

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 558 508**

51 Int. Cl.:

G10L 19/02 (2013.01)

G10L 25/90 (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.01.2012 E 12739924 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.11.2015 EP 2650878**

54 Título: **Método de codificación, codificador, método de determinación de la cantidad de una característica periódica, aparato de determinación de la cantidad de una característica periódica, programa y medio de grabación**

30 Prioridad:

25.01.2011 JP 2011013426

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

04.02.2016

73 Titular/es:

**NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION (100.0%)
3-1 Otemachi 2-chome
Chiyoda-ku, Tokyo 100-8116, JP**

72 Inventor/es:

**MORIYA, TAKEHIRO;
HARADA, NOBORU;
HIWASAKI, YUSUKE y
KAMAMOTO, YUTAKA**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 558 508 T3

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

DESCRIPCIÓN

Método de codificación, codificador, método de determinación de la cantidad de una característica periódica, aparato de determinación de la cantidad de una característica periódica, programa y medio de grabación

5 [CAMPO TÉCNICO]
La presente invención versa sobre una técnica para codificar señales de audio y, en particular, para codificar cadenas de muestras en un dominio frecuencial que se obtiene transformando una señal de audio al dominio frecuencial y sobre una técnica para determinar una cantidad de una característica periódica (por ejemplo, una frecuencia fundamental o un periodo de la altura tonal) que puede ser usada como un indicador para reordenar cadenas de muestras en la codificación.

[TÉCNICA ANTECEDENTE]

15 La codificación adaptativa que codifica coeficientes ortogonales, tales como los coeficientes de la TDF (transformada discreta de Fourier) y de la TCDM (transformada de coseno discreta modificada), es conocida como un método para codificar señales de voz y señales de audio con bajas velocidades de transferencia de bits (por ejemplo, entre aproximadamente 10 y 20 kbits/s). Por ejemplo, el códec AMR-WB+ (multitasa adaptativa de banda ancha extendida), que es una técnica estándar, tiene el modo de codificación TCX (excitación codificada por transformada), en el que se normalizan y se cuantifican vectorialmente coeficientes de TDF cada 8 muestras.

20 En la TwinVQ (cuantificación vectorial intercalada ponderada en dominios de transformada), todos los coeficientes de TDCM son reordenados según una regla fija y la colección resultante de muestras es combinada en vectores y codificada. En algunos casos de TwinVQ, se usa un método en el que se extraen componentes grandes de los coeficientes de TDCM; por ejemplo, en cada periodo de la altura tonal, se codifica información correspondiente al periodo de la altura tonal, se reordenan las cadenas restantes de coeficientes de TDCM tras la extracción de los componentes grandes en cada periodo de la altura tonal, y las cadenas reordenadas de coeficientes de TDCM son cuantificadas vectorialmente cada número predeterminado de muestras. Ejemplos de referencias sobre la TwinVQ incluyen las publicaciones no de patente 1 y 2.

30 Un ejemplo de técnica para extraer muestras a intervalos regulares para codificarlas es la dada a conocer en la publicación de patente 1.

Además, la publicación de patente 2 da a conocer técnicas y herramientas para usar selectivamente múltiples modelos de entropía en la codificación y la decodificación adaptativas. Por ejemplo, para múltiples símbolos, un codificador de audio selecciona un modelo de entropía de un primer conjunto de modelos que incluye múltiples modelos de entropía. Cada uno de los múltiples modelos de entropía incluye un punto de conmutación modélico para conmutar a un segundo modelo que incluye uno o más modelos de entropía. El codificador procesa los múltiples símbolos usando el modelo seleccionado de entropía y da salida a los resultados.

40 [BIBLIOGRAFÍA DE LA TÉCNICA ANTERIOR]

[BIBLIOGRAFÍA DE PATENTES]

Publicación 1 de patente: Solicitud de patente japonesa en trámite nº 2009-156971

Publicación 2 de patente: Solicitud de patente estadounidense en trámite nº 2007/016418

45 [BIBLIOGRAFÍA NO DE PATENTES]
Publicación 1 no de patente: T. Moriya, N. Iwakami, A. Jin, K. Ikeda y S. Miki, "A Design of Transform Coder for Both Speech and Audio Signals at 1 bit/sample", Proc. ICASSP '97, pp. 1371 -1384, 1997.
Publicación 2 no de patente: J. Herre, E. Allamanche, K. Brandenburg, M. Dietz, B. Teichmann, B. Grill, A. Jin, T. Moriya, N. Iwakami, T. Norimatsu, M. Tsushima, T. Ishikawa, "The Integrated Filterbank Based Scalable MPEG-4, Audio Coder", 105th Convention Audio Engineering Society, 4810, 1998.

