesis tal como uno de los descritos a continuación.

1. Cálculo

En una forma de realización preferida, el proceso de codificación da a conocer información de escala que transmite factores de escala calculados a partir de la raíz cuadrada de una relación de una medida de energía espectral de la señal residual a una medida de energía espectral de la señal sintetizada. Las medidas de energía espectral para la señal residual y la señal sintetizada se pueden calcular a partir de las expresiones

$$E(k) = X^2(k) \tag{1a}$$

$$ES(k) = Y^2(k) \tag{1b}$$

en donde

$X(k)$ = coeficiente de transformación k en la señal residual;

$E(k)$ = medida de energía del componente espectral $X(k)$;

$Y(k)$ = coeficiente de transformación k en la señal sintetizada; y

$ES(k)$ = medida de energía del componente espectral $Y(k)$.

Los requisitos de capacidad de información, para información adicional, que se basa en medidas de energía para cada componente espectral son demasiado altos para la mayoría de las aplicaciones; por lo tanto, los factores de escala se calculan a partir de medidas de energía de grupos o sub-bandas de frecuencia de componentes espectrales de conformidad con las expresiones

$$E(m) = \sum_{k=m1}^{m2} X^2(k) \tag{2a}$$

$$ES(m) = \sum_{k=m1}^{m2} Y^2(k) \tag{2b}$$

en donde

$E(m)$ = medida de energía para sub-banda de frecuencia m de la señal residual; y

$ES(m)$ = medida de energía para sub-banda de frecuencia m de la señal sintetizada. Los límites de la suma $m1$ y $m2$ especifican las componentes espectrales de frecuencia más baja y más alta en la sub-banda m . En formas de realización preferidas, las sub-bandas de frecuencia tienen anchos de banda proporcionales a las bandas críticas del sistema auditivo humano.

Los límites de suma también pueden representarse utilizando una notación establecida tal como $k \in \{M\}$, en donde $\{M\}$ representa el conjunto de todos las componentes espectrales que se incluyen en el cálculo de energía. Esta notación se utiliza durante el resto de esta descripción por las razones que se explican a continuación. Mediante el uso de esta notación, las expresiones 2a y 2b se pueden escribir tal como se ilustra en las expresiones 2c y 2d, respectivamente,

$$E(m) = \sum_{k \in \{M\}} X^2(k) \tag{2c}$$

$$ES(m) = \sum_{k \in \{M\}} Y^2(k) \tag{2d}$$

en donde $\{M\}$ = conjunto de todos las componentes espectrales en la sub-banda m .

El factor de escala $SF(m)$, para la sub-banda m , se puede calcular a partir de cualquiera de las siguientes expresiones

$$SF(m) = \sqrt{\frac{E(m)}{ES(m)}} \quad (3a)$$

$$SF(m) = \frac{\sqrt{E(m)}}{\sqrt{ES(m)}} \quad (3b)$$

5 pero un cálculo basado en la primera expresión suele ser más eficiente.

2. Representación de los factores de escala

10 Preferentemente, el proceso de codificación proporciona información de escala en la señal codificada que transmite los factores de escala calculados en una forma que requiere una capacidad de información menor que estos propios factores de escala. Se puede utilizar una diversidad de métodos para reducir los requisitos de capacidad de información de la información de escala.

15 Un método representa cada factor de escala, en sí mismo, como un número puesto a escala con un valor de escala asociado. Una forma en que se puede realizar lo anterior es representar cada factor de escala como un número de punto flotante en el que una mantisa es el número puesto a escala y un exponente asociado representa el valor de escala. La precisión de las mantisas o números puestos a escala se puede elegir para transmitir los factores de escala con suficiente precisión. El margen permitido de los exponentes o valores de escala se puede elegir para proporcionar un margen dinámico suficiente para los factores de escala. El proceso que genera la información de escala también puede permitir que dos o más mantisas de punto flotante o números escalados compartan un exponente común o un valor de escala.

20 Otro método reduce los requisitos de capacidad de información mediante la normalización de los factores de escala con respecto a algún valor de base o valor de normalización. El valor de base se puede especificar por anticipado para los procesos de codificación y decodificación de la información de escala, o se puede determinar de forma adaptativa. A modo de ejemplo, los factores de escala para todas las sub-bandas de frecuencia de una señal de audio se pueden normalizar con respecto al mayor de los factores de escala para un intervalo de la señal de audio, o se pueden normalizar con respecto a un valor que se selecciona a partir de un conjunto de valores. Se incluye alguna indicación del valor base con la información de escala de modo que el proceso de decodificación pueda revertir los efectos de la normalización.

25 El procesamiento necesario para codificar y decodificar la información de escala se puede facilitar en numerosas formas de realización si los factores de escala se pueden representar mediante valores que están dentro de un margen de cero a uno. Este margen se puede asegurar si los factores de escala están normalizados con respecto a algún valor base, que sea igual o mayor, que todos los factores de escala posibles. De forma alternativa, los factores de escala se pueden normalizar con respecto a algún valor base mayor que cualquier factor de escala que pueda razonablemente esperarse, y establecerse igual a uno si algún evento no previsto o raro causa que un factor de escala supere este valor. Si se restringe el valor base para que sea una potencia de dos, los procesos que normalizan los factores de escala e invierten la normalización se pueden poner en práctica, de manera eficiente, mediante funciones aritméticas de enteros binarios u operaciones de desplazamiento binario.

30 Se pueden usar más de uno de estos métodos juntos. A modo de ejemplo, la información de escala puede incluir representaciones de punto flotante de factores de escala normalizados.

45 C. Síntesis de señal

La señal sintetizada se puede generar de varias formas.

1. Desplazamiento de frecuencia

50 Una técnica genera componentes espectrales $Y(k)$ de la señal sintetizada mediante el desplazamiento lineal de las componentes espectrales $X(k)$ de una señal de banda base. Este desplazamiento puede expresarse como

$$Y(j) = X(k) \quad (4)$$

55 en donde la diferencia $(j-k)$ es la cantidad de desplazamiento de frecuencia para el componente espectral k .

60 Cuando las componentes espectrales, en la sub-banda m , se desplazan en la sub-banda de frecuencia p , el proceso de codificación puede calcular un factor de escala para la sub-banda de frecuencia p a partir de una medida de energía de las componentes espectrales en la sub-banda de frecuencia m , de conformidad con la expresión

$$SF(p) = \sqrt{\frac{E(p)}{ES(p)}} = \sqrt{\frac{\sum_{j \in \{P\}} X^2(j)}{\sum_{j \in \{P\}} Y^2(j)}} = \sqrt{\frac{\sum_{j \in \{P\}} X^2(j)}{\sum_{k \in \{M\}} X^2(k)}} \quad (5)$$

en donde

- 5 $\{P\}$ = conjunto de todos las componentes espectrales en la sub-banda de frecuencia p ; y
- $\{M\}$ = conjunto de componentes espectrales en la sub-banda m de frecuencia que son objeto de desplazamiento.
- 10 No se requiere que el conjunto $\{M\}$ contenga todas las componentes espectrales, en la sub-banda de frecuencia m , y algunas de las componentes espectrales, en la sub-banda de frecuencia m , se pueden representar en el conjunto más de una vez. Lo que antecede se debe a que el proceso de desplazamiento de frecuencia puede no desplazar algunos componentes espectrales en la sub-banda de frecuencia m , y puede desplazar otros componentes espectrales en sub-banda de frecuencia m más de una vez en diferentes cantidades cada vez. Cualquiera, o ambas,
- 15 de estas situaciones operativas, se producirán cuando la sub-banda de frecuencia p no tenga el mismo número de componentes espectrales que la sub-banda de frecuencia m .

El siguiente ejemplo ilustra una situación en la que algunos componentes espectrales, en una sub-banda m , se omiten y otros se representan más de una vez. La extensión de la frecuencia de la sub-banda m es desde 200 Hz a 3.5 kHz y la extensión de la frecuencia de la sub-banda p es desde 10 kHz a 14 kHz. Se sintetiza una señal en la sub-banda de frecuencia p desplazando componentes espectrales desde 500 Hz a 3.5 kHz en el margen de 10 kHz a 13 kHz, en donde la cantidad de desplazamiento, para cada componente espectral, es de 9.5 kHz y desplazando las componentes espectrales desde 500 Hz a 1.5 kHz, en el margen de 13 kHz a 14 kHz, en donde la cantidad de desplazamiento, para cada componente espectral, es 12.5 kHz. El conjunto $\{M\}$, en esta realización a modo de ejemplo, no incluiría ningún componente espectral desde 200 Hz a 500 Hz, pero podría incluir las componentes espectrales desde 1.5 kHz a 3.5 kHz y podría incluir dos presencias de cada componente espectral desde 500 Hz a 1.5 kHz.

La aplicación de HFR mencionada con anterioridad, describe otras consideraciones que pueden incorporarse en un sistema de codificación con el fin de mejorar la calidad percibida de la señal sintetizada. Una consideración es una característica que modifica las componentes espectrales desplazadas, según sea necesario, para garantizar que se mantenga una fase coherente en la señal desplazada. En formas de realización preferidas de la presente invención, la cantidad de desplazamiento de frecuencia está restringida de modo que las componentes desplazadas mantengan una fase coherente sin ninguna modificación adicional. Para puestas en práctica que utilizan la transformación TDAC, a modo de ejemplo, lo anterior se puede conseguir asegurando que la cantidad de desplazamiento sea un número par.

