

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 688 103**

51 Int. Cl.:

G10L 19/035 (2006.01)

H04N 19/124 (2006.01)

H04N 19/126 (2006.01)

H04N 19/13 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.07.2015 PCT/EP2015/067001**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.02.2016 WO16016122**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.07.2015 E 15738954 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.07.2018 EP 3175450**

54 Título: **Codificador, decodificador, sistema y métodos de codificación y decodificación**

30 Prioridad:

28.07.2014 EP 14178780

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
30.10.2018

73 Titular/es:

**FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR
FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN
FORSCHUNG E.V. (100.0%)
Hansastraße 27c
80636 München, DE**

72 Inventor/es:

**FUCHS, GUILLAUME;
SCHUBERT, BENJAMIN;
PIETRZYK, GRZEGORZ;
MULTRUS, MARKUS y
GRILL, BERNHARD**

74 Agente/Representante:

ARIZTI ACHA, Monica

ES 2 688 103 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

Codificador, decodificador, sistema y métodos de codificación y decodificación

5 Las realizaciones se refieren a un codificador, un decodificador, un sistema que comprende un codificador y un decodificador, un método para codificar y un método para decodificar. Algunas realizaciones se refieren a aparatos y métodos para la cuantificación residual óptima en la codificación de fuente. Algunas realizaciones se refieren a un esquema de codificación de fuente que utiliza una codificación de entropía para codificar una señal cuantificada en una cantidad determinada de bits. Se desvela un enfoque convencional para codificación, por ejemplo, en el documento US 2007/0147497 A1 donde se usan capas de codificación.

10 La codificación de entropía es una herramienta eficaz para aprovechar la redundancia de los símbolos a transmitir. Se utiliza habitualmente en la codificación, basada en transformadas, después de la cuantificación de las líneas espectrales. Mediante el aprovechamiento de una distribución de probabilidades a priori, los valores cuantificados pueden codificarse sin pérdida mediante una cantidad reducida de bits. El principio consiste en generar palabras de código para las que la longitud es una función de la probabilidad de los símbolos.

15 Normalmente, el consumo de bits se conoce solamente después de escribir los símbolos de entropía codificados en la secuencia de bits. Normalmente es problemático cuando se optimiza la etapa de cuantificación, que ha de conocer el consumo de bits para optimizar la función de la distorsión de la tasa. Es aún más problemático cuando la secuencia de bits ha de tener un tamaño constante por trama, también conocido como tasa de bits constante, que es un requisito para la mayoría de los protocolos de redes de comunicaciones.

20 En un codificador de transformadas, normalmente un conjunto de factores de escala define la cuantificación, conformando el ruido de cuantificación en el dominio de la frecuencia. La conformación de ruido es función de tanto la distorsión percibida, normalmente dada mediante un modelo psicoacústico, como del consumo de bits generado. Sin embargo, el factor mencionado en último término es normalmente conocido solamente después de fijar la conformación de ruido de cuantificación. Puede utilizarse un bucle de optimización para hacer que la optimización tenga una convergencia. Sin embargo, una optimización de este tipo es relativamente compleja y el número de iteraciones ha de estar fuertemente limitado en aplicaciones reales. Por otra parte, para reducir más aun la complejidad, normalmente el consumo de bits no se calcula por completo sino que solamente se estima. Si el consumo final de los bits se ha subestimado, será necesario truncar la secuencia de bits, que es lo que suele evitarse la mayoría del tiempo. De hecho, una subestimación conducirá a una truncación definitiva de la secuencia de bits, lo que es equivalente a hacer que la cuantificación se sature. Por lo tanto, la optimización de la cuantificación está normalmente diseñada para sobreestimar el consumo de bits. Como consecuencia de ello, unos pocos quedan frecuentemente sin aprovechar en la secuencia de bits final.

35 Para superar este problema, puede añadirse una etapa (o segunda) de cuantificación residual después de la primera etapa de cuantificación, para aprovechar los bits eventuales no utilizados. Estos bits remanentes pueden usarse seguidamente para perfeccionar el ruido de cuantificación. Este principio se explica a continuación.

40 La Figura 10 muestra un diagrama de bloques de un codificador de transformadas 10. El codificador de transformadas 10 comprende una primera etapa de cuantificación 12, una etapa de cuantificación residual 14, un codificador de entropía 16, una unidad de estimación de bits de codificación de entropía 18, un multiplexor 20, y una unidad de transformación 22.

45 La unidad de transformación 22 está configurada para transformar una señal de entrada de un dominio del tiempo en un dominio de la frecuencia. La primera etapa de cuantificación 12 está configurada para cuantificar la señal de entrada en el dominio de la frecuencia en una pluralidad de valores espectrales cuantificados q . La pluralidad de valores espectrales cuantificados q , la señal de entrada en el dominio de la frecuencia x y una cantidad de bits remanentes se introducen en la etapa (o segunda) de cuantificación residual 14 que está configurada para perfeccionar la salida de la primera etapa de cuantificación 12 y para proporcionar una pluralidad de valores cuantificados residuales q_r . El codificador de entropía 16 está configurado para codificar por entropía la pluralidad de valores espectrales cuantificados q , para obtener una pluralidad de valores codificados de entropía e . El multiplexor 20 está configurado para multiplicar la pluralidad de valores codificados de entropía e , los factores de escala en función de una información proporcionada por la primera etapa de cuantificación 14 y la pluralidad de valores cuantificados residuales entregados por la segunda cuantificación 16 para obtener una secuencia de bits.

50 El codificador de transformadas 10 mostrado en la Figura 10 está diseñado para entregar una cierta cantidad objetivo de bits por trama. La cuantificación se ajustará para alcanzar este valor teórico, pero por razones de complejidad solamente se efectúa una estimación del consumo de bits del codificador de entropía cuando se ajustan las etapas de cuantificación. Por otra parte, aun si la estimación de bits es muy exacta puede ser imposible encontrar un conjunto de factor de escala que conduzca a los bits objetivo esperados. Después de la primera etapa de cuantificación 12, los valores cuantificados q se codifican por entropía. Los bits no aprovechados remanentes se

5 asignan a continuación a la cuantificación residual que perfeccionará la salida de la primera etapa de cuantificación 12. La etapa de cuantificación residual 14 toma como entrada los valores espectrales cuantificados q , los valores espectrales originales x y una cantidad de bits remanentes. La cantidad de bits remanentes puede ser una estimación o la cantidad real de bits remanentes. La estimación se utiliza habitualmente cuando se requiera una síntesis local en el lado del codificador para tomar, por ejemplo, una decisión de conmutación en un modo de decisión de bucle cerrado, tal como se efectúa en AMR-WB+ (Multi-Tasa Adaptativa de Banda Ancha Extendida). En dicho caso, la codificación residual ha de solicitarse antes de la solicitud final del decodificador de entropía 16.

10 En un codificador de transformadas 10 común, la etapa de cuantificación residual 14 lleva a cabo una cuantificación escalar sencilla uniforme de la diferencia de una señal de entrada cuantificada inversa obtenida mediante la cuantificación inversa de los valores espectrales cuantificados y la señal de entrada original. Sin embargo, por medio del análisis de rendimiento tasa-distorsión, es sabido que la cuantificación uniforme es óptima solamente para fuentes sin memoria y uniformemente distribuidas.

15 Por lo tanto, el objetivo de la presente invención es el de proporcionar una cuantificación residual mejorada para fuentes sin memoria y no uniformemente distribuidas

Este objetivo se resuelve mediante las reivindicaciones independientes.

20 Las realizaciones de la presente invención proporcionan un codificador de acuerdo con la reivindicación 1. Además, las realizaciones de la presente invención proporcionan un decodificador de acuerdo con la reivindicación 7. De acuerdo con el concepto de la presente invención, puede reducirse un error entre la (original) señal de entrada y una señal cuantificada inversa obtenida cuantificando a la inversa la pluralidad de valores cuantificados o incluso optimizarse por una etapa de cuantificación residual en el lado del codificador que tiene en cuenta la zona muerta que se usó para cuantificar la señal de entrada y una etapa de cuantificación inversa en el lado del decodificador que también tiene en cuenta esta zona muerta cuando se perfecciona el nivel de cuantificación inverso usado para obtener la señal cuantificada inversa (denominada como la señal de salida).

30 Adicionalmente, las realizaciones de la presente invención proporcionan un método para codificación de acuerdo con la reivindicación 11, un método para decodificación de acuerdo con la reivindicación 12 y un programa informático correspondiente de acuerdo con la reivindicación 13. Las realizaciones de la presente invención se describen en el presente documento haciendo referencia a los dibujos adjuntos.

35 La Figura 1 muestra un diagrama de bloques de un codificador de acuerdo con una realización de la presente invención.

La Figura 2 muestra un diagrama de bloques de un decodificador de acuerdo con una realización de la presente invención.

La Figura 3 muestra un diagrama de bloques de un sistema de acuerdo con una realización de la presente invención.

40 La Figura 4 muestra un diagrama de bloques de la etapa de cuantificación residual de acuerdo con una realización de la presente invención.

La Figura 5 muestra en un diagrama los niveles de cuantificación inversa y los umbrales de cuantificación utilizados en un esquema de cuantificación escalar de umbral uniforme de zona muerta.

45 La Figura 6 muestra en un diagrama dos niveles de cuantificación inversa perfeccionada para un valor cuantificado no cero.

La Figura 7 muestra en un diagrama tres niveles de cuantificación inversa perfeccionada para un valor cuantificado cero;

La Figura 8 muestra un diagrama de flujo de un método para codificar de acuerdo con una realización de la presente invención.

50 La Figura 9 muestra un diagrama de flujo de un método para decodificar de acuerdo con una realización de la presente invención.

La Figura 10 muestra un diagrama de bloques de un codificador de transformadas convencional que utiliza una cuantificación residual.

55 En la siguiente descripción, el o los elementos iguales o equivalentes con una funcionalidad igual o equivalente se indicarán con números de referencia iguales o equivalentes.

60 En la siguiente descripción, se establece una pluralidad de detalles para proporcionar una explicación más detallada de realizaciones de la presente invención. Sin embargo, será evidente para los expertos en la materia que las realizaciones de la presente invención pueden ponerse en práctica sin estos detalles específicos. En otros casos, se muestran estructuras y dispositivos bien conocidos en forma de diagramas de bloques en lugar de en detalle, para evitar oscurecer las realizaciones de la presente invención. Además, las características de las diferentes realizaciones descritas a continuación pueden combinarse entre sí, a menos que específicamente se indique otra cosa.