[COMPENDIO DE LA INVENCIÓN]

55 [PROBLEMA QUE LA INVENCIÓN HA DE RESOLVER]
Dado que la codificación basada en TCX, tal como la AMR-WB+, no toma en consideración las variaciones en amplitud de los coeficientes del dominio frecuencial basadas en la periodicidad, la eficiencia de la codificación disminuye cuando se codifican juntas amplitudes cambiantes. Hay variaciones de cuantificación y codificación basadas en TCX. Aquí se considera un ejemplo en el que se aplica codificación entrópica a una serie de coeficientes de TDCM que son valores diferenciados obtenidos mediante cuantificación y dispuestos en orden ascendente de frecuencia para lograr compresión. En este caso, varias muestras son tratadas como un solo símbolo (unidad de codificación) y un código que ha de asignar a un símbolo es controlado adaptativamente dependiendo del símbolo que precede inmediatamente a ese símbolo. En general, se asignan códigos más cortos a los símbolos con amplitudes menores y se asignan códigos más largos a los símbolos con amplitudes mayores. Dado que los códigos que han de ser asignados son controlados adaptativamente dependiendo del símbolo inmediatamente precedente,

se asignan códigos continuamente menguantes cuando aparecen en sucesión valores con amplitudes pequeñas. Cuando aparece bruscamente una muestra con una amplitud mucho mayor después de una muestra con una amplitud pequeña, a esa muestra se le asigna un código muy largo.

5 La TwinVQ convencional fue diseñada con la premisa de que se usa cuantificación vectorial de código de longitud fija, en la que se asignan códigos con una longitud fija a cada vector compuesto de muestras dadas, y no se previó que se usara para codificar coeficientes de TDCM mediante codificación de longitud variable.

10 En vista de los antecedentes técnicos descritos en lo que antecede, un objeto de la presente invención es proporcionar una técnica de codificación que mejore la calidad de señales diferenciadas, especialmente señales digitales de voz/audio, codificadas mediante codificación de baja velocidad de transferencia de bits con una cantidad pequeña de cálculo y proporcionar una técnica para determinar una cantidad de una característica periódica que pueda ser usada como un indicador para reordenar cadenas de muestras en la codificación.

15 [MEDIOS PARA RESOLVER LOS PROBLEMAS]

En vista de los anteriores problemas, la presente invención proporciona métodos para determinar una cantidad de una característica periódica de una señal de audio en tramas y un aparato para determinar una cantidad de una característica periódica que determina una cantidad de la característica periódica de una señal de audio en tramas, que tienen, respectivamente, las características de las reivindicaciones independientes. En las reivindicaciones dependientes se describen realizaciones preferentes de la invención.

20 Según un aspecto, un método de codificación para codificar una cadena de muestras en un dominio frecuencial que se deriva de una señal de audio en tramas incluye una etapa de determinación de intervalos para determinar un intervalo T entre muestras que corresponden a una periodicidad de la señal de audio o a un múltiplo entero de una frecuencia fundamental de la señal de audio a partir de un conjunto S de candidatos para el intervalo T, una etapa de generación de información suplementaria para codificar el intervalo T determinado en la etapa de determinación de intervalos para obtener información suplementaria, y una etapa de codificación de cadenas de muestras para codificar una cadena reordenada de muestras para obtener una cadena de códigos, incluyendo la cadena reordenada de muestras todas las muestras de la cadena de muestras y siendo la cadena reordenada de muestras una cadena de muestras en la que al menos algunas de las cadenas de muestras están reordenadas para que todas o algunas de una muestra o de varias muestras sucesivas que incluyen una muestra correspondiente a la periodicidad o a la frecuencia fundamental de la señal de audio de la cadena de muestras y de una muestra o de varias muestras sucesivas que incluyen una muestra correspondiente a un múltiplo entero de la periodicidad o de la frecuencia fundamental de la señal de audio de la cadena de muestras se junten en una agrupación en función del intervalo T determinado por la etapa de determinación de intervalos. En la etapa de determinación de intervalos se determina el intervalo T a partir de un conjunto S constituido por Y candidatos (siendo $Y < Z$) entre Z candidatos para el intervalo T representable con la información suplementaria, incluyendo los Y candidatos Z_2 candidatos (siendo $Z_2 < Z$) seleccionados sin depender de un candidato sometido a la etapa de determinación de intervalos en una trama previa un número predeterminado de tramas antes de la trama actual e incluyendo un candidato sometido a la etapa de determinación de intervalos en la trama previa el número predeterminado de tramas antes de la trama actual.

45 La etapa de determinación de intervalos puede incluir, además, una etapa aditiva para añadir al conjunto S un valor adyacente a un candidato sometido a la etapa de determinación de intervalos en una trama previa el número predeterminado de tramas antes de la trama actual y/o un valor que tiene una diferencia predeterminada con respecto al candidato.

50 La etapa de determinación de intervalos puede incluir, además, una etapa de selección preliminar para seleccionar algunos de los Z_1 candidatos entre los Z candidatos para el intervalo T representable con la información suplementaria como candidatos Z_2 en función de un indicador obtenible de la señal de audio y/o de la cadena de muestras en la trama actual, siendo $Z_2 < Z_1$.

55 La etapa de determinación de intervalos puede incluir, además, una etapa de selección preliminar para seleccionar algunos de los Z_1 candidatos entre los Z candidatos para el intervalo T representable con la información suplementaria en función de un indicador obtenible de la señal de audio y/o de la cadena de muestras en la trama actual; y una segunda etapa aditiva para seleccionar como candidatos Z_2 un conjunto de un candidato seleccionado en la etapa de selección preliminar y un valor adyacente al candidato seleccionado en la etapa de selección preliminar y/o un valor que tiene una diferencia predeterminada con respecto al candidato seleccionado en la etapa de selección preliminar.