Otra consideración es el carácter similar al ruido, o similar al tono, de una señal de audio. En muchas situaciones, la parte de frecuencia más alta de una señal de audio es más ruidosa que la parte de frecuencia más baja. Si una señal de banda base de baja frecuencia es más similar al tono, y una señal residual de alta frecuencia es más similar al ruido, el desplazamiento de frecuencia generará una señal sintetizada de alta frecuencia que es más parecida al tono que la señal residual original. El cambio en el carácter de la parte de alta frecuencia de la señal puede causar una degradación audible, pero la audibilidad de la degradación se puede reducir o evitar mediante una técnica de síntesis descrita a continuación que utiliza el desplazamiento de frecuencia y la generación de ruido para preservar el carácter similar al ruido de la parte de alta frecuencia.

En otras situaciones operativas en las que las partes de frecuencia más baja y más alta de una señal son semejantes a tonos, el desplazamiento de frecuencia aún puede causar una degradación audible puesto que las componentes espectrales desplazadas no preservan la estructura armónica de la señal residual original. Los efectos audibles de esta degradación se pueden reducir o evitar restringiendo la frecuencia más baja de la señal residual que ha de sintetizarse mediante el desplazamiento de frecuencias. La aplicación de HFR sugiere que la frecuencia más baja para el desplazamiento no debe ser inferior a aproximadamente 5 kHz.

2. Generación de ruido

Una segunda técnica que se puede utilizar para la generación de la señal sintetizada, es sintetizar una señal similar al ruido, tal como generando una secuencia de números pseudo-aleatorios para representar las muestras de una señal en el dominio del tiempo. Esta técnica particular tiene el inconveniente de que se debe utilizar un banco de filtros de análisis para obtener las componentes espectrales de la señal generada para la subsiguiente síntesis de señal. Como alternativa, se puede generar una señal similar al ruido utilizando un generador de números pseudo-aleatorios para generar, de forma directa, las componentes espectrales. Cualquiera de los métodos puede ser representado, esquemáticamente, por la expresión

$$Y(j) = N(j) \tag{6}$$

en donde $N(j)$ = componente espectral j de la señal similar al ruido.

Con cualquiera de los métodos, sin embargo, el proceso de codificación sintetiza la señal similar al ruido. Los recursos de cálculo adicionales necesarios para generar esta señal aumentan la complejidad y los costos de puesta en práctica del proceso de codificación.

3. Desplazamiento y ruido

Una tercera técnica para la síntesis de señal es combinar un desplazamiento de frecuencia de la señal de banda base con las componentes espectrales de una señal sintetizada similar a un ruido. En una forma de realización preferida, las partes relativas de la señal desplazada y la señal similar al ruido, se adaptan tal como se describe en la aplicación de HFR en función de la información de control de mezcla de ruido que se transmite en la señal codificada. Esta técnica se puede expresar como

$$Y(j) = a \cdot X(k) + b \cdot N(j) \tag{7}$$

en donde

a = parámetro de mezcla para el componente espectral desplazado; y

b = parámetro de mezcla para el componente espectral similar al ruido.

En una forma de realización, el parámetro de mezcla b se calcula tomando la raíz cuadrada de una Medida de Planeidad Espectral (SFM), que es igual a un logaritmo de la relación de la media geométrica a la media aritmética de los valores del componente espectral, que es objeto de escala y delimitado para variar dentro de un margen de cero a uno. Para esta puesta en práctica particular, $b=1$ indica una señal similar al ruido. Preferentemente, el parámetro de mezcla a se deriva de b , tal como se muestra en la siguiente expresión

$$a = \sqrt{c - b^2} \tag{8}$$

en donde c es una constante.

En una forma de realización preferida, la constante c , en la expresión 8, es igual a uno y la señal similar al ruido se genera de modo que sus componentes espectrales $N(j)$ tengan un valor medio de cero y medidas de energía que sean estadísticamente equivalentes a las medidas de energía de las componentes espectrales desplazadas con los que se combinan. El proceso de síntesis puede combinar las componentes espectrales de la señal similar al ruido con las componentes espectrales desplazadas, según se ilustra arriba en la expresión 7. La energía de la sub-banda de frecuencia p , en esta señal sintetizada, se puede calcular a partir de la expresión

$$ES(p) = \sum_{j \in \{P\}} Y^2(j) = \sum_{k \in \{M\}, j \in \{P\}} [a \cdot X(k) + b \cdot N(j)]^2 \tag{9}$$

En una forma de realización alternativa, los parámetros de mezcla representan funciones especificadas de frecuencia, o incluyen expresamente funciones de frecuencia $a(j)$ y $b(j)$ que indican cómo el carácter similar al ruido de la señal de audio de entrada original varía con la frecuencia. En otra forma de realización alternativa, se dan a conocer parámetros de mezcla para sub-bandas de frecuencia individuales, que se basan en medidas de ruido que se pueden calcular para cada sub-banda.

El cálculo de las medidas de energía para la señal sintetizada se realiza mediante los procesos de codificación y decodificación. Los cálculos que incluyen componentes espectrales de la señal similar al ruido no son deseables puesto que el proceso de codificación debe utilizar recursos de cálculo adicionales para sintetizar la señal similar al ruido solamente para la finalidad de realizar estos cálculos de energía. La propia señal sintetizada no es necesaria para ninguna otra finalidad por el proceso de codificación.

La forma de realización preferida, descrita con anterioridad, permite que el proceso de codificación obtenga una medida de energía de las componentes espectrales de la señal sintetizada ilustrada en la expresión 7 sin sintetizar la señal similar al ruido puesto que la energía de una sub-banda de frecuencia de las componentes espectrales, en la señal sintetizada, es estadísticamente independiente de la energía espectral de la señal similar al ruido. El proceso de codificación puede calcular una medida de energía sobre la base, solamente, de las componentes espectrales objeto de desplazamiento. Una medida de energía que se calcula de este modo será, en promedio, una

medida precisa de la energía real. En consecuencia, el proceso de codificación puede calcular un factor de escala para la sub-banda de frecuencia p a partir de solamente una medida de energía de la sub-banda de frecuencia m de la señal de banda base de conformidad con la expresión 5.

5 En una puesta en práctica alternativa, las medidas de energía espectral son transmitidas por la señal codificada en lugar de los factores de escala. En esta puesta en práctica alternativa, la señal de tipo ruido se genera de modo que sus componentes espectrales tengan una media igual a cero y una varianza igual a uno, y las componentes espectrales desplazadas son objeto de escala de modo que su varianza sea uno. La energía espectral de la señal sintetizada, que se obtiene combinando componentes, tal como se ilustra en la expresión 7 es, en promedio, igual a la constante c . El proceso de decodificación puede poner a escala esta señal sintetizada para tener las mismas medidas de energía que la señal residual original. Si la constante c no es igual a uno, el proceso de escala también debe tenerse en cuenta para esta constante.

15 D. Acoplamiento

Se pueden conseguir reducciones en los requisitos de información de una señal codificada, para un nivel dado de calidad de señal percibida en la señal decodificada, utilizando un acoplamiento en sistemas de codificación que generan una señal codificada que representa dos o más canales de señales de audio.

20 1. Codificador

Las Figuras 5 y 6 ilustran codificadores de audio que reciben dos canales de señales de audio de entrada desde las rutas 9a y 9b, y generan, a lo largo de la ruta 51, una señal codificada que representa los dos canales de señales de audio de entrada. Los detalles y características de los bancos de filtros de análisis 10a y 10b, los calculadores de energía 31a, 32a, 31b y 32b, los modelos de síntesis 21a y 21b, los calculadores de factor de escala 40a y 40b, y el formateador 50 son esencialmente los mismos que los descritos anteriormente para las componentes del codificador de canal único, que se ilustra en la Figura 1.

30 a) Características comunes

Los codificadores ilustrados en la Figura 5 y 6 son similares. Las características que son comunes a las dos puestas en práctica se describen antes de que se discutan las diferencias.

35 Con referencia a las Figuras 5 y 6, los bancos de filtros de análisis 10a y 10b generan componentes espectrales a lo largo de las rutas 13a y 13b, respectivamente, que representan componentes espectrales de una señal de audio de entrada respectiva, en una o más sub-bandas en un tercer conjunto de sub-bandas de frecuencia. En una forma de realización preferida, el tercer conjunto de sub-bandas de frecuencia son una o más sub-bandas de frecuencia media que están por encima de sub-bandas de baja frecuencia en el primer conjunto de sub-bandas de frecuencia, y están por debajo de sub-bandas de alta frecuencia en el segundo conjunto de sub-bandas de frecuencia. Los calculadores de energía 35a y 35b realizan el cálculo para cada una o más medidas de energía espectral en una o más sub-bandas de frecuencia. Preferentemente, estas sub-bandas de frecuencia tienen anchos de banda que son proporcionales a las bandas críticas del sistema auditivo humano y los calculadores de energía 35a y 35b proporcionan una medida de energía para cada una de estas sub-bandas de frecuencia.

45 El acoplador 26 genera, a lo largo de la ruta 27, una señal de canal acoplado que tiene componentes espectrales que representan una mezcla de las componentes espectrales recibidas desde las rutas 13a y 13b. Esta representación compuesta se puede formar en una diversidad de formas. A modo de ejemplo, cada componente espectral, en la representación compuesta, se puede calcular a partir de la suma o el promedio de los valores del componente espectral correspondiente recibidos de las rutas 13a y 13b. El calculador de energía 37 calcula una o más medidas de energía espectral, en una o más sub-bandas de frecuencia, de la señal de canal acoplado. En una forma de realización preferida, estas sub-bandas de frecuencia tienen anchos de banda que son proporcionales a las bandas críticas del sistema auditivo humano y el calculador de energía 37 proporciona una medida de energía para cada una de estas sub-bandas de frecuencia.