Dado que la codificación de entropía proporciona palabras de código de longitud variable, es difícil predecir el consumo exacto de bits antes de escribir la secuencia de bits. Sin embargo, el consumo de bits es necesario para optimizar la cuantificación. La mayoría de las veces y por razones de complejidad, la cuantificación es subóptima y algunos pocos bits quedan aún sin aprovechar. La cuantificación residual es una segunda capa de la cuantificación que aprovecha estos bits no utilizados para perfeccionar el error de cuantificación.

Las realizaciones descritas a continuación de la presente invención proporcionan un codificador, un decodificador y métodos que optimizan esta cuantificación residual.

La Figura 1 muestra un diagrama de bloques de un codificador 100 de acuerdo con una realización de la presente invención. El codificador 100 comprende una etapa de cuantificación 102 (por ejemplo, una primera etapa de cuantificación), un codificador de entropía 104, una etapa de cuantificación residual 106 (por ejemplo, una segunda etapa de cuantificación) y un formador de señales codificadas 108. La etapa de cuantificación 102 está configurada para cuantificar una señal de entrada 140 utilizando una zona muerta para obtener una pluralidad de valores cuantificados 142 (q). El codificador de entropía 104 está configurado para codificar la pluralidad de valores cuantificados 142 (q) mediante la utilización de un esquema de codificación de la entropía para obtener una pluralidad de valores codificados de entropía 144 (e). La etapa de cuantificación residual 106 está configurada para cuantificar una señal residual causada por una cuantificación en la etapa de cuantificación 102, en el que la etapa de cuantificación residual 106 está configurada para determinar al menos un valor cuantificado residual 146 (q_r) en función de la zona muerta de la etapa de cuantificación 102. El formador de señales codificadas 108 está configurado para formar una señal codificada 148 a partir de la pluralidad de valores codificados de la entropía 144 (e) y el al menos un valor residual codificado cuantificado 146 (q_r).

La idea de la presente invención consiste en reducir o incluso optimizar el error entre la señal de entrada (original) y una versión cuantificada inversa de una versión cuantificada de la señal de entrada mediante una etapa de cuantificación residual en el lado del codificador que tenga en cuenta la zona muerta que se utilizó para cuantificar la señal de entrada y una etapa de cuantificación inversa en el lado del decodificador que también tenga en cuenta esta zona muerta cuando se perfecciona el nivel de cuantificación inversa utilizado para obtener la señal cuantificada inversa.

En las realizaciones, la etapa de cuantificación 102 puede estar configurada para llevar a cabo una cuantificación escalar de umbral uniforme de la zona muerta (DZ-UTSQ).

En las realizaciones, el formador de señales codificadas 108 puede estar configurado para formar la señal codificada 148 mediante la anexión del al menos un valor cuantificado residual 146 o de una pluralidad de valores cuantificados residuales 146 a la pluralidad de valores codificados de entropía 144 hasta que la señal codificada 148 comprenda una longitud máxima disponible para una transferencia a un decodificador. No hay restricciones en cuanto a que la secuencia de bits contenga otras informaciones tales como factores de escala que definan la conformación del ruido de la primera etapa de cuantificación, ni coeficientes de predicción utilizados para conformar el ruido de cuantificación y utilizados en una filtración posterior de la señal de salida en el dominio de tiempo.

Por ejemplo, el formador de señales codificadas 108 puede estar configurado para proporcionar una secuencia de bits como la señal codificada 148. De esta manera, el formador de señales codificadas 108, por ejemplo, un multiplexor, puede estar configurado para añadir, en un extremo de la secuencia de bits, el al menos un valor cuantificado residual 146 o una pluralidad de valores cuantificados residuales 146. La secuencia de bits generada por el codificador 100 puede transferirse (por ejemplo, transmitirse o difundirse) a un decodificador, o puede almacenarse, por ejemplo, en un medio de almacenamiento no volátil, para una decodificación posterior por un decodificador. De esta manera, la secuencia de bits puede transmitirse o almacenarse utilizando tramas de datos o paquetes de datos, en el que puede ser necesario que la secuencia de bits tenga un tamaño constante (también denominado en el presente documento como bits objetivo) por trama de datos o paquete de datos.

Para obtener una secuencia de bits que tenga un tamaño constante o una cantidad predefinida de bits objetivo, el formador de señales codificadas 108 puede estar configurado para anexar valores cuantificados residuales 146 a los valores codificados de entropía 144 hasta que la secuencia de bits alcance la cantidad predefinida de bits objetivo. La etapa de cuantificación residual 106 puede detener la determinación de los valores cuantificados residuales 146 cuando la secuencia de bits comprende la longitud predefinida o el número de bits objetivo.

En algunas realizaciones, la señal de entrada 140 puede ser una señal de entrada en el dominio de la frecuencia 140. El codificador 100 puede comprender una unidad de transformación configurada para transformar una señal de entrada en el dominio del tiempo en una señal de entrada en un dominio de la frecuencia 140.

La Figura 2 muestra un diagrama de bloques de un decodificador 120 de acuerdo con una realización de la presente invención. El decodificador 120 comprende un analizador de señales codificadas 122, un decodificador de entropía

124 y una etapa de cuantificación inversa 126. El analizador de señales codificadas 122 está configurado para analizar una señal codificada 148 para obtener una pluralidad de valores codificados de entropía 144 (e) y al menos un valor cuantificado residual 146 (q_r). El decodificador de entropía 124 está configurado para decodificar la pluralidad de valores codificados de entropía 144 (e) utilizando un esquema de decodificación de entropía para obtener una pluralidad de valores cuantificados 142 (q). La etapa de cuantificación inversa 126 está configurada para cuantificar a la inversa la pluralidad de valores cuantificados 142 (q) para obtener una señal de salida 150. De esta manera, la etapa de cuantificación inversa 126 está configurada para perfeccionar un nivel de cuantificación inversa utilizado para obtener la señal de salida 150 en función del valor cuantificado residual 146 (q_r) y una zona muerta utilizada en un codificador 100 en una etapa de cuantificación 106 para obtener la pluralidad de valores cuantificados 142 (q).

En las realizaciones, la etapa de cuantificación inversa 126 puede estar configurada para perfeccionar el nivel de cuantificación inversa mediante la determinación de un nivel de cuantificación inversa perfeccionada en función de la zona muerta.

Por ejemplo, la etapa de cuantificación inversa 126 puede estar configurada para determinar, en función de la zona muerta, o de manera más precisa, en función de una anchura de la zona muerta, un nivel en el que el nivel de cuantificación inversa ha de perfeccionarse, es decir, incrementarse o disminuirse, para obtener el nivel de cuantificación inversa perfeccionada. Además, la etapa de cuantificación inversa 126 puede estar configurada para determinar al menos dos niveles de cuantificación inversa en función de la zona muerta, y para obtener la señal de salida 150 mediante la utilización de uno de los al menos dos niveles de cuantificación inversa perfeccionada indicados por el valor cuantificado residual 146. En otras palabras, el valor cuantificado residual 146 indica cuál de los al menos dos niveles de cuantificación inversa perfeccionada ha de utilizarse para obtener la señal de salida 150.

La Figura 3 muestra un diagrama de bloques de un sistema 130 de acuerdo con una realización de la presente invención. El sistema 130 comprende el codificador 100 mostrado en la Figura 1 y el decodificador 120 mostrado en la Figura 2.

A continuación, se describen con mayor detalle varias características del codificador 100 y el decodificador 120, y la colaboración o interacción de las características del codificador 100 y el decodificador 120.

La Figura 4 muestra un diagrama de bloques de la etapa de cuantificación residual 106 de acuerdo con una realización. La etapa de cuantificación residual 106 puede comprender un cuantificador residual 106', un cuantificador inverso 160 y un comparador 162. El cuantificador inverso 160 puede estar configurado para cuantificar a la inversa la pluralidad de valores cuantificados 142 (q) proporcionados por la etapa de cuantificación 102 para obtener una señal de entrada cuantificada inversa 150 (x_q). La etapa de comparación 162 puede estar configurada para comparar la señal de entrada 140 (x) con la señal de entrada cuantificada inversa 152 (x_q) para obtener la señal residual 154. El cuantificador residual 106' puede estar configurado para cuantificar la señal residual causada por la etapa de cuantificación 102.

En otras palabras, en la Figura 4 se ilustra el diagrama de bloques de cuantificación residual. El espectro 142 (q) se cuantifica a la inversa y se compara con el espectro original 140 (x). Seguidamente se lleva a cabo una segunda capa de cuantificación en función de los bits remanentes disponibles. La segunda etapa de cuantificación llevada a cabo por la etapa de cuantificación residual 106 es normalmente una cuantificación codiciosa, es decir, que la cuantificación se lleva a cabo línea por línea y cada valor recuantificado se efectúa independientemente de la información transmitida siguiente. De esta manera la secuencia de bits de cuantificación residual 146 (q_r) puede truncarse cada vez que la secuencia de bits 148 proporcionada por el formador de señales codificadas 108 alcance el tamaño deseado.

Tal como se muestra en la Figura 4, la etapa de cuantificación residual 106 puede además comprender una unidad de control 164, es decir un ajustador. La unidad de control 164 puede ser configurada para controlar u optimizar el cuantificador residual 106'.

Por ejemplo, la unidad de control 164 puede estar configurada para controlar el cuantificador residual 106' de tal manera que el cuantificador residual 106' cuantifique la señal residual 154 en función de la zona muerta, o de manera más precisa, en función de una anchura de la zona muerta utilizada en la etapa de cuantificación 102 para obtener la pluralidad de valores cuantificados 142 (q). Además, la unidad de control 164 puede estar configurada para controlar el cuantificador residual 106' en función de una cantidad de bits objetivo y de una cantidad de bits consumidos (por ejemplo, consumidos por los valores codificados de entropía 144 proporcionados por el codificador de entropía o por los valores codificados de entropía 144 y el o los valores cuantificados residuales ya proporcionados por el cuantificado residual 106'). Además, la unidad de control 164 puede estar configurada para controlar el cuantificador residual 106' en función de una información proporcionada por el cuantificador inverso 160. La información proporcionada por el cuantificador inverso 160 puede incluir la anchura de la zona muerta, que puede estar fijado y modificado de manera adaptativa, y que puede también incluir un factor de escala aplicado en la

primera etapa de cuantificación para normalizar el espectro y definir la etapa de cuantificación, y puede también incluir una indicación de si el valor cuantificado fue puesto en 0 o no.