60 La etapa de determinación de intervalos puede incluir una segunda etapa de selección preliminar para seleccionar algunos de los candidatos para el intervalo T que están incluidos en el conjunto S en función de un indicador obtenible de la señal de audio y/o de la cadena de muestras en la trama actual; y una etapa de selección final para determinar el intervalo T a partir de un conjunto constituido por algunos de los candidatos seleccionados en la segunda etapa de selección preliminar.

65

También es posible una configuración en la que, cuanto mayor sea un indicador que indica el grado de estacionariedad de la señal de audio en la trama actual, mayor será la proporción de candidatos sometidos a la etapa de determinación de intervalos en la trama previa el número predeterminado de tramas antes de la trama actual con respecto al conjunto S.

5 También es posible una configuración en la que, cuando el indicador que indica el grado de estacionariedad de la señal de audio en la trama actual es inferior a un umbral predeterminado, únicamente los Z_2 candidatos están incluidos en el conjunto S.

10 El indicador que indica el grado de estacionariedad de la señal de audio en la trama actual aumenta cuando se satisface al menos una de las condiciones siguientes:

- (a-1) que aumente una "ganancia de predicción de la señal de audio en la trama actual",
- (a-2) que aumente una "ganancia de predicción estimada de la señal de audio en la trama actual",
- 15 (b-1) que disminuya la diferencia entre una "ganancia de predicción de la señal de audio en la trama que precede inmediatamente a la trama actual" y la "ganancia de predicción de la señal de audio en la trama actual",
- (b-2) que disminuya la diferencia entre una "ganancia de predicción estimada en la trama inmediatamente precedente" y la "ganancia de predicción estimada en la trama actual",
- 20 (c-1) que aumente la "suma de las amplitudes de las muestras de la señal de audio incluidas en la trama actual",
- (c-2) que aumente la "suma de las amplitudes de las muestras incluidas en una cadena de muestras obtenida transformando una cadena de muestras de la señal de audio incluidas en la trama actual a un dominio frecuencial",
- 25 (d-1) que disminuya la diferencia entre la "suma de las amplitudes de las muestras de la señal de audio incluidas en la trama inmediatamente precedente" y la "suma de las amplitudes de las muestras de la señal de audio incluidas en la trama actual",
- (d-2) que disminuya la diferencia entre la "suma de las amplitudes de las muestras incluidas en una cadena de muestras obtenida transformando una cadena de muestras de la señal de audio incluidas en la trama inmediatamente precedente a un dominio frecuencial" y la "suma de las amplitudes de las muestras incluidas en una cadena de muestras obtenida transformando una cadena de muestras de la señal de audio incluidas en la trama actual a un dominio frecuencial",
- 30 (e-1) que aumente la "potencia de la señal de audio en la trama actual",
- (e-2) que aumente la "potencia de una cadena de muestras obtenida transformando una cadena de muestras de la señal de audio en la trama actual a un dominio frecuencial",
- 35 (f-1) que disminuya la diferencia entre la "potencia de la señal de audio en la trama inmediatamente precedente" y la "potencia de la señal de audio en la trama actual", y
- (f-2) que disminuya la diferencia entre la "potencia de una cadena de muestras obtenida transformando una cadena de muestras de la señal de audio en la trama inmediatamente precedente a un dominio frecuencial" y
- 40 la "potencia de una cadena de muestras obtenida transformando una cadena de muestras de la señal de audio en la trama actual a un dominio frecuencial".

45 La etapa de codificación de cadenas de muestras puede incluir una etapa de producción de la cadena de códigos obtenida codificando la cadena de muestras antes de que sea reordenada o la cadena de muestras obtenida codificando la cadena reordenada de muestras y la información suplementaria, la que tenga una cantidad menor de código.

50 La etapa de codificación de cadenas de muestras puede producir la cadena de códigos obtenida codificando la cadena reordenada de muestras y la información suplementaria cuando la suma de la cantidad de código o un valor estimado de la cantidad de código de la cadena de códigos obtenida codificando la cadena reordenada de muestras y la cantidad de código de la información suplementaria es menor que la cantidad de código o un valor estimado de la cantidad de código de la cadena de códigos obtenida codificando la cadena de muestras antes de que sea reordenada, y puede producir la cadena de códigos obtenida codificando la cadena de muestras antes de que sea reordenada cuando la cantidad de código o un valor estimado de la cantidad de código de la cadena de códigos obtenida codificando la cadena de muestras antes de que sea reordenada es menor que la suma de la cantidad de código o un valor estimado de la cantidad de código de la cadena de códigos obtenida codificando la cadena reordenada de muestras y la cantidad de código de la información suplementaria.

60 La proporción de candidatos sometidos a la etapa de determinación de intervalos en la trama previa el número predeterminado de tramas antes de la trama actual con respecto al conjunto S puede ser mayor cuando una cadena de códigos producida en la trama inmediatamente precedente es una cadena de códigos obtenida codificando una cadena reordenada de muestras que cuando una cadena de códigos producida en la trama inmediatamente precedente es una cadena de códigos obtenida codificando una cadena de muestras antes de que sea reordenada.