55 El calculador de factor de escala 44 recibe una o más medidas de energía de cada uno de los calculadores de energía 35a, 35b y 37, y calcula los factores de escala según se explicó con anterioridad. La información de escala, que representa los factores de escala para cada señal de audio de entrada que se representa en la señal de canal acoplado, se transmite a lo largo de las rutas 45a y 45b, respectivamente. Esta información de escala se puede codificar tal como se explicó anteriormente. En una forma de realización preferida, se calcula un factor de escala para cada señal de canal de entrada, en cada sub-banda de frecuencia, según se representa por cualquiera de las siguientes expresiones

$$SF_i(m) = \sqrt{\frac{E_i(m)}{EC(m)}} \quad (10a)$$

$$SF_i(m) = \frac{\sqrt{E_i(m)}}{\sqrt{EC(m)}} \quad (10b)$$

en donde

5 $SF_i(m)$ = factor de escala para la sub-banda de frecuencia m del canal de señal i ;

$E_i(m)$ = medida de energía para la sub-banda de frecuencia m del canal de señal de entrada i ; y

10 $EC(m)$ = medida de energía para sub-banda de frecuencia m del canal acoplado.

El formateador 50 recibe información de escala de las rutas 41a, 41b, 45a y 45b, recibe información que representa componentes espectrales de señales de banda base de las rutas 12a y 12b, y recibe información que representa componentes espectrales de la señal de canal acoplado de la ruta 27. Esta información se une en una señal codificada, según se explicó con anterioridad, para transmisión o grabación.

15 Los codificadores ilustrados en las Figuras 5 y 6, así como el decodificador ilustrado en la Figura 7, son dispositivos de dos canales; sin embargo, varios aspectos de la presente invención se pueden aplicar en sistemas de codificación para un mayor número de canales. Las descripciones y los dibujos se refieren a puestas en práctica de dos canales simplemente por conveniencia de explicación e ilustración.

20 b) Características diferentes

Las componentes espectrales, en la señal de canal acoplado, se pueden utilizar en el proceso de decodificación para la regeneración HFR. En tales formas de realización, el codificador debería proporcionar información de control en la señal codificada para que el proceso de decodificación se utilice en la generación de señales sintetizadas a partir de la señal de canal acoplado. Esta información de control se puede generar de varias maneras.

25 Una forma es según se ilustra en la Figura 5. De conformidad con esta forma de realización, el modelo de síntesis 21a es operativamente sensible a componentes espectrales de banda base, que se reciben desde la ruta 12a y también lo es para las componentes espectrales recibido desde la ruta 13a que han de acoplarse por el acoplador 26. El modelo de síntesis 21a, los calculadores de energía asociados 31a y 32a, y el calculador de factor de escala 40a realizan cálculos de una manera análoga a los cálculos indicados con anterioridad. La información de escala que representa estos factores de escala se transmite a lo largo de la ruta 41a al formateador 50. El formateador recibe, además, información de escala procedente de la ruta 41b, que representa los factores de escala calculados en un modo similar para las componentes espectrales procedentes de las rutas 12b y 13b.

30 En una forma de realización alternativa del codificador ilustrado en la Figura 5, el modelo de síntesis 21a funciona con independencia de las componentes espectrales procedentes de una o ambas de las rutas 12a y 13a, y el modelo de síntesis 21b funciona, independientemente, de las componentes espectrales desde, bien sea, una o ambas de las rutas 12b y 13b, tal como se describió con anterioridad.

35 En otra forma de realización, los factores de escala para la regeneración HFR no se calculan para la señal de canal acoplado y/o las señales de banda base. En cambio, se transmite una representación de las medidas de energía espectral al formateador 50 y se incluye en la señal codificada en lugar de una representación de los factores de escala correspondientes. Esta forma de realización aumenta la complejidad del cálculo del proceso de decodificación puesto que el proceso de decodificación debe calcular al menos alguno de los factores de escala; sin embargo, reduce la complejidad de cálculo del proceso de codificación.

40 Otra forma de generar la información de control se ilustra en la Figura 6. De conformidad con esta forma de realización, las componentes de escala 91a y 91b reciben la señal de canal acoplado procedente de la ruta 27, y los factores de escala del calculador de factor de escala 44, y realizan un procesamiento equivalente al puesto en práctica en el proceso de decodificación, examinado a continuación, para generar señales desacopladas de la señal de canal acoplado. Las señales desacopladas se transmiten a los modelos de síntesis 21a y 21b, y se calculan los factores de escala de una manera análoga a la examinada anteriormente en relación con la Figura 5.

45 En una forma de realización alternativa del codificador ilustrado en la Figura 6, los modelos de síntesis 21a y 21b pueden funcionar, de forma independiente, de las componentes espectrales para las señales de banda base y/o la señal de canal acoplado, si estos componentes espectrales no se requieren para el cálculo de las medidas de energía espectral y factores de escala. Además, los modelos de síntesis pueden funcionar, de modo independiente, de la señal de canal acoplado, si las componentes espectrales, en la señal de canal acoplado, no se utilizan para la regeneración HFR.

50 2. Decodificador

La Figura 7 ilustra un decodificador de audio que recibe una señal codificada que representa dos canales de señales de audio de entrada desde la ruta 59, y genera a lo largo de las rutas 89a y 89b, representantes decodificadas de las señales. Los detalles y características del deformateador 60, las componentes de síntesis de señal 23a y 23b, las componentes de escala de señal 70a y 70b, y los bancos de filtros de síntesis 80a y 80b, son esencialmente los mismos que los descritos anteriormente para las componentes del decodificador de canal único ilustrado en Figura 2.

El deformateador 60 obtiene, a partir de la señal codificada, una señal de canal acoplado y un conjunto de factores de escala de acoplamiento. La señal de canal acoplado, que tiene componentes espectrales que representan una mezcla de componentes espectrales en las dos señales de audio de entrada, se transmite a lo largo de la ruta 64. Los factores de escala de acoplamiento, para cada una de las dos señales de audio de entrada, se pasan a lo largo de las rutas 63a y 63b, respectivamente.

El componente de escalamiento de señal 92a genera, a lo largo de la ruta 93a, las componentes espectrales de una señal desacoplada que se aproxima a los niveles de energía espectral de los correspondientes componentes espectrales en una de las señales de audio de entrada originales. Estas componentes espectrales desacopladas se pueden generar multiplicando cada componente espectral, en la señal de canal acoplado, por un factor de escala de acoplamiento apropiado. En formas de realización que disponen componentes espectrales de la señal de canal acoplado en sub-bandas de frecuencia y proporcionan un factor de escala para cada sub-banda, las componentes espectrales de una señal desacoplada se pueden generar de conformidad con la expresión

$$XD_i(k) = SF_i(m) \cdot XC(k) \quad (11)$$

en donde

$XC(k)$ = componente espectral k en sub-banda m de la señal de canal acoplado;

$SF_i(m)$ = factor de escala para la sub-banda de frecuencia m del canal de señal i ; y

$XD_i(k)$ = componente espectral desacoplado k para el canal de señal i .

Cada señal desacoplada se transmite a un banco de filtros de síntesis respectivo. En la forma de realización preferida descrita con anterioridad, las componentes espectrales de cada señal desacoplada están en una o más sub-bandas en un tercer conjunto de sub-bandas de frecuencia, que son intermedias a las sub-bandas de frecuencia del primer y segundo conjuntos de sub-bandas de frecuencia.

Las componentes espectrales desacopladas también se transmiten a un componente de síntesis de señal respectivo 23a o 23b si se necesitan para la síntesis de señal.

E. Unión adaptativa

Los sistemas de codificación que colocan componentes espectrales en dos o tres conjuntos de sub-bandas de frecuencia, tal como se examinó anteriormente, pueden adaptar las gamas de frecuencias o extensiones de las sub-bandas que se incluyen en cada conjunto. Puede ser ventajoso, a modo de ejemplo, disminuir el extremo inferior de la gama de frecuencias, del segundo conjunto de sub-bandas de frecuencia, para la señal residual durante los intervalos de una señal de audio de entrada que tiene componentes espectrales de alta frecuencia que se consideran similares al ruido. Las extensiones de frecuencia se pueden adaptar, además, para eliminar todas las sub-bandas, en un conjunto de sub-bandas de frecuencia. A modo de ejemplo, el proceso de HFR puede inhibirse para las señales de audio de entrada que tienen grandes cambios bruscos en la amplitud eliminando todas las sub-bandas procedentes del segundo conjunto de sub-bandas de frecuencia.

Las Figuras 3 y 4 ilustran una forma en la que las extensiones de frecuencia de la banda base, las señales de canal residual y/o acoplado pueden adaptarse por cualquier motivo, incluyendo una respuesta a una o más características de una señal de audio de entrada. Para la puesta en práctica de esta característica, cada uno de los bancos de filtros de análisis que se ilustran en las Figuras 1, 5, 6 y 8, se pueden sustituir por el dispositivo ilustrado en la Figura 3 y cada uno de los bancos de filtros de síntesis ilustrados en las Figuras 2 y 7 se pueden sustituir por el dispositivo ilustrado en la Figura 4. Estas Figuras muestran cómo se pueden adaptar sub-bandas de frecuencia para tres conjuntos de sub-bandas de frecuencia; sin embargo, los mismos principios de puesta en práctica se pueden utilizar para adaptar un número diferente de conjuntos de sub-bandas.