5 En una cuantificación residual convencional, el Qr llevado a cabo por la etapa de cuantificación residual es una cuantificación escalar uniforme sencilla de la diferencia $x[i]-x_q[i]$:

```

10   ifx[i]>x_q[i]
      Qr[i]=(int) (0,5+(x[i]-x_q[i])/delta_r)
      Else
      Qr[i]=(int) (-0,5+(x[i]-x_q[i])/delta_r)

```

15 en el que $x[i]$ es la señal de entrada 140, en el que $x_Q[i]$ es la señal de entrada cuantificada inversa 152, en el que (int) es una función de redondeo de número entero, y en el que delta_r es la etapa de cuantificación del cuantificador residual Qr que es normalmente más pequeño que el delta de la etapa de cuantificación utilizado en el primer cuantificador Q. En general:

```

delta_r=0,5*delta

```

20 Las realizaciones de la presente invención resuelven dos problemas relacionados con la cuantificación residual. El primer problema, y el principal, es el de cómo obtener el Qr óptimo (función de la etapa de cuantificación residual 106) conociendo la primera etapa de cuantificación 102. El segundo problema consiste en cómo minimizar la falta de concordancia entre la síntesis local del codificador y la síntesis del decodificador, cuando debe estimarse la cantidad de bits remanentes.

25 Por medio del análisis del rendimiento de velocidad-distorsión, es sabido que la cuantificación uniforme (tal como se utiliza en la cuantificación residual convencional) es óptima solamente para las fuentes sin memoria y distribuidas uniformemente. Si a continuación se utiliza la codificación de entropía, la cuantificación uniforme es casi óptima para una fuente gaussiana y con tasas de bits muy elevadas. Con tasas más bajas la solución casi óptima consiste en tener una zona muerta con una cuantificación escalar de umbral uniforme (DZ-UTSQ). Esta familia de
30 cuantificadores casi óptima para un gran intervalo de distribuciones, por ejemplo gaussiana, laplaciana y laplaciana generalizada. El factor de zona muerta puede utilizarse mediante diferentes métodos. Puede optimizarse en tiempo real en función de una estimación de la distribución. Dicho de manera más sencilla, se puede fijar a un mejor valor por defecto encontrado para señales introducidas esperadas o adaptadas en función de algunas medidas, tales como la tonalidad del espectro, que también refleja la distribución.

35 A continuación, se presenta una solución para optimizar la cuantificación residual realizada por la etapa de cuantificación residual 106 dependiendo de una primera etapa DZ-UTSQ 102. El parámetro de zona muerta lleva se denomina dz y DZ-UTSQ 102 se define como:

```

40   ifx[i]>0
      Q[i]=(int) (rounding_dz+(x[i])/delta)
      Else
      Q[i]=(int) (-rounding_dz+(x[i])/delta)
      Y
45   x_q[i]=delta*Q[i]

```

50 en el que $x[i]$ es la señal de entrada 140, en el que $x_Q[i]$ es la señal de entrada cuantificada inversa 152, en el que (int) es una función de redondeo, y en el que delta es la etapa de cuantificación utilizada en DZ-UTSQ 102, y en el que $rounding_dz=1-dz/2$.

55 La Figura 5 ilustra el esquema DZ-UTSQ 102, donde la escala está normalizada en delta. La zona muerta es normalmente más grande que el tamaño de celda normalizada de la etapa 1. Una zona muerta de 1,25 es una buena estimación para la mayoría de las muestras de audio transformadas en frecuencia. Se puede reducir si la señal es más ruidosa y se puede ampliar cuando es más tonal.

60 Las realizaciones de la presente invención definen el perfeccionamiento de cuantificación óptima del error $x[i]-x_q[i]$. Debido a que la codificación residual no está restringida en cuanto a la entropía, no se adopta ninguna zona muerta adicional en la cuantificación residual Qr. Además, se supone que la distribución del error de cuantificación de la primera etapa de cuantificación 102 es uniforme en las partes izquierda y derecha de la celda de cuantificación delimitada por el nivel de reconstrucción 170. Se trata de una suposición de tasa alta, es decir, se considera que el tamaño de las nuevas celdas de cuantificación son suficientemente pequeñas para descartar los errores no distribuidos uniformemente dentro de la celda. La suposición es válida para la mayoría de las tasas de bits objetivo.

Hay dos casos principales: una muestra se cuantificó con un valor no cero y una muestra se cuantificó con un valor

cero.

Para un valor cuantificado no cero, puede asignarse 1 bit para la cuantificación residual Qr por muestra y definir dos niveles de reconstrucción relativos fac_m y fac_p:

$$\begin{aligned} \text{fac}_p &= 0,5 - \text{rounding_dz} * 0,5 = 0,25 * (\text{dz}) \\ \text{fac}_m &= 0,5 * \text{rounding_dz} = 0,5 * (1 - 0,5 * \text{dz}) \end{aligned}$$

De esta manera, fac_p puede indicar un valor absoluto normalizado en el que debe incrementarse un valor absoluto normalizado del nivel de cuantificación inversa (o el nivel de reconstrucción) 172 para obtener un primer nivel de cuantificación inversa perfeccionada 174 de los dos niveles de cuantificación inversa perfeccionada 174 y 176, en el que fac_m indica un valor absoluto normalizado mediante el cual el valor absoluto normalizado del nivel de cuantificación inversa 172 ha de disminuirse para obtener un segundo nivel de cuantificación inversa perfeccionada 176 de los dos niveles de cuantificación inversa perfeccionada 174 y 176, y en el que dz es una anchura normalizada de la zona muerta, como puede observarse en la Figura 6.

La Figura 6 ilustra los dos niveles reconstructivos relativos (o perfeccionados) 174 y 176 para un nivel de reconstrucción 172 de 1. Con un 1 bit adicional, el nivel de reconstrucción 172 puede perfeccionarse con 1-fac_m (lo que conduce al segundo nivel de cuantificación inversa perfeccionada 176) o con 1 + fac_p (lo que conduce al primer nivel de cuantificación inversa perfeccionada 174). La celda original se divide en dos celdas no uniformes. Debido a que se supone que el error de cuantificación de Q (función de cuantificación de la primera etapa de cuantificación 102) está distribuido uniformemente dentro de las nuevas celdas, la cuantificación residual Qr es óptima en términos de rendimiento R-D. Por favor obsérvese que la cuantificación Q y la cuantificación residual Qr forman una cuantificación incluida, es decir, el bit asignado a la cuantificación residual Qr puede descartarse y todavía puede llevarse a cabo Q-1.

La cuantificación residual Qr llevada a cabo por la etapa de cuantificación residual 106 puede resumirse como sigue:

$$\text{prm}[n] = \begin{cases} 0 & \text{if } x[i] < x_Q[i] \\ 1 & \text{de lo contrario} \end{cases}$$

en el que prm es una secuencia de bits generada por la etapa de cuantificación residual 106 que utiliza el valor cuantificado residual, en el que x[i] es la señal de entrada, en el que x_Q[i] es la señal de entrada cuantificada inversa, en el que n es un índice que se incrementa en 1 para cada valor cuantificado no cero que se perfecciona por Qr, y en el que i es un índice que se incrementa en 1 para cada valor cuantificado obtenido.

El Qr inverso puede expresarse como:

$$\begin{aligned} & \text{if } (x_Q[i] > 0 \ \& \ n < N_{\text{bits}}) \text{ then} \\ & x_Q[i] = \begin{cases} x_Q[i] - \text{delta} * \text{fac}_m & \text{if } \text{prm}[n] = 0 \\ x_Q[i] + \text{delta} * \text{fac}_p & \text{de lo contrario} \end{cases} \\ & \text{else if } (n < N_{\text{bits}}) \text{ then} \\ & x_Q[i] = \begin{cases} x_Q[i] - \text{delta} * \text{fac}_p & \text{if } \text{prm}[n] = 0 \\ x_Q[i] + \text{delta} * \text{fac}_m & \text{de lo contrario} \end{cases} \end{aligned}$$

Puede observarse que el Qr inverso se lleva a cabo solamente por los primeros N_bits bits. Esto significa que el codificador puede generar más bits de los que el codificador o decodificador realmente decodificarán. Se utiliza este mecanismo cuando se estima la cantidad remanente de bits y cuando es necesario generar la síntesis local en el lado del codificador. La señal reconstruida esperada se genera en el codificador, si bien es posible que el decodificador decodifique una cantidad mayor o menor de bits en función de los bits verdaderos remanentes disponibles en la secuencia de bits.

Como alternativa, puede asignarse más de 1 bit por muestra a Qr. Con el mismo principio pueden definirse los niveles de reconstrucción para potencia de 2 de niveles de reconstrucción de Qr bits.

Para un valor cuantificado cero, puede asignarse a la cuantificación residual Qr con más de 1 bit. La razón de esto es que por razones perceptuales se requiere tener cero como un nivel de reconstrucción. Con esta manera se evita por ejemplo crear una señal ruidosa artificial durante el silencio. Puede utilizarse un código de longitud variable de 3

niveles especial:

0: codificar un cero

5 10: un nivel de reconstrucción negativo

11: un nivel de reconstrucción positivo

Un nuevo nivel de reconstrucción relativo es calcular, fac_z :

10

$$fac_z = dz/3$$

De esta manera fac_z puede indicar un valor absoluto normalizado mediante el cual un valor absoluto normalizado del nivel de cuantificación inversa 172 debe incrementarse para obtener un primer nivel de cuantificación inversa perfeccionada 174 de los dos niveles de cuantificación inversa perfeccionada 174 y 176 y un valor absoluto normalizado mediante el cual un valor absoluto normalizado del nivel de cuantificación inversa debe disminuirse para obtener un segundo nivel de cuantificación inversa perfeccionada 176 de los dos niveles de cuantificación inversa perfeccionada 174 y 176, y en el que dz es una anchura normalizada de la zona muerta, como pudo observarse en la Figura 7.

15

20

La Figura 7 ilustra la cuantificación residual Q_r llevada a cabo por la etapa de cuantificación residual 106 para unos valores cuantificados cero 142. La celda alrededor del cero se divide en tres nuevas celdas uniformes.

25

La cuantificación residual Q_r llevada a cabo por la etapa de cuantificación residual 106 para un valor cuantificado cero puede resumirse como sigue

$$prm[n] = \begin{cases} 0 & \text{if } |x[i]| < (C \cdot x_Q[i]) \\ 1 & \text{de lo contrario} \end{cases}$$

$$\text{if } prm[n] = 1 \text{ then}$$

$$prm[n + 1] = \begin{cases} 0 & \text{if } x[i] < 0 \\ 1 & \text{de lo contrario} \end{cases}$$

30

en el que C depende de la zona muerta de la etapa de cuantificación y puede calcularse como $C = \delta \cdot (fac_z/2)$, en el que prm es una secuencia de bits generada por la etapa de cuantificación residual 106 utilizando el valor cuantificado residual, en el que $x[i]$ es la señal de entrada, en el que $x_Q[i]$ es la señal de entrada cuantificada inversa. El índice n se incrementa en 1 para cada valor cuantificado cero recuantificado en cero, en el que n se incrementa en 2 para cada valor cuantificado en cero recuantificado a un valor no cero.