También es posible una configuración en la que, cuando una cadena de códigos producida en la trama inmediatamente precedente es una cadena de códigos obtenida codificando una cadena de muestras antes de que sea reordenada, el conjunto S incluye únicamente los Z_2 candidatos.

5 También es posible una configuración en la que, cuando la trama actual es una primera trama temporalmente, o cuando la trama inmediatamente precedente está codificada mediante un método de codificación diferente del método de codificación de la presente invención, o cuando una cadena de códigos producida en la trama inmediatamente precedente es una cadena de códigos obtenida codificando una cadena de muestras antes de que sea reordenada, el conjunto S incluye únicamente los Z_2 candidatos.

10 Un método para determinar una cantidad de una característica periódica de una señal de audio en tramas según otro aspecto incluye una etapa de determinación de la cantidad de la característica periódica para determinar una cantidad de la característica periódica de la señal de audio a partir de un conjunto de candidatos para la cantidad de la característica periódica trama a trama, y una etapa de generación de información suplementaria de codificación de la cantidad de la característica periódica obtenida en la etapa de determinación de la cantidad de la característica periódica para obtener información suplementaria. En la etapa de determinación de la cantidad de la característica periódica se determina la cantidad de la característica periódica a partir de un conjunto S constituido por Y candidatos (siendo $Y < Z$) entre Z candidatos para la cantidad de la característica periódica representable con la información suplementaria, incluyendo los Y candidatos Z_2 candidatos (siendo $Z_2 < Z$) seleccionados sin depender de un candidato sometido a la etapa de determinación de la cantidad de la característica periódica en una trama previa un número predeterminado de tramas antes de la trama actual e incluyendo un candidato sometido a la etapa de determinación de la cantidad de la característica periódica en la trama previa el número predeterminado de tramas antes de la trama actual.

25 La etapa de determinación de la cantidad de la característica periódica puede incluir, además, una etapa aditiva para añadir al conjunto S un valor adyacente a un candidato sometido a la etapa de determinación de la cantidad de la característica periódica en una trama previa el número predeterminado de tramas antes de la trama actual y/o un valor que tiene una diferencia predeterminada con respecto al candidato.

30 También es posible una configuración en la que, cuanto mayor sea un indicador que indica el grado de estacionariedad de la señal de audio en la trama actual, mayor será la proporción de candidatos sometidos a la etapa de determinación de la cantidad de la característica periódica en la trama previa el número predeterminado de tramas antes de la trama actual con respecto al conjunto S.

35 También es posible una configuración en la que, cuando el indicador que indica el grado de estacionariedad de la señal de audio en la trama actual es inferior a un umbral predeterminado, únicamente los Z_2 candidatos están incluidos en el conjunto S.

40 El indicador que indica el grado de estacionariedad de la señal de audio en la trama actual aumenta cuando se satisface al menos una de las condiciones:

- (a-1) que aumente una "ganancia de predicción de la señal de audio en la trama actual",
- (a-2) que aumente una "ganancia de predicción estimada de la señal de audio en la trama actual",
- (b-1) que disminuya la diferencia entre una "ganancia de predicción de la señal de audio en la trama que precede inmediatamente a la trama actual" y la "ganancia de predicción de la señal de audio en la trama actual",
- (b-2) que disminuya la diferencia entre una "ganancia de predicción estimada en la trama inmediatamente precedente" y la "ganancia de predicción estimada en la trama actual",
- (c-1) que aumente la "suma de las amplitudes de las muestras de la señal de audio incluidas en la trama actual",
- (c-2) que aumente la "suma de las amplitudes de las muestras incluidas en una cadena de muestras obtenida transformando una cadena de muestras de la señal de audio incluidas en la trama actual a un dominio frecuencial",
- (d-1) que disminuya la diferencia entre la "suma de las amplitudes de las muestras de la señal de audio incluidas en la trama inmediatamente precedente" y la "suma de las amplitudes de las muestras de la señal de audio incluidas en la trama actual",
- (d-2) que disminuya la diferencia entre la "suma de las amplitudes de las muestras incluidas en una cadena de muestras obtenida transformando una cadena de muestras de la señal de audio incluidas en la trama inmediatamente precedente a un dominio frecuencial" y la "suma de las amplitudes de las muestras incluidas en una cadena de muestras obtenida transformando una cadena de muestras de la señal de audio incluidas en la trama actual a un dominio frecuencial",
- (e-1) que aumente la "potencia de la señal de audio en la trama actual",
- (e-2) que aumente la "potencia de una cadena de muestras obtenida transformando una cadena de muestras de la señal de audio en la trama actual a un dominio frecuencial",

(f-1) que disminuya la diferencia entre la "potencia de la señal de audio en la trama inmediatamente precedente" y la "potencia de la señal de audio en la trama actual", y
 (f-2) que disminuya la diferencia entre la "potencia de una cadena de muestras obtenida transformando una cadena de muestras de la señal de audio en la trama inmediatamente precedente a un dominio frecuencial" y la "potencia de una cadena de muestras obtenida transformando una cadena de muestras de la señal de audio en la trama actual a un dominio frecuencial".