Haciendo referencia a la Figura 3, el banco de filtros de análisis 14 recibe una señal de audio de entrada desde la ruta 9, y genera en respuesta, un conjunto de señales de sub-banda de frecuencia que se transmite al componente de unión adaptativa 15. El componente de análisis de señal 17 analiza la información que se deriva directamente de la señal de audio de entrada y/o derivada de las señales de sub-banda, y genera información de control de banda en

respuesta a este análisis. La información de control de banda se transmite al componente de unión adaptativa 15, y transmite la información de control de banda a lo largo de la ruta 18 hacia el formateador 50. El formateador 50 incluye una representación de esta información de control de banda en la señal codificada.

5 El componente de unión adaptativa 15 responde a la información de control de banda asignando las componentes espectrales de la señal de sub-banda a conjuntos de sub-bandas de frecuencia. Las componentes espectrales asignadas al primer conjunto de sub-bandas se transmiten a lo largo de la ruta 12. Las componentes espectrales asignadas al segundo conjunto de sub-bandas se transmiten a lo largo de la ruta 11. Las componentes espectrales asignadas al tercer conjunto de sub-bandas se transmiten a lo largo de la ruta 13. Si existe una gama de frecuencias o espacio, que no está incluido en ninguno de los conjuntos, esto se puede conseguir al no asignar componentes espectrales en esta gama o espacio para ninguno de los conjuntos.

15 El componente de análisis de señal 17 puede generar, además, información de control de banda para adaptar las extensiones de frecuencia en respuesta a condiciones no relacionadas con la señal de audio de entrada. A modo de ejemplo, las extensiones se pueden adaptar en respuesta a una señal que representa un nivel deseado de calidad de señal o la capacidad disponible para transmitir o grabar la señal codificada.

20 La información de control de banda se puede generar de muchas formas. En una forma de realización, la información de control de banda especifica la frecuencia más baja y/o más alta para cada conjunto en el que se deben asignar componentes espectrales. En otra forma de realización, la información de control de banda especifica una de entre una pluralidad de disposiciones predefinidas de extensiones de frecuencia.

25 Con referencia a la Figura 4, la componente de unión adaptativa 81 recibe conjuntos de componentes espectrales a partir de las rutas 71, 93 y 62, y recibe información de control de banda de la ruta 68. La información de control de banda se obtiene de la señal codificada por el deformateador 60. La componente de unión adaptativa 81 responde a la información de control de banda distribuyendo las componentes espectrales en los conjuntos recibidos de componentes espectrales en un conjunto de señales de sub-banda de frecuencia, que se transmiten al banco de filtros de síntesis 82. El banco de filtros de síntesis 82 genera, a lo largo la ruta 89, una señal de audio de salida en respuesta a las señales de sub-banda de frecuencia.

30 F. Segundo banco de filtros de análisis

35 Las medidas de energía espectral que se calculan a partir de la expresión 1a, en codificadores de audio que ponen en práctica el banco de filtros de análisis 10, con una transformación tal como la transformada de TDAC mencionada con anterioridad, a modo de ejemplo, tienden a ser menores que la energía espectral verdadera de la señal de audio de entrada puesto que el bando de filtros de análisis proporciona solamente coeficientes de transformación de valor real. Las formas de realización que utilizan transformadas como la Transformada de Fourier Discreta (DFT) son capaces de proporcionar cálculos de energía más precisos puesto que cada coeficiente de transformación está representado por un valor complejo que transmite, con mayor precisión, la verdadera magnitud de cada componente espectral.

45 La imprecisión inherente de los cálculos de energía basados en coeficientes de transformación, con solamente valores reales de transformación, tales como la transformada de TDAC, puede superarse utilizando un segundo banco de filtros de análisis con funciones de base que son ortogonales a las funciones de base del banco de filtros de análisis 10. La Figura 8 ilustra un codificador de audio que es similar al codificador ilustrado en la Figura 1, pero incluye un segundo banco de filtros de análisis 19. Si el codificador utiliza la TCMD de la transformada de TDAC para poner en práctica el banco de filtros de análisis 10, se puede utilizar una Transformada Sinusoidal Discreta Modificada (MDST) correspondiente para poner en práctica el segundo banco de filtros de análisis 19.

50 El calculador de energía 39 calcula medidas más precisas de la energía espectral $E'(k)$ a partir de la expresión

$$E'(k) = X_1^2(k) + X_2^2(k) \quad (12)$$

en donde

55 $X_1(k)$ = transformación del coeficiente k del primer banco de filtros de análisis; y

$X_2(k)$ = transformación del coeficiente k del segundo banco de filtros de análisis.

60 En formas de realización que calculan medidas de energía para sub-bandas de frecuencia, el calculador de energía 39 realiza el cálculo de las medidas para una sub-banda de frecuencia m a partir de la expresión

$$E'(m) = \sum_{k \in \{M\}} X_1^2(k) + X_2^2(k) \quad (13)$$

El calculador de factor de escala 49 calcula factores de escala $SF'(m)$ a partir de estas medidas más precisas de energía de una manera que es análoga a las expresiones 3a o 3b. Un cálculo análogo a la expresión 3a se ilustra en la expresión 14.

$$SF'(m) = \sqrt{\frac{E'(m)}{ES(m)}} = \sqrt{\frac{\sum_{k \in \{M\}} X_1^2(k) + X_2^2(k)}{\sum_{k \in \{M\}} Y^2(k)}} \quad (14)$$

Se debe tener algún cuidado cuando se utilizan los factores de escala $SF'(m)$, que se calculan a partir de estas medidas de energía más precisas. Las componentes espectrales de la señal sintetizada que son objeto de escala de conformidad con los factores de escala más precisos $SF'(m)$ casi, con toda seguridad, distorsionarán la escala espectral relativo de la parte de banda base de una señal y la parte sintetizada regenerada puesto que las medidas de energía más precisas siempre serán mayores que, o iguales, a las medidas de energía calculadas solamente a partir de los coeficientes de transformación de valor real. Una forma en la que se puede compensar esta diferencia es la reducción de la mitad la medición de energía más precisa porque, en promedio, la medida más precisa será el doble de la medida menos precisa. Esta reducción proporcionará un nivel estadísticamente constante de energía en la banda base y partes sintetizadas de una señal mientras se retiene el beneficio de una medida más precisa de la energía espectral.

Puede ser útil señalar que el denominador de la relación en la expresión 14 se debe calcular solamente a partir de los coeficientes de transformación de valor real procedente del banco de filtros de análisis 10, incluso si están disponibles coeficientes adicionales del segundo banco de filtros de análisis 19. El cálculo de los factores de escala se debe hacer de este modo debido a que la escala realizada durante el proceso de decodificación se basará en componentes espectrales sintetizados que son análogos solamente los coeficientes de transformación obtenidos del banco de filtros de análisis 10. El proceso de decodificación no tendrá acceso a cualesquiera coeficientes que correspondan o puedan derivarse de componentes espectrales obtenidos del segundo banco de filtros de análisis 19.

G. Puesta en práctica

Varios aspectos de la presente invención pueden ponerse en práctica en una amplia variedad de formas, que incluyen software en un sistema informático de uso general, o en algún otro aparato que incluye componentes más especializados tales como circuitos de procesador de señal digital (DSP) acoplados a componentes similares a los que se encuentran en un sistema informático de uso general. La Figura 9 es un diagrama de bloques del dispositivo 70, que se puede utilizar para poner en práctica diversos aspectos de la presente invención en un codificador de audio o decodificador de audio. El procesador DSP 72 proporciona recursos informáticos. La memoria RAM 73 es una memoria de acceso aleatorio (RAM) utilizado por el procesador DSP 72 para el procesamiento de la señal. La memoria ROM 74 representa alguna forma de almacenamiento persistente tal como memoria de solo lectura (ROM) para almacenar programas necesarios para operar el dispositivo 70 y para poner en práctica diversos aspectos de la presente invención. El control de entrada/salida I/O 75 representa un circuito de interfaz para recibir y transmitir señales por los canales de comunicación 76, 77. Los convertidores analógico a digital y digital a analógico pueden incluirse en el control I/O 75 según se desee para recibir y/o transmitir señales de audio analógicas. En la forma de realización ilustrada, todas las componentes principales del sistema se conectan al bus 71, que puede representar más de un bus físico; sin embargo, no se requiere una arquitectura de bus para poner en práctica la presente invención.

En formas de realización puestas en práctica en un sistema informático de uso general, se pueden incluir componentes adicionales para interconectarse a dispositivos tales como un teclado o mouse y una pantalla, y para controlar un dispositivo de almacenamiento que tiene un soporte de almacenamiento tal como cinta o disco magnético, o un soporte óptico. El soporte de almacenamiento se puede utilizar para registrar programas de instrucciones para sistemas operativos, instalaciones y aplicaciones, y puede incluir formas de realización de programas que ponen en práctica diversos aspectos de la presente invención.

Las funciones requeridas para practicar diversos aspectos de la presente invención se pueden realizar mediante componentes que se ponen en práctica en una amplia diversidad de formas que incluyen componentes lógicos discretos, circuitos integrados, uno o más circuitos integrados dependientes de la aplicación (ASIC) y/o procesadores controlados por programa. El modo en el que se ponen en práctica estos componentes no es importante para la presente invención.