35

El Q_r inverso puede expresarse a continuación como:

$$\text{if } (n < N_{bits}) \text{ then} \\ x_Q[i] = \begin{cases} \delta * fac_z & \text{if } prm[n] = 1 \ \& \ prm[n + 1] = 1 \\ -\delta * fac_z & \text{if } prm[n] = 1 \ \& \ prm[n + 1] = 0 \\ 0 & \text{de lo contrario} \end{cases}$$

40

Las realizaciones de la presente invención pueden ampliarse fácilmente con la suposición que la distribución dentro de la celda de cuantificación original no es uniforme. En este caso, los niveles de reconstrucción relativos pueden derivarse en función de la distribución del error de cuantificación. Una manera de lograr esto consiste en dividir la celda de cuantificación original en nuevas celdas más pequeñas, no uniformes. También puede utilizarse un segundo parámetro de zona muerta.

45

Seguidamente se describen brevemente otras realizaciones del codificador 100 y del decodificador 120.

En primer lugar, se describe el codificador 100.

La cuantificación residual es una capa de cuantificación de perfeccionamiento que perfecciona la primera etapa de SQ (o etapa de cuantificación 102). Aprovecha bits eventuales no utilizados, es decir, bits no utilizados = target_bits_nbits, donde nbits es el número de bits consumidos por el codificador de entropía 104. La cuantificación residual adopta una estrategia codiciosa y ninguna entropía para detener la codificación cada vez que la secuencia de bits alcanza el tamaño deseado.

El perfeccionamiento consiste en recuantificar el espectro cuantificado línea por línea. En primer lugar, se procesan las líneas cuantificadas no cero con un cuantificador residual de 1 bit:

```

if( $X[k] < \hat{X}[k]$ ) then
  write_bit(0)
else then
  write_bit(1)

```

De esta manera, $X[k]$ es una muestra escalada de la señal de entrada 140 y $\hat{X}[k]$ es la correspondiente muestra escalada de la señal de entrada cuantificada inversa 152.

Finalmente, si los bits remanentes lo permiten, se consideran las líneas cuantificadas en cero y se cuantifican con 3 niveles como sigue:

```

fac_z = (1 - rounding_dz) · 0,66
if(  $|X[k]| < 0,5 \cdot fac_z \cdot \hat{X}[k]$  ) then
  write_bit(0)
else then
  write_bit(1)
  write_bit((1 + sgn( $X[k]$ )) / 2)

```

De esta manera, $X[k]$ es una muestra escalada de la señal de entrada 140, $\hat{X}[k]$ es la correspondiente muestra escalada de la señal de entrada cuantificada inversa 152, fac_z puede indicar un valor absoluto normalizado mediante el cual un valor absoluto normalizado del nivel de cuantificación inversa 172 ha de incrementarse para obtener un primer nivel de cuantificación inversa perfeccionada 174 de los dos niveles de cuantificación inversa perfeccionada 174 y 176 y un valor absoluto normalizado mediante el cual debe disminuirse un valor absoluto normalizado del nivel de cuantificación inversa para obtener un segundo nivel de cuantificación inversa perfeccionada 176 de los dos niveles de cuantificación inversa perfeccionada 174 y 176 en el que rounding_dz=1-dz/2.

En segundo lugar, se describe el decodificador 120

Los bits remanentes perfeccionan las líneas decodificadas no cero. Se lee 1 bit por valor espectral no cero:

```

fac_p = (1 - rounding_dz) / 2
fac_m = rounding_dz / 2
if (read_bit() == 0) then
   $\hat{X}[k] = \begin{cases} \hat{X}[k] - fac_m & \text{if } \hat{X}[k] > 0 \\ \hat{X}[k] - fac_p & \text{de lo contrario} \end{cases}$ 
else then
   $\hat{X}[k] = \begin{cases} \hat{X}[k] + fac_p & \text{if } \hat{X}[k] > 0 \\ \hat{X}[k] + fac_m & \text{de lo contrario} \end{cases}$ 

```

De esta manera, $X[k]$ es la señal de entrada 140, $\hat{X}[k]$ es la señal de entrada cuantificada inversa 152, fac_p puede

indicar un valor absoluto normalizado mediante el cual ha de incrementarse un valor absoluto normalizado del nivel de cuantificación inversa (o nivel de reconstrucción) 172 para obtener un primer nivel de cuantificación inversa perfeccionada 174 de los dos niveles de cuantificación inversa perfeccionada 174 y 176, y *fac_mn* puede indicar un valor absoluto normalizado mediante el cual ha de disminuirse el valor absoluto normalizado del nivel de cuantificación inversa 172 para obtener un segundo nivel de cuantificación inversa perfeccionada 176 de los dos niveles de cuantificación inversa perfeccionada 174 y 176 en el que *rounding_dz=1-dz/2*

Si quedan al menos 2 bits para leer, se perfecciona un valor cero como:

$$fac_z = (1 - rounding_dz) \cdot 0,66$$

if(read_bit() == 0) then

$$\hat{X}[k] = 0$$

else then

if(read_bit() == 0) then

$$\hat{X}[k] = -fac_z$$

else then

$$\hat{X}[k] = fac_z$$

10

De esta manera, $X[k]$ es una muestra escalada de la señal de entrada 140, $X[k]$ es la correspondiente muestra escalada de la señal de entrada cuantificada inversa 152, *fac_z* puede indicar un valor absoluto normalizado mediante el cual ha de incrementarse un valor absoluto normalizado del nivel de cuantificación inversa 172 para obtener un primer nivel de cuantificación inversa perfeccionada 174 de los dos niveles de cuantificación inversa perfeccionada 174 y 176, y un valor absoluto normalizado mediante el cual ha de disminuirse un valor absoluto normalizado del nivel de cuantificación inversa para obtener un segundo nivel de cuantificación inversa perfeccionada 176 de los dos niveles de cuantificación inversa perfeccionada 174 y 176 en el que *rounding_dz=1-dz/2*.

20

La Figura 8 muestra un diagrama de flujo de un método para codificar 200 de acuerdo con una realización. El método 200 comprende una etapa 202 para cuantificar una señal de entrada para obtener una pluralidad de valores cuantificados que utilizan una zona muerta, una etapa 204 para codificar la pluralidad de valores cuantificados utilizando un esquema de codificación de entropía para obtener una pluralidad de valores codificadas en entropía, una etapa 206 para cuantificar una señal residual causada por una cuantificación en la etapa de cuantificación y determinar una pluralidad de valores cuantificados residuales en función de la zona muerta de la etapa de cuantificación, y una etapa 208 de formación de una secuencia de bits a partir de la pluralidad de valores codificadas de entropía y la pluralidad de valores cuantificados residuales.

25

La Figura 9 muestra un diagrama de flujo de un método para decodificar 220 de acuerdo con una realización. El método 220 comprende una etapa 222 de análisis de una señal codificada para obtener una pluralidad de valores codificados de entropía y un valor cuantificado residual; una etapa 224 para decodificar la pluralidad de valores codificados de entropía utilizando un esquema de decodificación de entropía para obtener una pluralidad de valores cuantificados; una etapa 226 para cuantificar inversamente la pluralidad de valores cuantificados utilizando una zona muerta para obtener una señal de salida; y una etapa 228 de perfeccionamiento de un nivel de cuantificación inversa utilizado para obtener la señal de salida en función de una zona muerta y el valor cuantificado residual.

35

Si bien se han descrito algunos aspectos en el contexto de un aparato, es evidente que estos aspectos también representan una descripción del correspondiente método, donde un bloque o dispositivo corresponden a una etapa de método o a una característica de una etapa de método. De manera análoga, los aspectos descritos en el contexto de una etapa de método también representan una descripción del correspondiente bloque o elemento o característica de un correspondiente aparato. Algunas de las etapas de método, o todas ellas, pueden ejecutarse mediante un aparato de hardware (o utilizando un aparato de hardware), tal como por ejemplo, un microprocesador, un ordenador programable o un circuito electrónico. En algunas realizaciones, algunas o más de las etapas de método más importantes pueden ejecutarse mediante un aparato de este tipo.

45

En función de determinados requisitos de implementación, las realizaciones de la invención pueden implementarse en hardware o en software. La implementación puede llevarse a cabo utilizando un medio de almacenamiento digital, por ejemplo un disco flexible, un DVD, un Blu-Ray, un CD, una memoria ROM, PROM, EPROM, EEPROM o FLASH, que tienen señales de control electrónicamente legibles almacenadas en los mismos, que cooperan (o son capaces de cooperar) con un sistema informático programable de tal manera que se lleva a cabo el método respectivo. Por lo

50

tanto, el medio de almacenamiento digital puede ser legible por ordenador.

5 Algunas realizaciones de acuerdo con la invención comprenden un portador de datos que tiene señales de control electrónicamente legibles, que son capaces de cooperar con un sistema informático programable, de tal manera que se lleva a cabo uno de los métodos descritos en el presente documento.

10 En términos generales, las realizaciones de la presente invención pueden implementarse como un producto programa informático provisto de un código de programa, siendo el código de programa operativo para llevar a cabo uno de los métodos cuando el producto programa informático se ejecuta en una computadora. El código de programa puede estar almacenado, por ejemplo, en un portador legible por máquina. Otras realizaciones comprenden el programa informático para llevar a cabo uno de los métodos descritos en el presente documento, almacenado en un portador legible por máquina.

15 En otras palabras, una realización del método inventivo es, por lo tanto, un programa informático que tiene un código de programa para llevar a cabo uno de los métodos descritos en el presente documento, cuando el programa informático se ejecuta en un ordenador.

20 Otra realización de los métodos de acuerdo con la invención es, por lo tanto, un portador de datos (o un medio de almacenamiento digital, o un medio legible por ordenador) que comprende, grabado en el mismo, el programa informático para llevar a cabo uno de los métodos descritos en el presente documento. El portador de datos, el medio de almacenamiento digital o el medio grabado son típicamente tangibles y/o no transitorios.

25 Otra realización del método inventivo es, por lo tanto, una secuencia de datos o una secuencia de señales que representan el programa informático para llevar a cabo uno de los métodos descritos en el presente documento. La secuencia de datos o la secuencia de señales, puede estar configurada, por ejemplo, para transferirse mediante una conexión de comunicación de datos, por ejemplo mediante la Internet.

30 Otra realización comprende un medio de procesamiento, por ejemplo, un ordenador, o un dispositivo lógico programable, configurados para, o adaptados para, llevar a cabo uno de los métodos descritos en el presente documento.

Otra realización comprende un ordenador que tiene instalado en el mismo el programa informático para llevar a cabo uno de los métodos descritos en el presente documento.