[EFECTOS DE LA INVENCION]

Según la presente invención, al menos algunas de las muestras incluidas en una cadena de muestra en un dominio frecuencial que se derivan de una señal de audio, por ejemplo, se disponen para que se agrupen una o varias muestras sucesivas que incluyen una muestra correspondiente a una periodicidad o una frecuencia fundamental de una señal de audio y de una muestra o de varias muestras sucesivas que incluyen muestras correspondientes a múltiplos enteros de la periodicidad o de la frecuencia fundamental de la señal de audio. Este procesamiento puede llevarse a cabo con una pequeña cantidad de cálculo para la reordenación de muestras haciendo que los indicadores iguales o casi iguales que reflejan la magnitud de las muestras se agrupen entre sí en una agrupación y, así, mejora la eficiencia de la codificación y se reduce la distorsión de la cuantificación. Además, puede determinarse eficientemente una cantidad de la característica periódica de la trama actual o el intervalo, dado que se toma en consideración un candidato para la cantidad de la característica periódica o el intervalo que ha sido considerado en una trama anterior en función de la naturaleza de la señal de audio en un periodo en el que la señal de audio está en un estado estacionario.

[BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS]

La Figura 1 es un diagrama que ilustra una configuración funcional ejemplar de una realización de un codificador;
 la Figura 2 es un diagrama que ilustra un procedimiento de un proceso de una realización de un método de codificación;
 la Figura 3 es un diagrama conceptual que ilustra un ejemplo de reordenación de muestras incluidas en una cadena de muestras;
 la Figura 4 es un diagrama conceptual que ilustra un ejemplo de reordenación de muestras incluidas en una cadena de muestras;
 la Figura 5 es un diagrama que ilustra una configuración funcional ejemplar de una realización de un decodificador;
 la Figura 6 es un diagrama que ilustra un procedimiento de un proceso de una realización de un método de decodificación;
 la Figura 7 es un diagrama que ilustra un ejemplo de una función de un procedimiento para determinar un intervalo T;
 la Figura 8 es un diagrama que ilustra un ejemplo de un procedimiento de un proceso para determinar un intervalo T;
 la Figura 9 es un diagrama que ilustra una modificación del procedimiento del proceso para determinar un intervalo T; y
 la Figura 10 es un diagrama que ilustra una modificación de una realización de un codificador.

[DESCRIPCION DETALLADA DE LAS REALIZACIONES]

Las realizaciones de la presente invención serán descritas con referencia a los dibujos. A los mismos elementos se les dan los mismos números de referencia, y se omitirá la descripción reiterada de esos elementos.

Una de las características de la presente invención es una mejora de la codificación para reducir la distorsión de la cuantificación reordenando las muestras en función de una característica de muestras del dominio frecuencial para reducir la cantidad de código usando codificación de longitud variable en un marco de cuantificación de cadenas de muestras de dominio frecuencial derivadas de una señal de audio en un periodo de tiempo dado. El periodo de tiempo dado será denominado trama en lo sucesivo. La codificación puede mejorar reordenando las muestras de una trama en la que una periodicidad fundamental, por ejemplo, es relativamente obvia según la periodicidad para reunir entre sí en una agrupación muestras que tengan grandes amplitudes. Ejemplos de muestras en un dominio frecuencial que se derivan de una señal de audio incluyen cadenas de coeficientes de TDF y cadenas de coeficientes de TCDM obtenidas transformando una señal digital de voz/audio en tramas de un dominio temporal a un dominio frecuencial, y cadenas de coeficientes obtenidas aplicando normalización, ponderación y cuantificación a esas cadenas de coeficientes. A continuación se describirán realizaciones de la presente invención tomando como ejemplo las cadenas de coeficientes de TDCM.

[Realizaciones]

Procedimiento de codificación

En primer lugar se describirán un procedimiento de codificación con referencia a las Figuras 1 a 4. El procedimiento de codificación de la presente invención es efectuado por un codificador 100 en la Figura 1 que incluye una unidad 1 de transformación al dominio frecuencial, una unidad 2 de normalización de envolvente ponderada, una unidad 3 de

cálculo de ganancia normalizada, una unidad 4 de cuantificación, una unidad 5 de reordenación y una unidad 6 de codificación, o por un codificador 100a en la Figura 10 que incluye una unidad 1 de transformación al dominio frecuencial, una unidad 2 de normalización de envolvente ponderada, una unidad 3 de cálculo de ganancia normalizada, una unidad 4 de cuantificación, una unidad 5 de reordenación, una unidad 6 de codificación, una
 5 unidad 7 de determinación de intervalos y una unidad 8 de generación de información suplementaria. Sin embargo, no es preciso que el codificador 100 o 100a incluya necesariamente la unidad 1 de transformación al dominio frecuencial, la unidad 2 de normalización de envolvente ponderada, la unidad 3 de cálculo de ganancia normalizada y la unidad 4 de cuantificación. Por ejemplo, el codificador 100 puede estar constituido por una unidad 5 de reordenación y una unidad 6 de codificación; el codificador 100a puede estar constituido por la unidad 5 de
 10 reordenación, la unidad 6 de codificación, la unidad 7 de determinación de intervalos y la unidad 8 de generación de información suplementaria. Aunque en el codificador 100a ilustrado en la Figura 10, la unidad 7 de determinación de intervalos incluye la unidad 5 de reordenación, la unidad 6 de codificación y la unidad 8 de generación de información suplementaria, el codificador no está limitado a esa configuración.