Las puestas en práctica de software de la presente invención se pueden transmitir mediante una diversidad de soportes legibles por máquina, tales como brutas de comunicación de banda base o moduladas en todo el espectro, incluidas frecuencias supersónicas a ultravioletas, o soportes de memorización que transmiten información utilizando, esencialmente, cualquier tecnología de grabación, incluida la cinta magnética, tarjetas o discos, tarjetas o discos ópticos, y marcas detectables en soportes similares al papel.

REIVINDICACIONES

1. Un método para codificar las una o más señales de audio de entrada, en donde el método comprende:

5 la recepción de las una o más señales de audio de entrada y la obtención, a partir de las mismas, de las una o más señales de banda base y las una o más señales residuales, en donde componentes espectrales de una señal de banda base representan componentes espectrales de una señal de audio de entrada respectiva en un primer conjunto de sub-bandas de frecuencia, y componentes espectrales, en una señal residual asociada representan componentes espectrales de la señal de audio de entrada respectiva en un segundo conjunto de sub-bandas de frecuencia que no están representadas por la señal de banda base;

10 la obtención de medidas de energía de al menos algunas componentes espectrales de las una o más señales sintetizadas que han de generarse durante la decodificación, en donde las una o más señales sintetizadas tienen componentes espectrales dentro del segundo conjunto de sub-bandas de frecuencia;

15 la obtención de medidas de energía de al menos algunas componentes espectrales de cada señal residual;

20 el cálculo de factores de escala mediante la obtención de raíces cuadradas de relaciones de las medidas de energía de componentes espectrales en las señales residuales a las medidas de energía de componentes espectrales en las una o más señales sintetizadas, de raíces cuadradas de relaciones de las medidas de energía de componentes espectrales en las una o más señales sintetizadas, a las medidas de energía de componentes espectrales en las señales residuales, relaciones de raíces cuadradas de las medidas de energía de componentes espectrales en las señales residuales, a raíces cuadradas de las medidas de energía de componentes espectrales en las una o más señales sintetizadas, o relaciones de raíces cuadradas de las medidas de energía de componentes espectrales en las una o más señales sintetizadas a raíces cuadradas de las medidas de energía de componentes espectrales en las señales residuales; y

25 el ensamblado de la información de señal e información de escala en una señal codificada, en donde la información de señal representa las componentes espectrales en las una o más señales de banda base y la información de escala representa los factores de escala.

30 2. El método según la reivindicación 1, en donde las una o más señales sintetizadas han de generarse, al menos en parte, mediante el desplazamiento de frecuencia de las al menos algunas de las componentes espectrales en las una o más señales de banda base.

35 3. El método según la reivindicación 2, en donde las componentes espectrales de las señales sintetizadas han de generarse mediante el desplazamiento de frecuencias que mantiene la coherencia de fase.

40 4. El método según la reivindicación 1, en donde las una o más señales sintetizadas han de generarse, al menos en parte, mediante una combinación de un desplazamiento de frecuencia de las al menos algunas de las componentes espectrales, en las una o más señales de banda base y una generación de las una o más señales similares a ruido que tienen niveles espectrales adaptados de conformidad con niveles espectrales en las una o más señales de banda base, y en donde las medidas de energía de componentes espectrales, en las una o más señales sintetizadas, se obtienen sin tener en cuenta los niveles espectrales en las señales similares a ruido.

45 5. El método según la reivindicación 1, en donde las una o más señales sintetizadas han de generarse, al menos en parte, mediante la generación de las una o más señales de tipo ruido.

50 6. El método según la reivindicación 1, en donde las medidas de energía de las componentes espectrales de las señales residuales se obtienen a partir de valores que representan las magnitudes de las componentes espectrales.

7. El método según la reivindicación 6, que comprende:

55 la aplicación de un primer banco de filtros de análisis a las una o más señales de audio de entrada con el fin de obtener las una o más señales de banda base y las una o más señales residuales; y

60 la aplicación de un segundo banco de filtros de análisis a las una o más señales de audio de entrada para obtener componentes espectrales adicionales, en donde el segundo banco de filtros de análisis tiene funciones de base que son ortogonales a las funciones de base del primer banco de filtros de análisis;

en donde las medidas de energía de las componentes espectrales, en las señales residuales, se calculan a partir de las componentes espectrales de las señales residuales y una o más de las componentes espectrales adicionales.

65 8. El método según la reivindicación 1, en donde la información de escala representa los factores de escala normalizados con respecto a uno o más valores de normalización, y en donde la información de escala incluye una representación de los uno o más valores de normalización.

9. El método según la reivindicación 8, en donde los uno o más valores de normalización se seleccionan a partir de un conjunto de valores.
- 5 10. El método según la reivindicación 8, en donde los uno o más valores de normalización comprenden un valor máximo permitido para factores de escala.
11. El método según la reivindicación 1, que calcula un factor de escala para una o más de las sub-bandas de frecuencia para las respectivas señales residuales.
- 10 12. El método según la reivindicación 11, en donde están adaptadas las extensiones de frecuencia de uno o más de los conjuntos de sub-bandas de frecuencia, y en donde el método reúne, en la señal codificada, una indicación de las extensiones de frecuencia adaptadas.
- 15 13. El método según la reivindicación 12, en donde las extensiones de frecuencia se adaptan mediante la selección a partir de un conjunto de extensiones.
14. El método según la reivindicación 1 para una pluralidad de las señales de audio de entrada, en donde el método comprende:
- 20 la obtención, a partir de la pluralidad de señales de audio de entrada, de una señal de canal acoplado que tiene componentes espectrales que representan una mezcla de componentes espectrales de dos o más de las señales de audio de entrada en un tercer conjunto de sub-bandas de frecuencia;
- 25 la obtención de medidas de energía de al menos algunas componentes espectrales de la señal de canal acoplado;
- la obtención de medidas de energía de al menos algunas componentes espectrales de las dos o más señales de audio de entrada, representadas por la señal de canal acoplado en el tercer conjunto de sub-bandas de frecuencia; y
- 30 el cálculo de factores de escala de acoplamiento obteniendo raíces cuadradas de relaciones de las medidas de energía de componentes espectrales, en las dos o más señales de audio de entrada, a las medidas de energía de la energía espectral en la señal de canal acoplado, de las raíces cuadradas de relaciones de las medidas de energía de energía espectral, en la señal de canal acoplado, a las medidas de energía de componentes espectrales en las dos o más señales de audio de entrada, de las relaciones de raíces cuadradas de las medidas de energía de componentes espectrales en las dos o más señales de audio de entrada a raíces cuadradas de las medidas de energía de energía espectral en la señal de canal acoplado, o relaciones de raíces cuadradas de las medidas de energía de energía espectral en la señal de canal acoplado a raíces cuadradas de las medidas de energía de componentes espectrales en las dos o más señales de audio de entrada;
- 40 en donde la información de escala representa, además, los factores de escala de acoplamiento y la información de señal representa, además, las componentes espectrales en la señal de canal acoplado.
15. El método según la reivindicación 14, en donde las una o más señales sintetizadas han de generarse, al menos en parte, mediante el desplazamiento de frecuencia de al menos algunas componentes espectrales de las señales de audio de entrada en el tercer conjunto de sub-bandas de frecuencia.
- 45 16. El método según la reivindicación 14 que comprende:
- la detección de una o más características de la pluralidad de señales de audio de entrada;
- 50 la adaptación de las extensiones de frecuencia del primer conjunto de sub-bandas de frecuencia, el segundo conjunto de sub-bandas de frecuencia, o el tercer conjunto de sub-bandas de frecuencia en respuesta a las características detectadas; y
- 55 el ensamblado, en la señal codificada, de una indicación de las extensiones de frecuencia adaptadas.
17. El método según la reivindicación 1, que comprende:
- la detección de una o más características de las una o más señales de audio de entrada;
- 60 la adaptación de las extensiones de frecuencia del primer conjunto de sub-bandas de frecuencia o el segundo conjunto de sub-bandas de frecuencia, en respuesta a las características detectadas; y
- 65 el ensamblado, en la señal codificada, de una indicación de las extensiones de frecuencia adaptadas.
18. Un método para la decodificación de una señal codificada que representa una o más señales de audio de

entrada, en donde el método comprende:

la obtención de información de escala e información de señal procedente de la señal codificada, en donde la información de escala representa factores de escala calculados a partir de raíces cuadradas de relaciones de medida de energía de componentes espectrales o relaciones de raíces cuadradas de medidas de energía de componentes espectrales, y la información de señal representa componentes espectrales para las una o más señales de banda base, en donde las componentes espectrales, en cada señal de banda base, representan componentes espectrales de una señal de audio de entrada respectiva en un primer conjunto de sub-bandas de frecuencia;

la generación, para cada señal de banda base respectiva, de una señal sintetizada asociada que tiene componentes espectrales en un segundo conjunto de sub-bandas de frecuencia que no están representadas por la señal de banda base respectiva, en donde las componentes espectrales en la señal sintetizada asociada son objeto de escala mediante la multiplicación o división, de conformidad con uno o más de los factores de escala; y

la generación de una o más señales de audio de salida, en donde cada señal de audio de salida representa una señal de audio de entrada respectiva y se genera a partir de las componentes espectrales en una señal de banda base respectiva y su señal sintetizada asociada.