35 Otra realización de acuerdo con la invención comprende un aparato o un sistema configurados para transferir (por ejemplo, electrónicamente u ópticamente) un programa informático para llevar a cabo uno de los métodos descritos en el presente documento, a un receptor. El receptor puede ser, por ejemplo, un ordenador, un dispositivo móvil, un dispositivo de memoria o similar. El aparato o sistema puede, por ejemplo, comprender un servidor de archivos para transferir el programa informático al receptor.

40 En algunas realizaciones, puede utilizarse un dispositivo lógico programable (por ejemplo, un campo de matrices de puertas programables, para llevar a cabo algunas, o la totalidad de, las funcionalidades de los métodos descritos en el presente documento. En algunas realizaciones, un campo de matrices de puertas programables puede cooperar con un microprocesador para llevar a cabo uno de los métodos descritos en el presente documento. En términos generales, los métodos se llevan a cabo preferentemente mediante cualquier aparato de hardware.

45 Las realizaciones anteriormente descritas son meramente ilustrativas de los principios de la presente invención. Se da por entendido que modificaciones y variaciones en las disposiciones y detalles descritos en el presente documento serán evidentes para los expertos en la materia. Por lo tanto, la invención está destinada a quedar limitada solamente por el alcance de las reivindicaciones de patente siguientes y no por los detalles específicos que se han presentado a modo de descripción y explicación de las realizaciones del presente documento.

REIVINDICACIONES

1. Codificador (100), que comprende:

5 una etapa de cuantificación (102) configurada para cuantificar una señal de entrada (140) utilizando una zona muerta para obtener una pluralidad de valores cuantificados (142);
 un codificador de entropía (104) configurado para codificar la pluralidad de valores cuantificados (142) utilizando un esquema de codificación de entropía para obtener una pluralidad de valores codificados de entropía (144);
 10 una etapa de cuantificación residual (106) configurada para cuantificar una señal residual causada por la etapa de cuantificación (102), en el que la etapa de cuantificación residual (106) está configurada para determinar, para un valor cuantificado no cero, al menos un valor cuantificado residual (146) en función de una anchura de la zona muerta de la etapa de cuantificación (102); y
 un formador de señales codificadas (108) configurado para formar una señal codificada (148) a partir de la pluralidad de valores codificados de entropía (144) y del al menos un valor cuantificado residual (146);
 15 en el que el formador de señales codificadas (108) está configurado para formar la señal codificada (148) mediante la anexión del al menos un valor cuantificado residual (146) o de una pluralidad de valores cuantificados residuales (146) a la pluralidad de valores codificados de entropía (144) hasta que la señal codificada (148) comprenda una longitud máxima disponible para una transferencia a un decodificador;
 en el que el al menos un valor cuantificado residual (146) no está codificado por entropía para detener la
 20 codificación cada vez que la señal codificada (148) comprenda la longitud máxima disponible para la transferencia al decodificador;
 en el que la etapa de cuantificación residual (106) está configurada para recuantificar el espectro cuantificado línea por línea, determinando, en primer lugar, el al menos un valor cuantificado residual (146) de manera que el valor cuantificado residual (146) comprende 1 bit para un valor cuantificado no cero, en el que la etapa de
 25 cuantificación residual (106) está configurada para determinar el valor cuantificado residual (146) basándose en la sintaxis

$$prm[n] = \begin{cases} 0 & \text{if } x[i] < x_Q[i] \\ 1 & \text{de lo contrario} \end{cases}$$

30 en la que prm es una secuencia de bits generada por la etapa de cuantificación residual (106) utilizando el valor cuantificado residual (146); en la que x[i] es la señal de entrada (140), en la que x_Q[i] es la señal de entrada cuantificada inversa (152), en la que n es un índice que se incrementa en 1 para cada valor cuantificado no cero, y en la que i es un índice que se incrementa en 1 para cada valor cuantificado obtenido (142);
 y en segundo lugar, si los bits remanentes lo permiten, determinar el valor cuantificado residual (146) de tal
 35 manera que el valor cuantificado residual (146) comprende 2 bits para un valor cuantificado cero, en el que la etapa de cuantificación residual (106) está configurada para determinar el valor cuantificado residual (146) basándose en la sintaxis

$$prm[n] = \begin{cases} 0 & \text{if } |x[i]| < (C \cdot x_Q[i]) \\ 1 & \text{de lo contrario} \end{cases}$$

if prm[n] == 1 *then*

$$prm[n + 1] = \begin{cases} 0 & \text{if } x[i] < 0 \\ 1 & \text{de lo contrario} \end{cases}$$

40 en la que C depende de la zona muerta de la etapa de cuantificación (102), en la que prm es una secuencia de bits generada por la etapa de cuantificación residual (106) utilizando el valor cuantificado residual (146), en la que x[i] es la señal de entrada, en la que x_Q[i] es la señal de entrada cuantificada inversa (152), en la que n es un índice que se incrementa en 1 para cada valor cuantificado cero que se recuantifica a un valor cuantificado
 45 cero y se incrementa en 2 para cada valor cuantificado cero que se recuantifica a un valor cuantificado no cero, y en la que i es un índice que se incrementa en 1 para cada valor cuantificado obtenido (142).

2. Codificador (100) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la etapa de cuantificación residual (106) comprende:

50 un cuantificador inverso (160) configurado para cuantificar a la inversa la pluralidad de valores cuantificados (112) en función de la zona muerta de la etapa de cuantificación (102) para obtener una señal de entrada cuantificada inversa (152);
 en el que la etapa de cuantificación residual (106) está configurada para determinar el al menos un valor
 55 cuantificado residual (146) de tal manera que el valor cuantificado residual (146) comprende 1 bit para un valor cuantificado no cero; y

en el que la etapa de cuantificación residual (106) está configurada para determinar, para el valor cuantificado no cero, que el valor cuantificado residual (146) comprende un 0 lógico si la señal de entrada (140) es más pequeña que la señal de entrada cuantificada inversa (152) para el valor cuantificado no cero, y para determinar si no, para el valor cuantificado no cero, que el valor cuantificado residual (146) comprende un 1 lógico.

5 3. Codificador (100) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 2, en el que la etapa de cuantificación residual (106) comprende:

10 un cuantificador inverso (160) configurado para cuantificar a la inversa la pluralidad de valores cuantificados (142) en función de la zona muerta para obtener una señal de entrada cuantificada inversa (152); y
un comparador (162) configurado para comparar la señal de entrada (140) y la señal de entrada cuantificada inversa (152).

15 4. Codificador (100) de acuerdo con la reivindicación 3, en el que el comparador (162) está configurado para comparar la señal de entrada (140) y la señal de entrada cuantificada inversa (152) para obtener la señal residual (154);
en el que la etapa de cuantificación residual (106) está configurada para cuantificar la señal residual (154) en función de la zona muerta.

20 5. Codificador (100) de acuerdo con la reivindicación 4, en el que la etapa de cuantificación residual (106) está configurada para determinar el al menos un valor cuantificado residual (146) de tal manera que el valor cuantificado residual (146) comprende 1 bit para un valor cuantificado no cero; y
en el que la etapa de cuantificación residual está configurada para determinar, para el valor cuantificado no cero, que el valor cuantificado residual (146) comprende un 0 lógico si la señal residual (154) es negativa para el valor
25 cuantificado no cero, y para determinar si no, para el valor cuantificado no cero, que el valor cuantificado residual (146) comprende un 1 lógico.

30 6. Codificador (100) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el formador de señales codificadas (108) está configurado para proporcionar una secuencia de bits como la señal codificada (148), en el que el formador de señales codificadas (108) está configurado para formar la secuencia de bits a partir de la pluralidad de valores codificados de entropía (144) y de la pluralidad de valores cuantificados residuales (146), en el que el formador de señales codificadas (108) está configurado para anexar los valores cuantificados residuales (146) a los valores codificados de entropía (144), en el que la etapa de cuantificación residual (106) comprende:

35 un cuantificador residual (106'); y
un ajustador (164) configurado para controlar el cuantificador residual (106') para cuantificar la señal residual en función de una anchura de la zona muerta utilizada en la etapa de cuantificación (102) para obtener la pluralidad de valores cuantificados (142);
en el que el ajustador (164) está configurado para obtener una cantidad de bits objetivo y una cantidad de bits
40 consumidos; y
en el que el ajustador (164) está configurado para controlar la etapa de cuantificación residual para detener la determinación de los valores cuantificados residuales cuando la secuencia de bits comprende la cantidad de bits objetivo.

45 7. Decodificador (120), que comprende:

un analizador de señales codificadas (122) configurado para analizar una señal de audio codificada (148) para obtener una pluralidad de valores codificados de entropía (144) y al menos un valor cuantificado residual (146);
50 un decodificador de entropía (124) configurado para decodificar la pluralidad de valores codificados de entropía (144) utilizando un esquema de decodificación de entropía para obtener una pluralidad de valores cuantificados (142); y
una etapa de cuantificación inversa (126) configurada para cuantificar a la inversa la pluralidad de valores cuantificados (142) para obtener una señal de salida (150);
en el que la etapa de cuantificación inversa (126) está configurada para perfeccionar un nivel de cuantificación inversa (172) utilizado para obtener la señal de salida (150) en función del valor cuantificado residual (146);
55 en el que la etapa de cuantificación inversa (126) está configurada para perfeccionar un nivel de cuantificación inversa (172) para un valor cuantificado no cero en función de un valor cuantificado residual (146) y de una anchura de la zona muerta;
en el que la etapa de cuantificación inversa (126) está configurada para perfeccionar el nivel de cuantificación inversa (172) mediante la determinación de un nivel de cuantificación inversa perfeccionada (174, 176) en
60 función de la zona muerta;
en el que la etapa de cuantificación inversa (126) está configurada para determinar dos niveles de cuantificación inversa perfeccionada (174, 176) para un valor cuantificado no cero, en el que la etapa de cuantificación inversa (126) está configurada para obtener la señal de salida (150) mediante la utilización de uno de los dos niveles de

cuantificación inversa perfeccionada (174, 176) indicados mediante el valor cuantificado residual; en el que la etapa de cuantificación inversa (126) está configurada para determinar los dos niveles de cuantificación inversa perfeccionada (174, 176) para un valor cuantificado no cero basándose en los dos factores:

$$\text{fac_p} = 0,25 * dz$$

$$\text{fac_m} = 0,5 * (1 - 0,5 * dz)$$

en el que fac_p indica un valor absoluto normalizado mediante el cual ha de incrementarse un valor absoluto normalizado del nivel de cuantificación inversa (172) para obtener uno primero de los dos niveles de cuantificación inversa perfeccionada (174), en el que fac_m indica un valor absoluto normalizado mediante el cual ha de disminuirse el valor absoluto normalizado del nivel de cuantificación inversa (172) para obtener uno segundo de los dos niveles de cuantificación inversa perfeccionada (176), y en el que dz es una anchura normalizada de la zona muerta;

en el que la etapa de cuantificación inversa (126) está configurada para determinar dos niveles de cuantificación inversa perfeccionada (174, 176) para un valor cuantificado cero, en el que la etapa de cuantificación inversa (126) está configurada para obtener la señal de salida (150) mediante la utilización de uno del nivel de cuantificación inversa (172) y dos niveles de cuantificación inversa perfeccionada (174, 176) indicados mediante el valor cuantificado residual;

en el que la etapa de cuantificación inversa (126) está configurada para determinar los dos niveles de cuantificación inversa perfeccionada (174, 176) para el valor cuantificado cero basándose en el factor:

$$\text{fac_z} = dz / 3$$

en el que fac_z indica un valor absoluto normalizado mediante el cual ha de incrementarse un valor absoluto normalizado del nivel de cuantificación inversa (172) para obtener uno primero de los dos niveles de cuantificación inversa perfeccionada (174) y un valor absoluto normalizado mediante el cual ha de disminuirse un valor absoluto normalizado del nivel de cuantificación inversa (172) para obtener uno segundo de los dos niveles de cuantificación inversa perfeccionada (176), y en el que dz es una anchura normalizada de la zona muerta.