15 Unidad 1 de transformación al dominio frecuencial

En primer lugar, la unidad 1 de transformación al dominio frecuencial transforma una señal digital de voz/audio en una cadena de coeficientes de TDCM en N puntos en un dominio frecuencial trama a trama (etapa S1).

En general, el lado de codificación cuantifica cadenas de coeficientes de TDCM, codifica las cadenas de coeficientes de TDCM cuantificadas, y transmite las cadenas de códigos resultantes al lado de decodificación; el lado de decodificación puede reconstruir las cadenas de coeficientes de TDCM cuantificadas a partir de las cadenas de códigos y puede reconstruir, además, una señal digital de voz/audio del dominio temporal mediante transformada TDCM inversa. La amplitud de los coeficientes de TDCM tiene aproximadamente la misma envolvente de amplitud (envolvente espectral de potencia) que el espectro de potencia de la TDF ordinaria. En consecuencia, la asignación de información que es proporcional al valor logarítmico de la envolvente de amplitud puede dispersar uniformemente la distorsión de la cuantificación (error de cuantificación) de los coeficientes de TDCM en todas las bandas de frecuencia, reducir toda la distorsión de la cuantificación y comprimir la información. Obsérvese que la envolvente espectral de potencia puede ser estimada eficientemente usando un coeficiente predictivo lineal obtenido mediante análisis de predicción lineal. Los métodos para controlar el error de cuantificación incluyen un método de asignación adaptativa de bits de cuantificación de coeficientes de TDCM (aplanando la amplitud y luego ajustando el tamaño de paso de la cuantificación) y un método de asignación adaptativa de un coeficiente de ponderación mediante cuantificación vectorial ponderada para determinar los códigos. Debería hacerse notar que aunque en la presente memoria se describirán un ejemplo de un método de cuantificación llevado a cabo en una realización de la presente invención, la presente invención no está limitada al método de cuantificación descrito.

35 Unidad 2 de normalización de envolvente ponderada

La unidad 2 de normalización de envolvente ponderada normaliza los coeficientes en una cadena de coeficientes de TDCM de entrada usando una cadena de coeficientes de la envolvente espectral de potencia de una señal digital de voz/audio estimada usando un coeficiente predictivo lineal obtenido mediante análisis de predicción lineal de la señal digital de voz/audio en una trama, y produce una cadena de coeficientes de TDCM normalizada ponderada (etapa S2). Aquí, para lograr una cuantificación que minimice auditivamente la distorsión, la unidad 2 de normalización de envolvente ponderada usa una cadena de coeficientes de la envolvente espectral de potencia ponderada obtenida moderando la envolvente espectral de potencia para normalizar los coeficientes de las cadenas de coeficientes de TDCM trama a trama. En consecuencia, la cadena de coeficientes de TDCM normalizada ponderada no tiene una pendiente pronunciada de amplitud ni grandes variaciones de amplitud en comparación con la cadena de coeficientes de TDCM de entrada, pero tiene variaciones de magnitud similares a las de la cadena de coeficientes de la envolvente espectral de potencia de la señal digital de voz/audio; es decir, la cadena de coeficientes de TDCM normalizada ponderada tiene amplitudes algo mayores en una región de coeficientes correspondiente a frecuencias bajas y tiene una estructura fina debido al periodo de la altura tonal.

50 [Ejemplo de procedimiento de normalización de la envolvente ponderada]

Pueden obtenerse coeficientes $W(1), \dots, W(N)$ de una cadena de coeficientes de la envolvente espectral de potencia que corresponden a los coeficientes $X(1), \dots, X(N)$ de una cadena de coeficientes de TDCM en N puntos transformando los coeficientes predictivos lineales a un dominio frecuencial. Por ejemplo, según un procedimiento autorregresivo de orden p, que es un modelo omnipolar, una señal temporal $x(t)$ en un instante t puede ser expresada mediante la ecuación (1) con los valores pasados $x(t - 1), \dots, x(t - p)$ de la propia señal temporal en los puntos temporales pasados p, residuos predictivos $e(t)$ y coeficientes predictivos lineales $\alpha_1, \dots, \alpha_p$. Entonces, los coeficientes $W(n)$ [$1 \leq n \leq N$] de la cadena de coeficientes de la envolvente espectral de potencia pueden ser expresados mediante la ecuación (2), en la que $\exp(\cdot)$ es una función exponencial con una base de la constante de Napier, j es una unidad imaginaria y σ^2 es la energía residual predictiva.

$$x(t) + \alpha_1 x(t-1) + \dots + \alpha_p x(t-p) = e(t) \quad (1)$$

$$W(n) = \frac{\sigma^2}{2\pi \left| 1 + \alpha_1 \exp(-jn) + \alpha_2 \exp(-2jn) + \dots + \alpha_p \exp(-pjn) \right|^2} \quad (2)$$