19. El método según la reivindicación 18, en donde la señal sintetizada asociada se genera, al menos en parte, mediante el desplazamiento de frecuencia de al menos algunas componentes espectrales en la señal de banda base respectiva.

20. El método según la reivindicación 19, en donde el desplazamiento de frecuencia mantiene la coherencia de fase.

21. El método según la reivindicación 18, en donde la señal sintetizada asociada se genera, al menos en parte, mediante la generación de una señal similar al ruido que tiene niveles espectrales adaptados de conformidad con uno o más de los factores de escala.

22. El método según la reivindicación 18, que obtiene, a partir de la señal codificada, uno o más valores de normalización e invierte la normalización de los factores de escala con respecto a los uno o más valores de normalización.

23. El método según la reivindicación 22, en donde los uno o más valores de normalización se transmiten en la señal codificada por intermedio de información de escala que representa los valores seleccionados en un conjunto de valores.

24. El método según la reivindicación 22, en donde los uno o más valores de normalización comprenden un valor máximo admisible para factores de escala.

25. El método según la reivindicación 18, en donde las sub-bandas de frecuencia, de la señal sintetizada asociada, están asociadas con un factor de escala respectivo.

26. El método según la reivindicación 25, que adapta la generación de la señal sintetizada asociada en respuesta a la información de sub-banda transmitida en la señal codificada, que especifica las extensiones de frecuencia de las sub-bandas de frecuencia.

27. El método según la reivindicación 26, en donde la información de sub-banda representa extensiones de frecuencia seleccionadas en un conjunto de extensiones.

28. El método según la reivindicación 18, para la decodificación de una señal que representa una pluralidad de señales de audio de entrada, en donde el método comprende:

la obtención, a partir de la señal codificada, de una señal de canal acoplado que tiene componentes espectrales que representan una mezcla de dos o más de la pluralidad de señales de audio de entrada en un tercer conjunto de sub-bandas de frecuencia, en donde la información de escala representa, además, factores de escala de acoplamiento calculados a partir de raíces cuadradas de relaciones de medidas de energía de componentes espectrales de las dos o más señales de audio de entrada en el tercer conjunto de sub-bandas de frecuencia a las medidas de energía, de energía espectral, en la señal de canal acoplado, raíces cuadradas de relaciones de las medidas de energía espectral en la señal de canal acoplado a las medidas de energía de componentes espectrales de las dos o más señales de audio de entrada en el tercer conjunto de sub-bandas de frecuencia, relaciones de raíces cuadradas de las medidas de energía de componentes espectrales de las dos o más señales de audio de entrada en el tercer conjunto de sub-bandas de frecuencia a raíces cuadradas de las medidas de energía de la energía espectral en la señal de canal acoplado, o relaciones de raíces cuadradas de las medidas de energía de la energía espectral en la señal de canal acoplado a raíces cuadradas de las medidas de energía de componentes espectrales de las dos o

más señales de audio de entrada en el tercer conjunto de sub-bandas de frecuencia; y

la generación, a partir de la señal de canal acoplado, de una señal desacoplada respectiva para cada una de las dos o más señales de audio de entrada representadas por la señal de canal acoplado, en donde las señales desacopladas tienen componentes espectrales en el tercer conjunto de sub-bandas de frecuencia que son objeto de escala mediante multiplicación o división, de conformidad con uno o más de los factores de escala de acoplamiento;

en donde señales de audio de salida que representan las dos o más señales de audio de entrada se generan, además, a partir de las componentes espectrales en las respectivas señales desacopladas.

29. El método según la reivindicación 28, en donde la señal sintetizada asociada se genera, al menos en parte, mediante el desplazamiento de frecuencia de al menos algunas componentes espectrales en el tercer conjunto de sub-bandas de frecuencia.

30. El método según la reivindicación 28, que comprende:

la obtención, a partir de la señal codificada, de una indicación de las extensiones de frecuencia del primer, segundo o tercer conjunto de sub-bandas de frecuencia; y

la adaptación de la generación de señales sintetizadas y señales desacopladas en respuesta a la indicación.

31. El método según la reivindicación 18, que comprende:

la obtención, a partir de la señal codificada, de una indicación de las extensiones de frecuencia del primer o segundo conjunto de sub-bandas de frecuencia; y

la adaptación de la generación de señales sintetizadas y señales desacopladas en respuesta a la indicación.

32. Un codificador para la codificación de las una o más señales de audio de entrada, en donde el codificador tiene circuitos de procesamiento que realizan un método de procesamiento de señal, que comprende:

la recepción de las una o más señales de audio de entrada y la obtención, a partir de las mismas, de una o más señales de banda base y una o más señales residuales, en donde componentes espectrales de una señal de banda base representan componentes espectrales de una señal de audio de entrada respectiva en un primer conjunto de sub-bandas de frecuencia, y componentes espectrales, en una señal residual asociada, representan componentes espectrales de la señal de audio de entrada respectiva en un segundo conjunto de sub-bandas de frecuencia, que no están representadas por la señal de banda base;

la obtención de medidas de energía de al menos algunas componentes espectrales de una o más señales sintetizadas que han de generarse durante la decodificación, en donde las una o más señales sintetizadas tienen componentes espectrales dentro del segundo conjunto de sub-bandas de frecuencia;

la obtención de medidas de energía de al menos algunas componentes espectrales de cada señal residual;

el cálculo de factores de escala obteniendo raíces cuadradas de relaciones de las medidas de energía de componentes espectrales en las señales residuales a las medidas de energía de componentes espectrales en las una o más señales sintetizadas, raíces cuadradas de relaciones de las medidas de energía de componentes espectrales en las una o más señales sintetizadas a las medidas de energía de componentes espectrales en las señales residuales, relaciones de raíces cuadradas de las medidas de energía de componentes espectrales en las señales residuales para raíces cuadradas de las medidas de energía de componentes espectrales en las una o más señales sintetizadas, o relaciones de raíces cuadradas de las medidas de energía de componentes espectrales en las una o más señales sintetizadas a raíces cuadradas de las medidas de energía de componentes espectrales en las señales residuales; y

el ensamblado de la información de señal e información de escala en una señal codificada, en donde la información de señal representa las componentes espectrales en las una o más señales de banda base y la información de escala representa los factores de escala.

33. Un decodificador para decodificar una señal codificada que representa una o más señales de audio de entrada, en donde el decodificador tiene circuitos de procesamiento que realizan un método de procesamiento de señal que comprende:

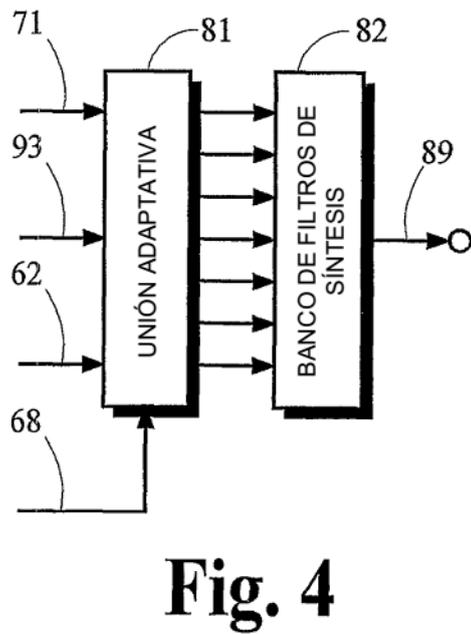
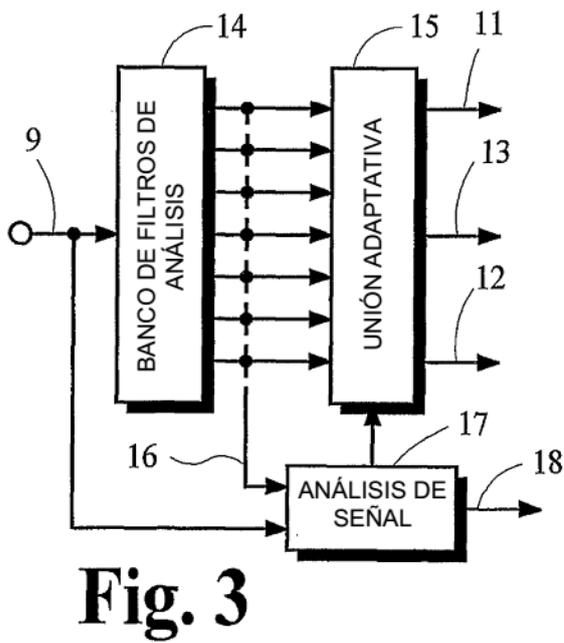
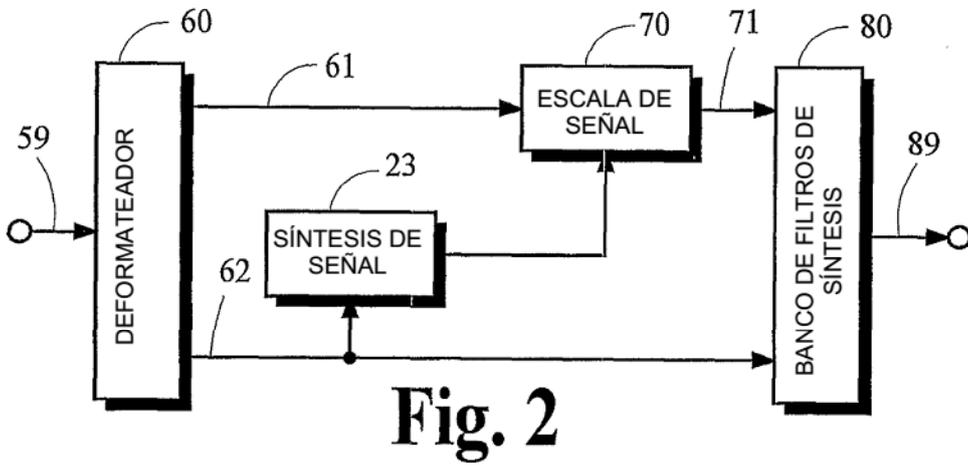
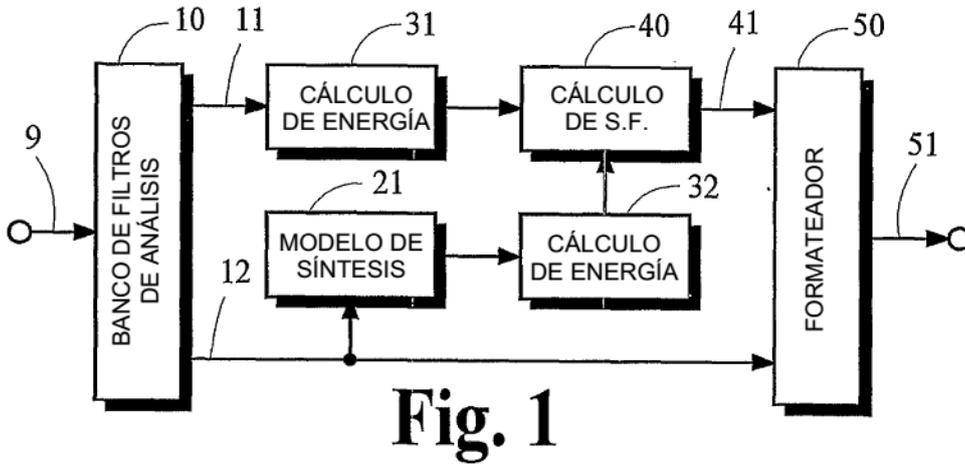
la obtención de información de escala e información de señal, a partir de la señal codificada, en donde la información de escala representa factores de escala calculados a partir de raíces cuadradas de relaciones de medidas de energía de componentes espectrales o relaciones de raíces cuadradas de medidas de energía de componentes espectrales, y la información de señal representa componentes espectrales para las una o más señales de banda