8. Decodificador (120) de acuerdo con la reivindicación 7, en el que la etapa de cuantificación inversa (126) está configurada para incrementar un valor absoluto normalizado del nivel de cuantificación inversa (172) en un valor de incremento para obtener uno primero de los dos niveles de cuantificación inversa perfeccionada (174); en el que la etapa de cuantificación inversa (126) está configurada para disminuir un valor absoluto normalizado del nivel de cuantificación inversa (172) en un valor de disminución para obtener uno segundo de los dos niveles de cuantificación inversa perfeccionada (174); y en el que el valor de aumento y el valor de disminución son diferentes entre sí.

9. Decodificador (120) de acuerdo con una de las reivindicaciones 7 u 8, en el que la etapa de cuantificación inversa (126) está configurada para incrementar un valor absoluto normalizado del nivel de cuantificación inversa (172) en un valor de incremento para obtener uno primero de los dos niveles de cuantificación inversa perfeccionada (174); en el que la etapa de cuantificación inversa (126) está configurada para disminuir un valor absoluto normalizado del nivel de cuantificación inversa (172) en un valor de disminución a efectos de obtener uno segundo de los dos niveles de cuantificación inversa perfeccionada (174).

10. Sistema, que comprende:

un codificador (100) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6; y un decodificador (120) de acuerdo con una de las reivindicaciones 7 a 9.

11. Método (200) para codificar, comprendiendo el método:

cuantificar (202) una señal de audio de entrada para obtener una pluralidad de valores cuantificados utilizando una zona muerta; codificar (204) la pluralidad de valores cuantificados utilizando un esquema de codificación de entropía para obtener una pluralidad de valores codificados de entropía; cuantificar (206) una señal residual causada por cuantificación de la señal de entrada, en el que cuantificar (206) la señal residual comprende determinar, para un valor cuantificado no cero, al menos un valor cuantificado residual en función de una anchura de la zona muerta de la etapa de cuantificación; y formar (208) una secuencia de bits a partir de la pluralidad de valores codificados de entropía y el al menos un valor cuantificado residual; en el que formar (208) la secuencia de bits comprende anexar el al menos un valor

cuantificado residual (146) o una pluralidad de valores cuantificados residuales (146) a la pluralidad de valores codificados de entropía (144) hasta que la señal codificada (148) comprenda una longitud máxima disponible para una transferencia a un decodificador;

5 en el que el al menos un valor cuantificado residual (146) no está codificado por entropía para detener la codificación cada vez que la señal codificada (148) comprenda la longitud máxima disponible para la transferencia al decodificador;

10 en el que cuantificar (206) la señal residual comprende recuantificar el espectro cuantificado línea por línea, determinando, en primer lugar, el al menos un valor cuantificado residual (146) de manera que el valor cuantificado residual (146) comprende 1 bit para un valor cuantificado no cero, en el que la etapa de cuantificación residual (106) está configurada para determinar el valor cuantificado residual (146) basándose en la sintaxis

$$prm[n] = \begin{cases} 0 & \text{if } x[i] < x_Q[i] \\ 1 & \text{de lo contrario} \end{cases}$$

15 en la que prm es una secuencia de bits generada por la etapa de cuantificación residual (106) utilizando el valor cuantificado residual (146); en la que x[i] es la señal de entrada (140), en la que x_Q[i] es la señal de entrada cuantificada inversa (152), en la que n es un índice que se incrementa en 1 para cada valor cuantificado no cero, y en la que i es un índice que se incrementa en 1 para cada valor cuantificado obtenido (142);

20 y en segundo lugar, si los bits remanentes lo permiten, determinar el valor cuantificado residual (146) de tal manera que el valor cuantificado residual (146) comprende 2 bits para un valor cuantificado cero, en el que la etapa de cuantificación residual (106) está configurada para determinar el valor cuantificado residual (146) basándose en la sintaxis

$$prm[n] = \begin{cases} 0 & \text{if } |x[i]| < (C \cdot x_Q[i]) \\ 1 & \text{de lo contrario} \end{cases}$$

if prm[n] == 1 *then*

$$prm[n + 1] = \begin{cases} 0 & \text{if } x[i] < 0 \\ 1 & \text{de lo contrario} \end{cases}$$

25 en la que C depende de la zona muerta de la etapa de cuantificación (102), en la que prm es una secuencia de bits generada por la etapa de cuantificación residual (106) utilizando el valor cuantificado residual (146), en la que x[i] es la señal de entrada, en la que x_Q[i] es la señal de entrada cuantificada inversa (152), en la que n es un índice que se incrementa en 1 para cada valor cuantificado cero que se recuantifica a un valor cuantificado cero y se incrementa en 2 para cada valor cuantificado cero que se recuantifica a un valor cuantificado no cero, y en la que i es un índice que se incrementa en 1 para cada valor cuantificado obtenido (142).

12. Método (220) para decodificar, comprendiendo el método:

35 analizar (222) una señal de audio codificada para obtener una pluralidad de valores codificados de entropía y un valor residual;

decodificar (224) la pluralidad de valores codificados de entropía (144) utilizando un esquema de decodificación de entropía para obtener una pluralidad de valores cuantificados;

cuantificar a la inversa (226) la pluralidad de valores cuantificados para obtener una señal de salida; y

40 perfeccionar (228) un nivel de cuantificación inversa utilizado para obtener la señal de salida en función de una anchura de una zona muerta y del valor cuantificado residual;

en el que perfeccionar (228) el nivel de cuantificación inversa comprende perfeccionar un nivel de cuantificación inversa (172) para un valor cuantificado no cero en función de un valor cuantificado residual (146) y de una anchura de la zona muerta;

45 en el que perfeccionar (228) el nivel de cuantificación inversa comprende perfeccionar el nivel de cuantificación inversa (172) determinando un nivel de cuantificación inversa perfeccionada (174, 176) en función de la zona muerta;

en el que perfeccionar (228) el nivel de cuantificación inversa comprende determinar dos niveles de cuantificación inversa perfeccionada (174, 176) para un valor cuantificado no cero, en el que

50 la etapa de cuantificación inversa (126) está configurada para obtener la señal de salida (150) mediante la utilización de uno de los dos niveles de cuantificación inversa perfeccionada (174, 176) indicados mediante el valor cuantificado residual;

en el que perfeccionar (228) el nivel de cuantificación inversa comprende determinar los dos niveles de cuantificación inversa perfeccionada (174, 176) para un valor cuantificado no cero basándose en los dos factores:

55

ES 2 688 103 T3

$$\text{fac_p} = 0,25 * dz$$

$$\text{fac_m} = 0,5 * (1 - 0,5 * dz)$$

5 en el que fac_p indica un valor absoluto normalizado mediante el cual ha de incrementarse un valor absoluto normalizado del nivel de cuantificación inversa (172) para obtener uno primero de los dos niveles de cuantificación inversa perfeccionada (174), en el que fac_m indica un valor absoluto normalizado mediante el cual ha de disminuirse el valor absoluto normalizado del nivel de cuantificación inversa (172) para obtener uno segundo de los dos niveles de cuantificación inversa perfeccionada (176), y en el que dz es una anchura normalizada de la zona muerta;

10 en el que perfeccionar (228) el nivel de cuantificación inversa comprende determinar los dos niveles de cuantificación inversa perfeccionada (174, 176) para un valor cuantificado cero, en el que la etapa de cuantificación inversa (126) está configurada para obtener la señal de salida (150) mediante la utilización de uno del nivel de cuantificación inversa (172) y dos niveles de cuantificación inversa perfeccionada (174, 176) indicados mediante el valor cuantificado residual; en el que perfeccionar (228) el nivel de cuantificación inversa comprende determinar los dos niveles de cuantificación inversa perfeccionada (174, 176) para el valor cuantificado cero basándose en el factor:

$$\text{fac_z} = dz / 3$$

20 en el que fac_z indica un valor absoluto normalizado mediante el cual ha de incrementarse un valor absoluto normalizado del nivel de cuantificación inversa (172) para obtener uno primero de los dos niveles de cuantificación inversa perfeccionada (174) y un valor absoluto normalizado mediante el cual ha de disminuirse un valor absoluto normalizado del nivel de cuantificación inversa (172) para obtener uno segundo de los dos niveles de cuantificación inversa perfeccionada (176), y en el que dz es una anchura normalizada de la zona muerta.