Los coeficientes predictivos lineales puede obtenerlos la unidad 2 de normalización de envolvente ponderada mediante análisis predictivo lineal de una señal digital de voz/audio de entrada en la unidad 1 de transformación al dominio frecuencial o pueden ser obtenidos mediante análisis predictivo lineal de una señal digital de voz/audio por otros medios, no representados, en el codificador 100 o 100a. En ese caso, la unidad 2 de normalización de envolvente ponderada obtiene los coeficientes $W(1), \dots, W(N)$ de la cadena de coeficientes de la envolvente espectral de potencia usando un coeficiente predictivo lineal. Si los coeficientes $W(1), \dots, W(N)$ de la cadena de coeficientes de la envolvente espectral de potencia ya han sido obtenidos con otros medios (la unidad 9 de cálculo de la cadena de coeficientes de la envolvente espectral de potencia) en el codificador 100 o 100a, la unidad 2 de normalización de envolvente ponderada puede usar los coeficientes $W(1), \dots, W(N)$ de la cadena de coeficientes de la envolvente espectral de potencia. Obsérvese que, dado es preciso que un decodificador 200, que será descrito posteriormente, obtenga los mismos valores obtenidos en el codificador 100 o 100a, se usan coeficientes predictivos lineales cuantificados y/o una cadena de coeficientes de la envolvente espectral de potencia. En lo sucesivo, la expresión "coeficiente predictivo lineal" o "cadena de coeficientes de la envolvente espectral de potencia" significa un coeficiente predictivo lineal cuantificado o una cadena de coeficientes de la envolvente espectral de potencia cuantificada, a no ser que se indique algo distinto. Los coeficientes predictivos lineales son codificados usando una técnica convencional de codificación y a continuación se transmiten códigos de coeficientes predictivos al lado de decodificación. La técnica convencional de codificación puede ser una técnica de codificación que proporcione códigos correspondientes a los propios coeficientes predictivos lineales como códigos de coeficientes predictivos, una técnica de codificación que convierta los coeficientes predictivos lineales en parámetros de LSP y proporcione códigos correspondientes a los parámetros de LSP como códigos de coeficientes predictivos, o una técnica de codificación que convierta los coeficientes predictivos lineales en coeficientes de PARCOR y proporcione códigos correspondientes a los coeficientes de PARCOR como códigos de coeficientes predictivos, por ejemplo. Si las cadenas de coeficientes de la envolvente espectral de potencia se obtienen con otros medios proporcionados en el codificador 100 o 100a, otro medio en el codificador 100 o 100a codifica los coeficientes predictivos lineales mediante una técnica convencional de codificación y transmite los códigos de coeficientes predictivos al lado de decodificación.

Aunque aquí se darán dos ejemplos de un procedimiento de normalización de la envolvente ponderada, la presente invención no está limitada a los ejemplos.

<Ejemplo 1>

La unidad 2 de normalización de envolvente ponderada divide los coeficientes $X(1), \dots, X(N)$ de una cadena de coeficientes de TCDM mediante valores de modificación $W_\gamma(1), \dots, W_\gamma(N)$ de los coeficientes de una cadena de coeficientes de la envolvente espectral de potencia que corresponden a los coeficientes para obtener los coeficientes $X(1)/W_\gamma(1), \dots, X(N)/W_\gamma(N)$ de una cadena de coeficientes de TCDM normalizada ponderada. Los valores de modificación $W_\gamma(n)$ [$1 \leq n \leq N$] están dados por la Ecuación (3), en la que γ es una constante positiva inferior o igual a 1 y modera los coeficientes del espectro de potencia.

$$W_\gamma(n) = \frac{\sigma^2}{2\pi \left(1 + \sum_{i=1}^p \alpha_i \gamma^i \exp(-ijn) \right)^2} \quad (3)$$

<Ejemplo 2>

La unidad 2 de normalización de envolvente ponderada divide los coeficientes $X(1), \dots, X(N)$ de una cadena de coeficientes de TCDM mediante valores elevados $W(1)^\beta, \dots, W(N)^\beta$, que se obtienen elevando los coeficientes de una cadena de coeficientes de la envolvente espectral de potencia que corresponden a los coeficientes $X(1), \dots, X(N)$ a la β -ésima potencia ($0 < \beta < 1$), para obtener los coeficientes $X(1)/W(1)^\beta, \dots, X(N)/W(N)^\beta$ de una cadena de coeficientes de TCDM normalizada ponderada.

En consecuencia, se obtiene una cadena de coeficientes de TCDM normalizada ponderada en una trama. La cadena de coeficientes de TCDM normalizada ponderada no tiene una pendiente pronunciada de amplitud ni grandes variaciones en amplitud en comparación con la cadena de coeficientes de TCDM de entrada, pero tiene variaciones de magnitud similares a las de la envolvente espectral de potencia de la cadena de coeficientes de TCDM de entrada; es decir, la cadena de coeficientes de TCDM normalizada ponderada tiene amplitudes algo mayores en una región de coeficientes correspondiente a frecuencias bajas y tiene una estructura fina debido al periodo de la altura tonal.

Obsérvese que el procedimiento inverso del procedimiento de normalización de la envolvente ponderada, es decir, el procedimiento para reconstruir la cadena de coeficientes de TCDM a partir de la cadena de coeficientes de TCDM normalizada ponderada, se lleva a cabo en el lado de decodificación, siendo preciso que las configuraciones para el método para calcular la cadena de coeficientes de la envolvente espectral de potencia ponderada a partir de la cadena de coeficientes de la envolvente espectral de potencia sean comunes entre los lados de codificación y de decodificación.