base, en donde las componentes espectrales, en cada señal de banda base, representan componentes espectrales de una señal de audio de entrada respectiva en un primer conjunto de sub-bandas de frecuencia;

5 la generación, para cada señal de banda base respectiva, de una señal sintetizada asociada que tiene componentes espectrales en un segundo conjunto de sub-bandas de frecuencia, que no están representadas por la señal de banda base respectiva, en donde las componentes espectrales, en la señal sintetizada asociada, son objeto de escala mediante multiplicación o división, de conformidad con uno o más de los factores de escala; y

10 la generación de una o más señales de audio de salida, en donde cada señal de audio de salida representa una señal de audio de entrada respectiva y se genera a partir de las componentes espectrales en una señal de banda base respectiva y su señal sintetizada asociada.

15 **34.** Un soporte de transmisión de un programa de instrucciones ejecutables por un dispositivo, en donde la ejecución del programa de instrucciones hace que el dispositivo realice el método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 31.



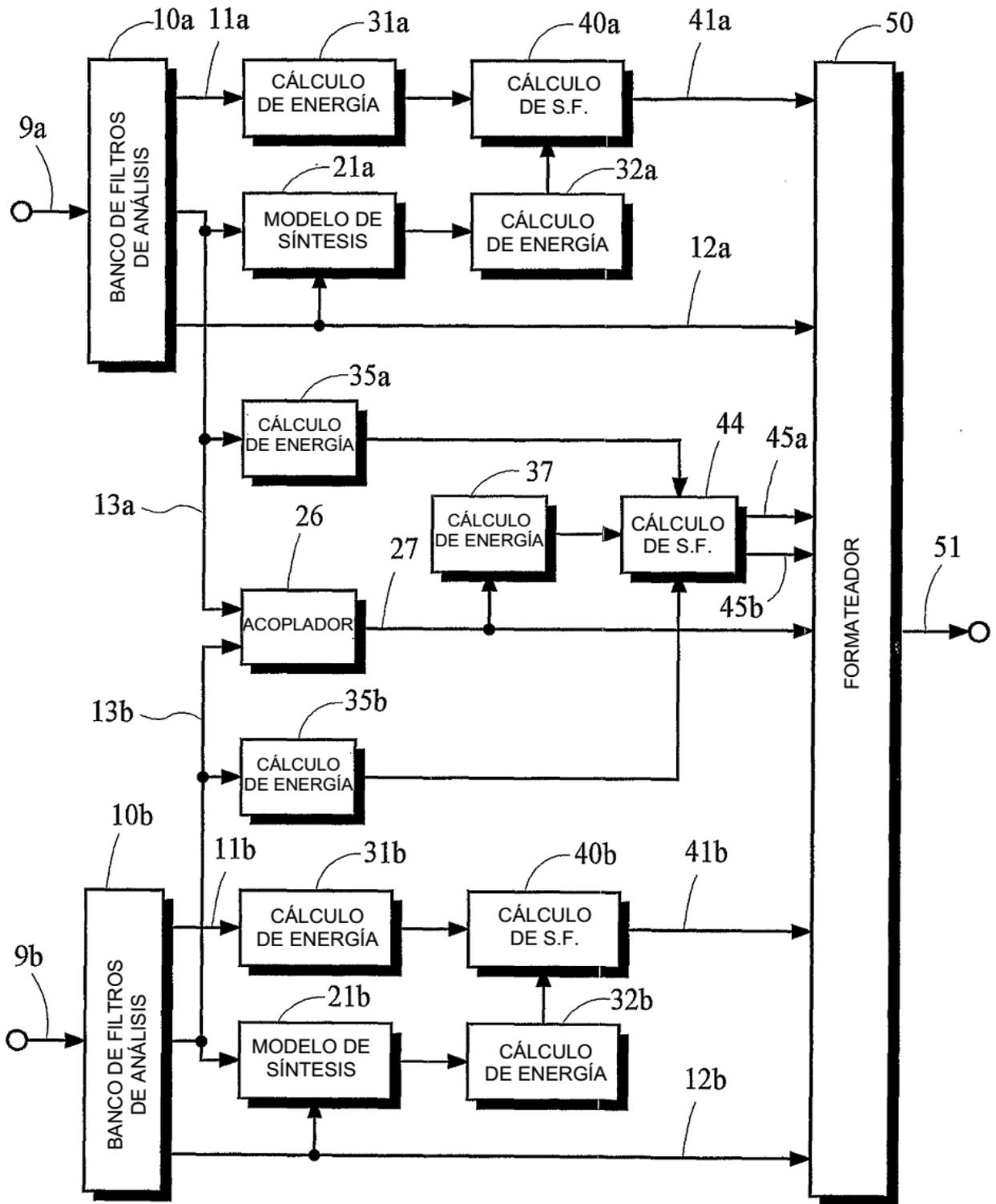


Fig. 5

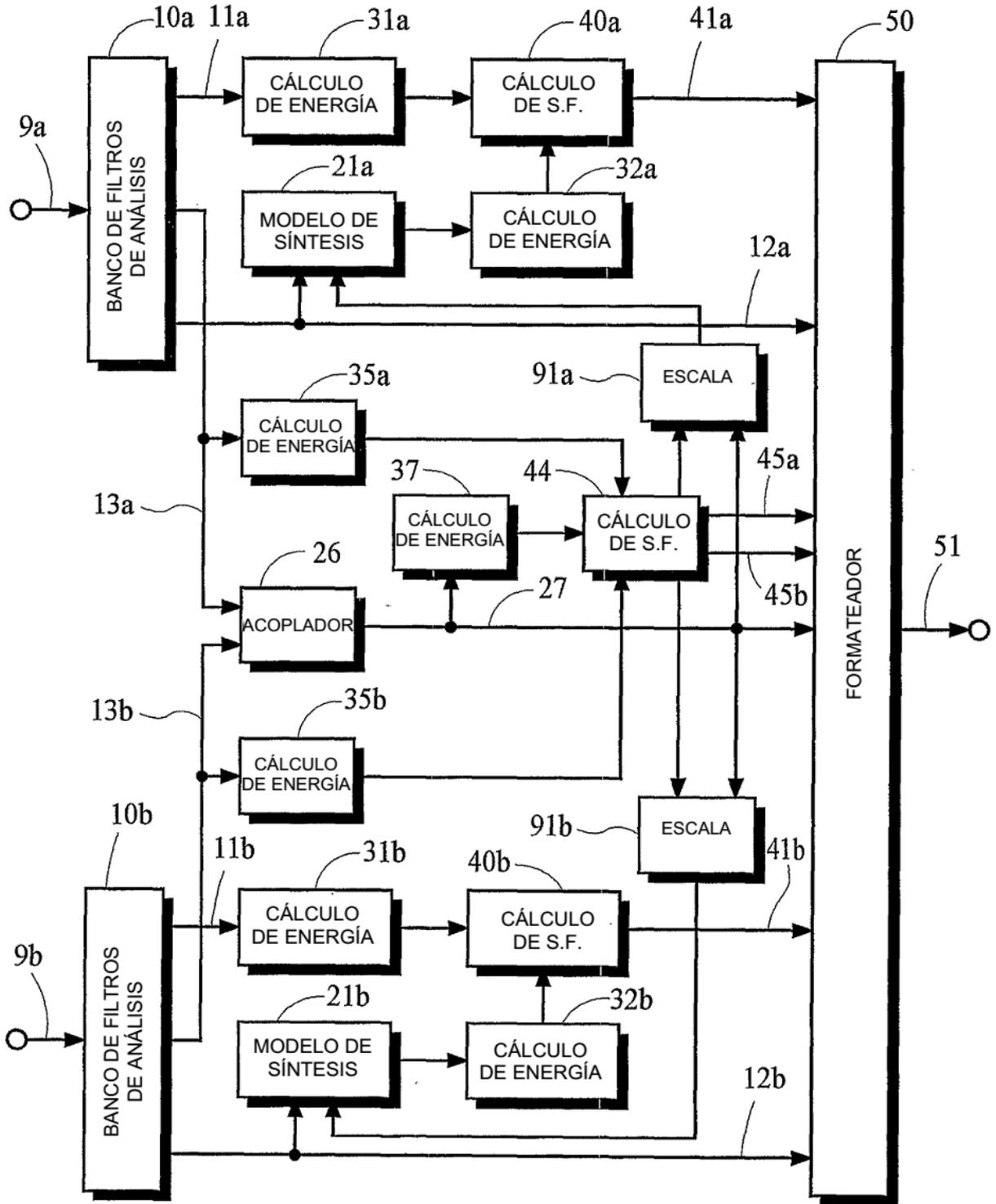


Fig. 6

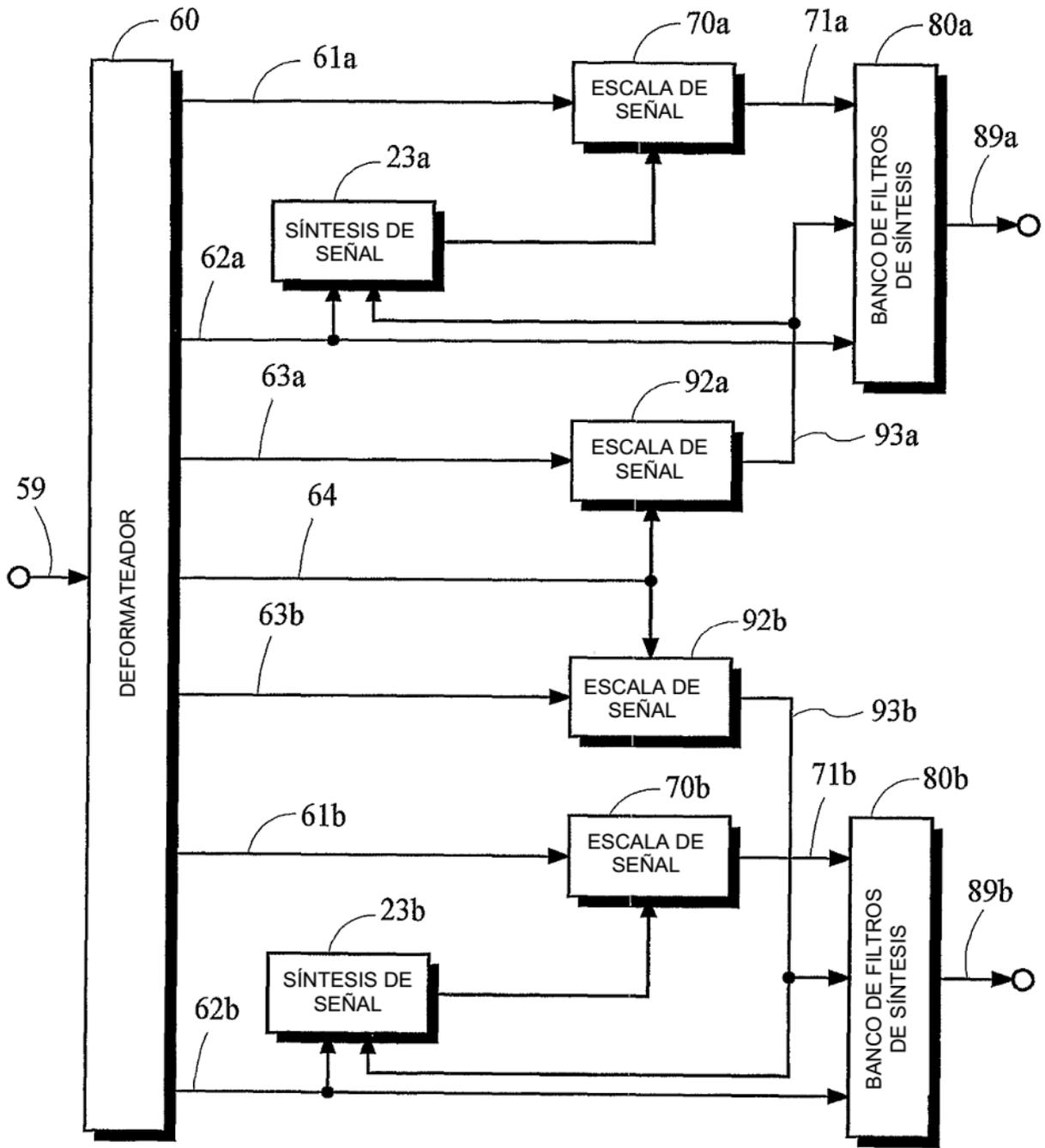


Fig. 7

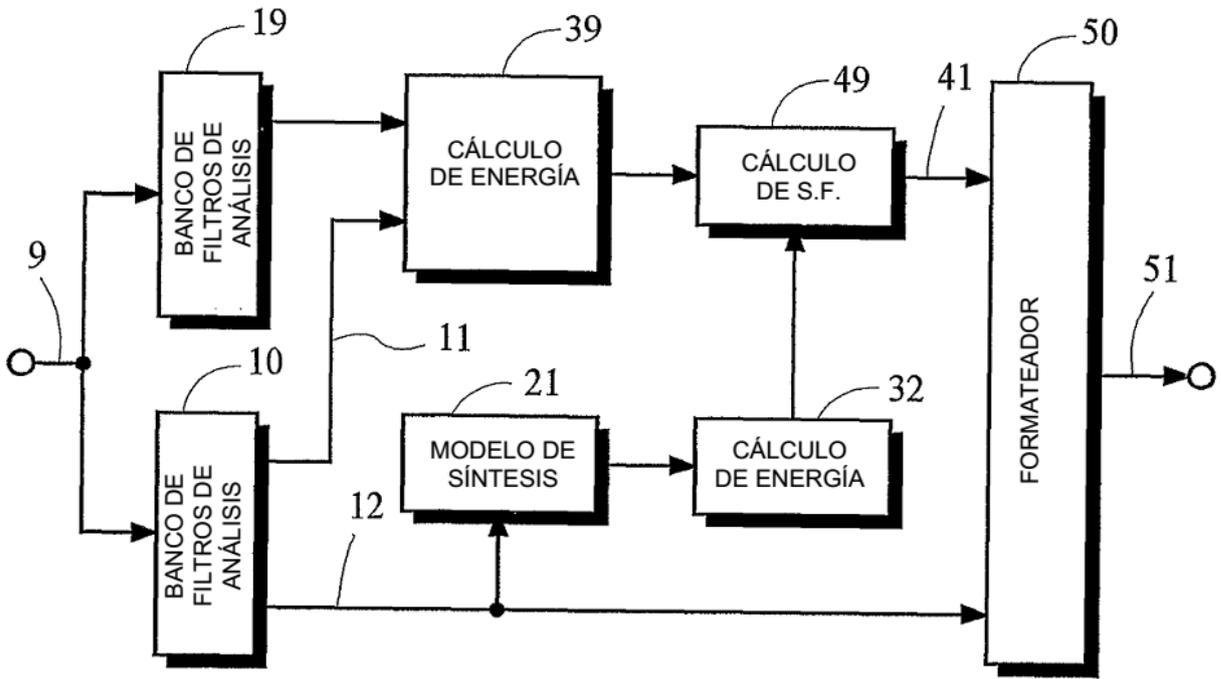
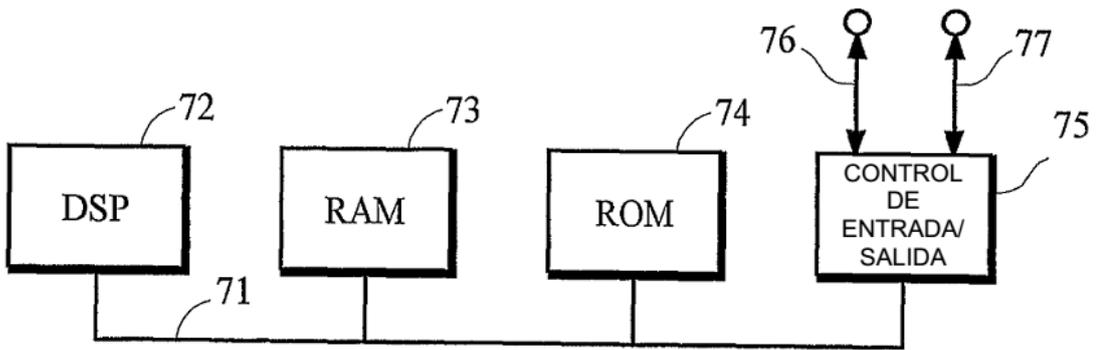


Fig. 8



70 ↗

Fig. 9