25

13. Programa informático adaptado para llevar a cabo un método de acuerdo con la reivindicación 11 o 12.

100

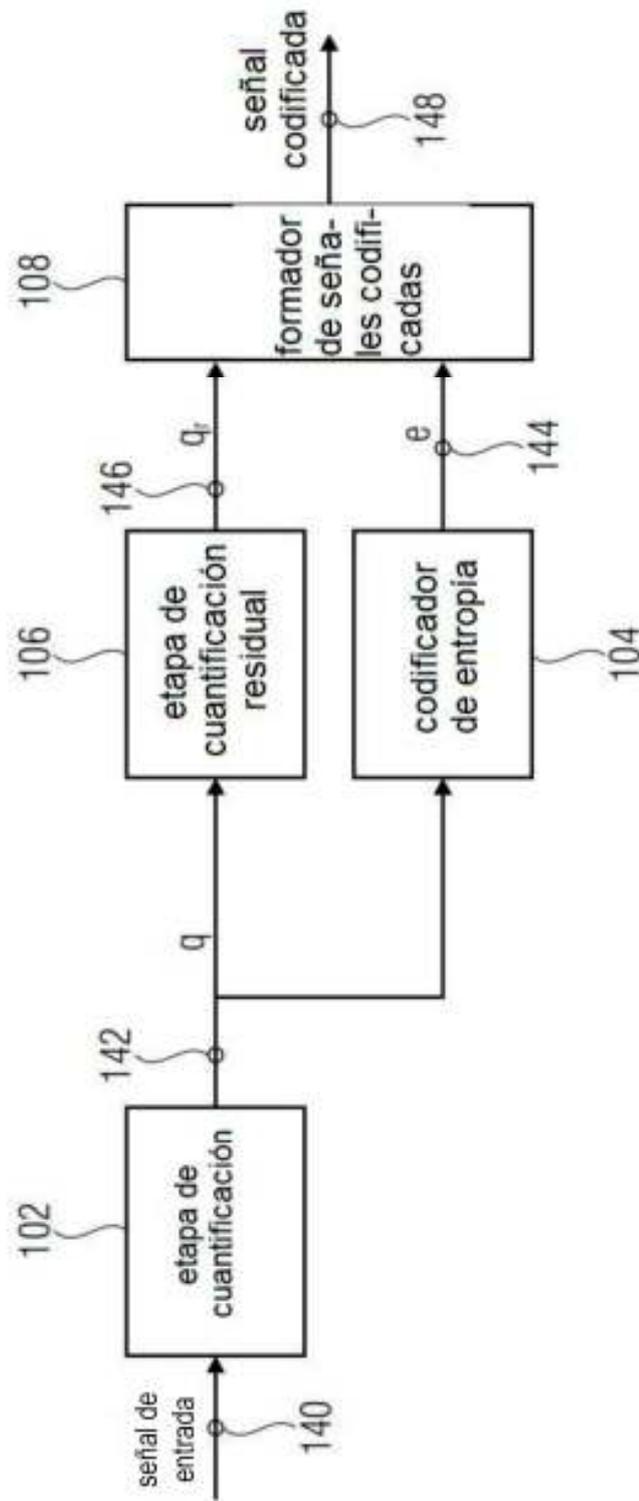


FIG 1

120

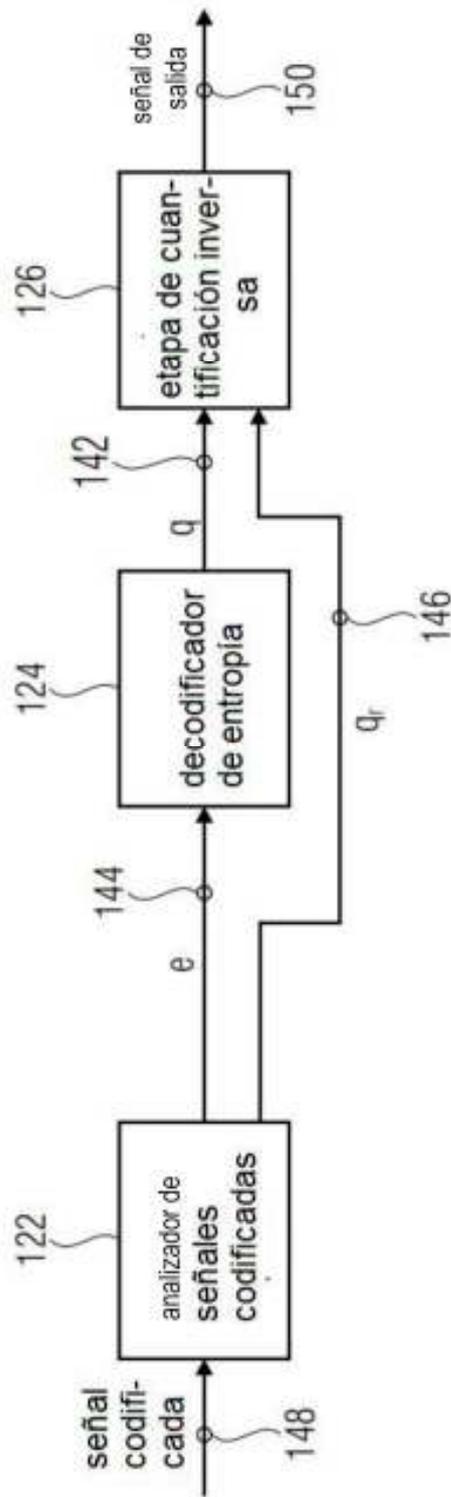


FIG 2

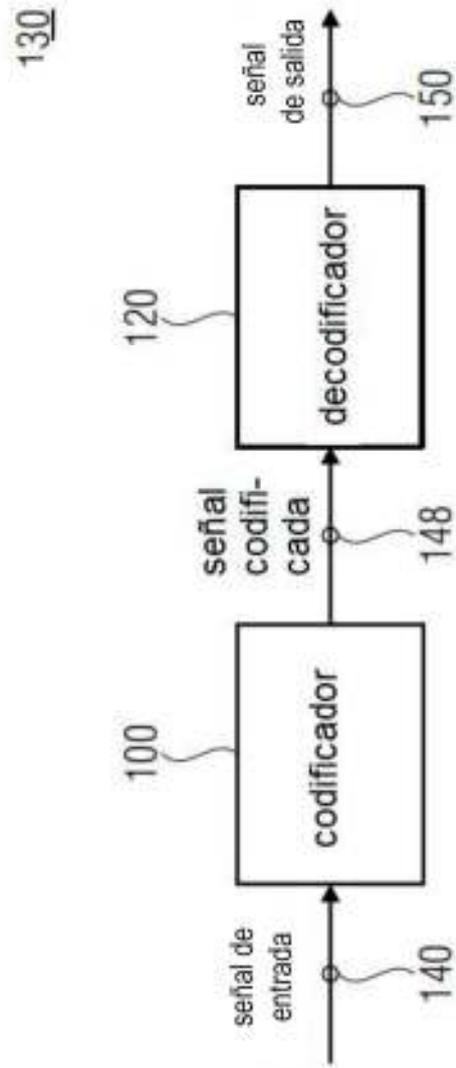


FIG 3

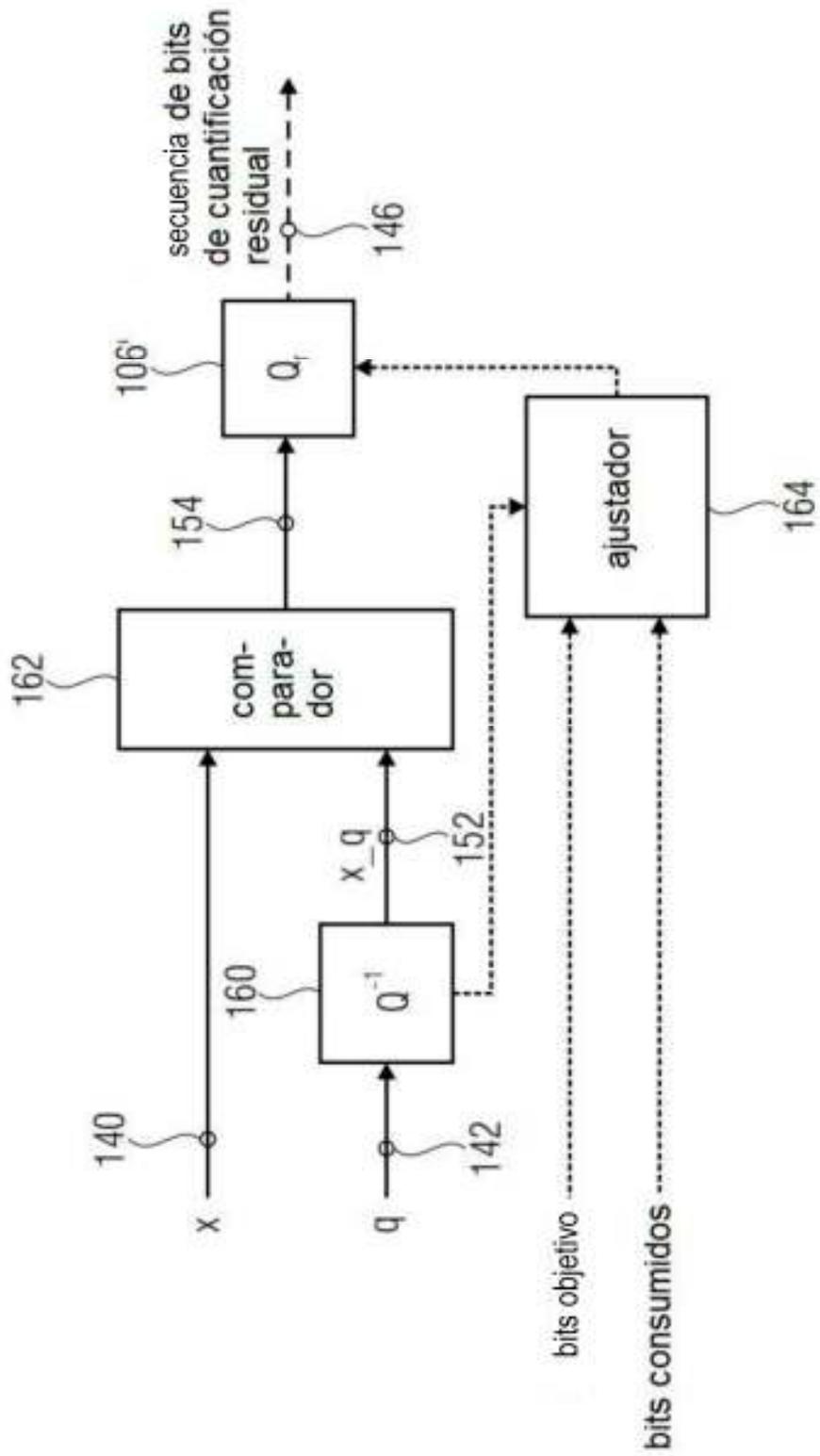
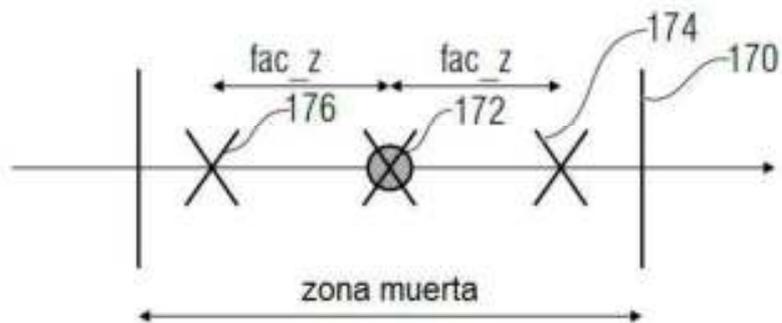
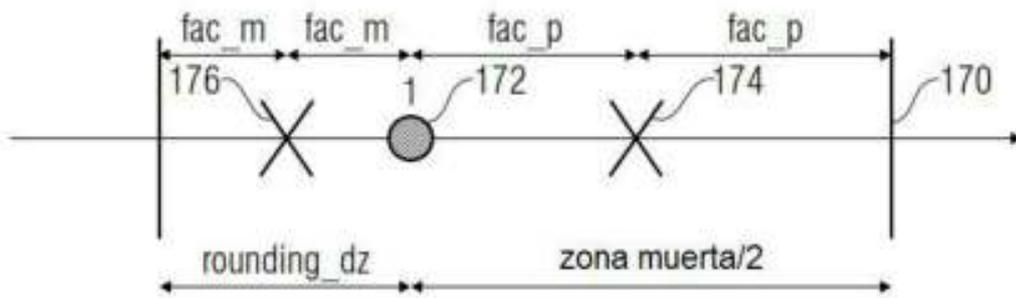
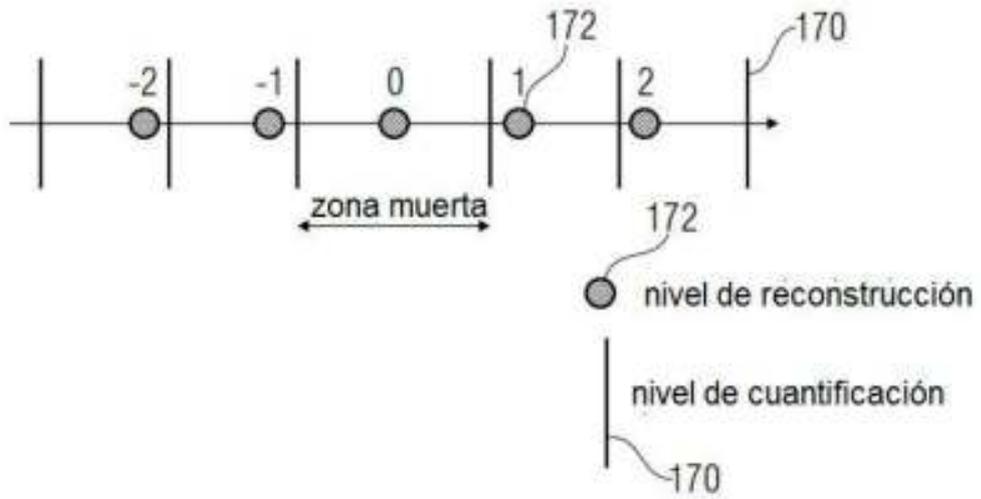


FIG 4



200

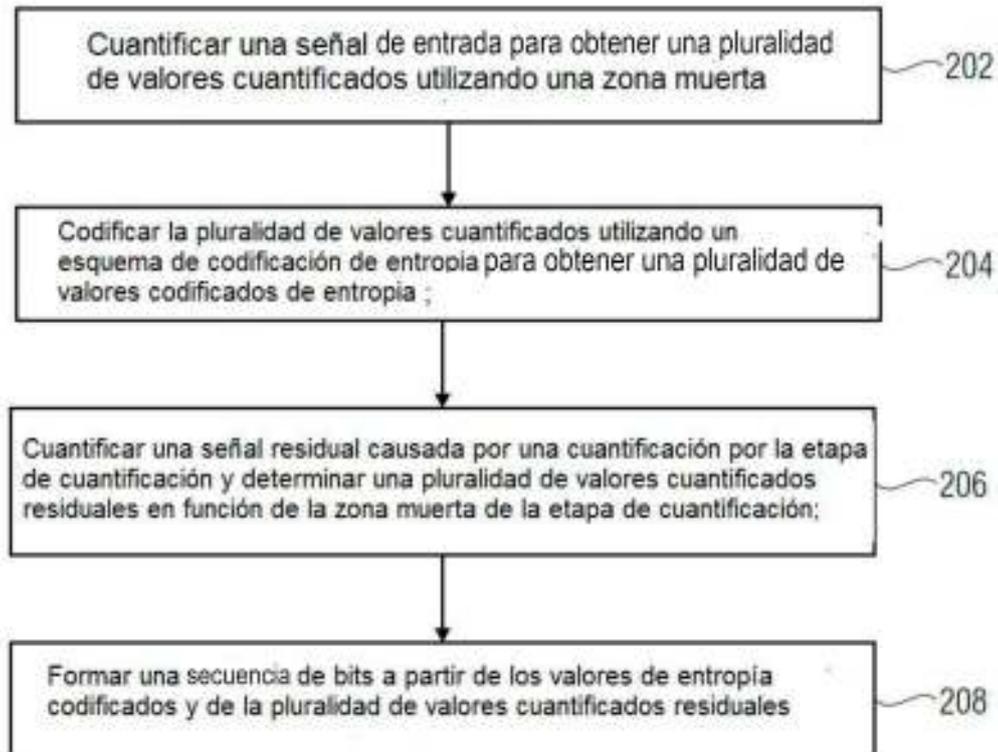


FIG 8

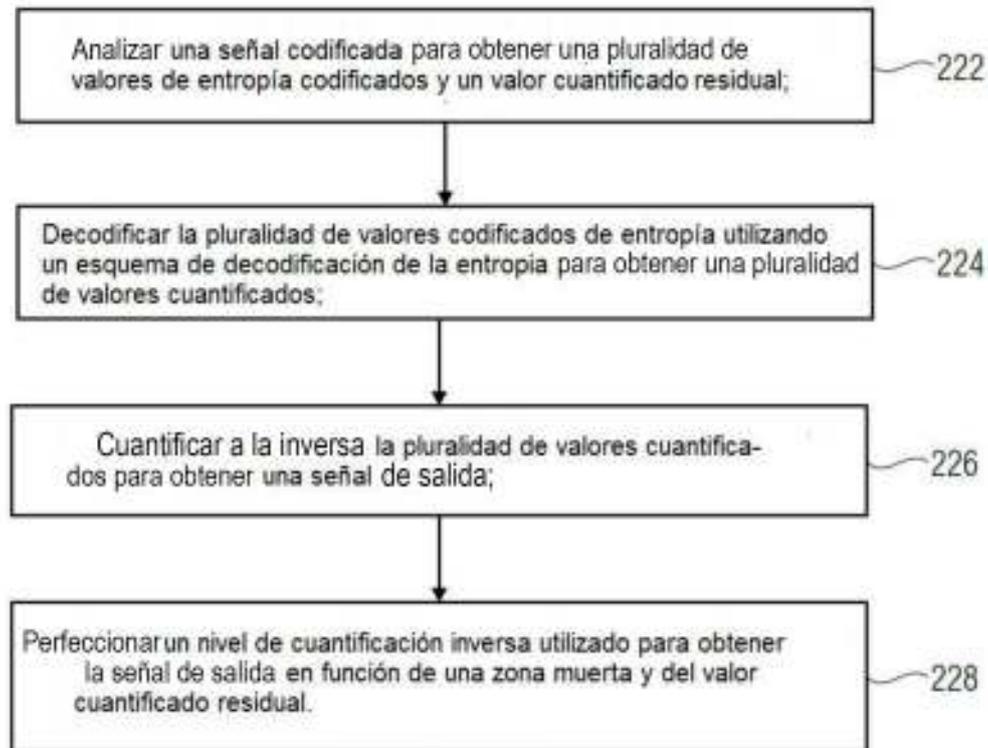
220

FIG 9

10

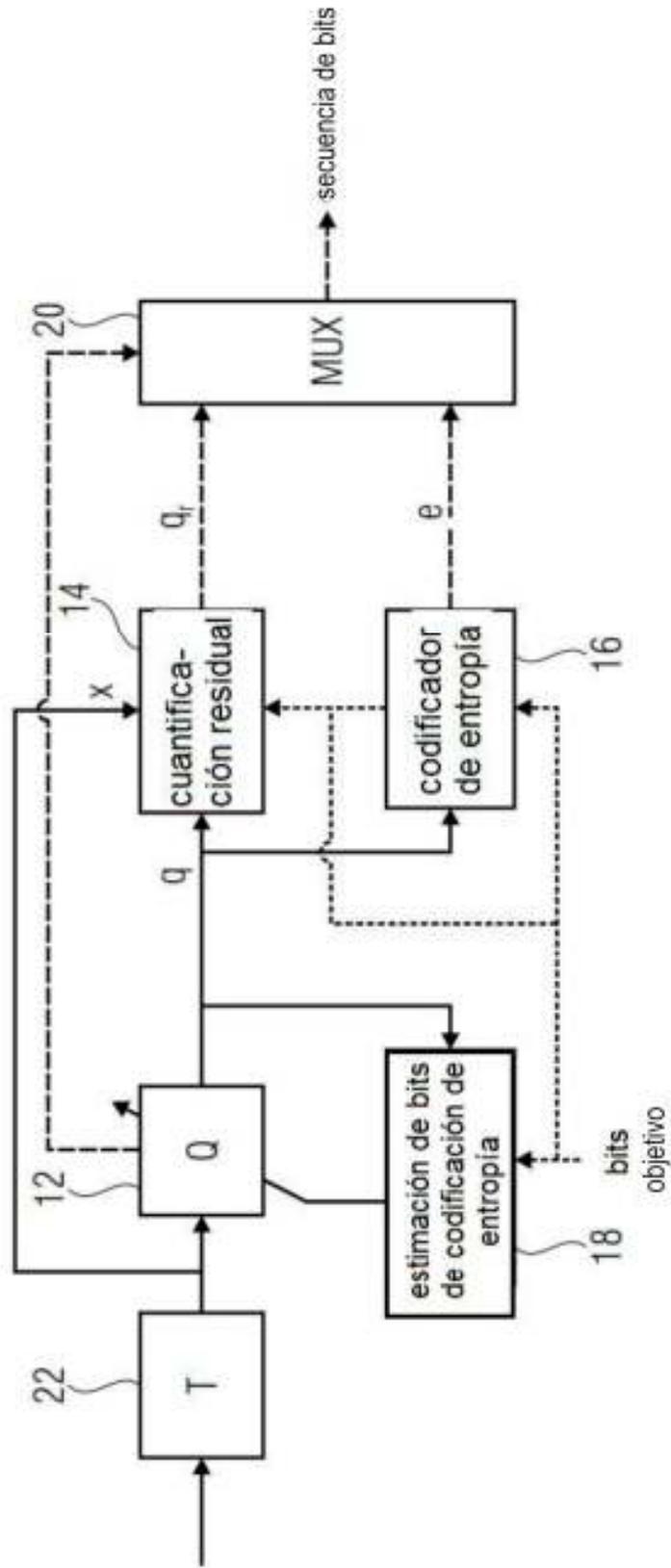


FIG 10