Unidad 3 de cálculo de ganancia normalizada

Acto seguido, la unidad 3 de cálculo de ganancia normalizada determina un tamaño de paso de la cuantificación usando la suma de valores de amplitud o valores de energía sobre todas las frecuencias para que los coeficientes de la cadena de coeficientes de TCDM normalizada ponderada en cada trama puedan ser cuantificados por medio de un número total de bits dado, y obtiene un coeficiente (denominado ganancia en lo sucesivo) por el cual son divididos los coeficientes de la cadena de coeficientes de TCDM normalizada ponderada para que se proporcione el tamaño de paso de la cuantificación determinado (etapa S3). La información que representa la ganancia es transmitida al lado de decodificación como información de ganancia. La unidad 3 de cálculo de ganancia normalizada normaliza (divide) por la ganancia los coeficientes de la cadena de coeficientes de TCDM normalizada ponderada en cada trama.

Unidad 4 de cuantificación

A continuación, la unidad 4 de cuantificación usa el tamaño de paso de la cuantificación determinado en el procedimiento en la etapa S3 para cuantificar los coeficientes de la cadena de coeficientes de TCDM normalizada ponderada normalizada con la ganancia trama a trama (etapa S4).

Unidad 5 de reordenación

La cadena de coeficientes de TCDM cuantificada en cada trama obtenida por el procedimiento en la etapa S4 es introducida en la unidad 5 de reordenación, que es la parte objeto de la presente realización. La entrada a la unidad 5 de reordenación no está limitada a las cadenas de coeficientes obtenidas a través de los procedimientos en las etapas S1 a S4. Por ejemplo, la entrada puede ser una cadena de coeficientes que no esté normalizada por la unidad 2 de normalización de envolvente ponderada o una cadena de coeficientes que no esté cuantificada por la unidad 4 de cuantificación. Para proporcionar una clara comprensión de esto, una entrada a la unidad 5 de reordenación será denominada en lo sucesivo “cadena de muestras del dominio frecuencial” o denominada simplemente “cadena de muestras”. En esta realización, la cadena de coeficientes de TCDM cuantificada obtenida en el procedimiento en la etapa S4 es equivalente de la “cadena de muestras del dominio frecuencial” y, en este caso, las muestras que componen la cadena de muestras del dominio frecuencial son equivalentes de los coeficientes de la cadena de coeficientes de TCDM cuantificada.

La unidad 5 de reordenación reordena, trama a trama, al menos algunas de las muestras incluidas en la cadena de muestras del dominio frecuencial para que (1) estén incluidas todas las muestras de la cadena de muestras del dominio frecuencial y (2) se junten en una agrupación las muestras que tengan indicadores iguales o casi iguales que reflejen la magnitud de las muestras, y produce la cadena reordenada de muestras (etapa S5). Aquí, los ejemplos de los “indicadores que reflejen la magnitud de las muestras” incluyen, sin limitación, los valores absolutos de las amplitudes de las muestras o la potencia (valores cuadráticos) de las muestras.

[Detalles del procedimiento de reordenación]

Se describirá un ejemplo del procedimiento de reordenación. Por ejemplo, la unidad 5 de reordenación reordena al menos algunas de las muestras incluidas en una cadena de muestras para que (1) estén incluidas todas las muestras de la cadena de muestras y (2) todas o algunas de una muestra o de varias muestras sucesivas de la cadena de muestras, que incluyen una muestra que se corresponde a una periodicidad o a una frecuencia fundamental de la señal de audio y de una muestra o de varias muestras sucesivas de la cadena de muestras, que incluyen una muestra que se corresponde a un múltiplo entero de la periodicidad o de la frecuencia fundamental de la señal de audio se junten en una agrupación, y produce la cadena reordenada de muestras. Es decir, al menos algunas de las muestras incluidas en la cadena de muestras de entrada están reordenadas para que una muestra o varias muestras sucesivas que incluyen una muestra una muestra correspondiente a la periodicidad o a la frecuencia fundamental de la señal de audio y una muestra o varias muestras sucesivas que incluyen una muestra correspondiente a un múltiplo entero de la periodicidad o de la frecuencia fundamental de la señal de audio se junten en una agrupación.

Esto se basa en una característica distintiva de las señales de audio, especialmente de la voz y la música: que los valores absolutos de las amplitudes de las muestras y la potencia de las muestras que corresponden a la frecuencia fundamental y los armónicos (una frecuencia que es un múltiplo entero de la frecuencia fundamental) y las muestras cerca de esas muestras son mayores que los valores absolutos de las amplitudes de las muestras y la potencia de las muestras que corresponden a bandas de frecuencia distintas de la frecuencia fundamental y sus armónicos. Las señales de audio también tienen una característica de que, dado que una cantidad de la característica periódica (por ejemplo un periodo de la altura tonal) de una señal de audio que se extrae de una señal de audio tal como voz y música es equivalente a la frecuencia fundamental, los valores absolutos y las amplitudes de las muestras y la

potencia de las muestras que corresponden a la cantidad de la característica periódica (por ejemplo el periodo de la altura tonal) de la señal de audio y múltiplos enteros y los valores absolutos de las amplitudes de las muestras y la potencia de las muestras cerca de esas muestras son mayores que los valores absolutos de las amplitudes de las muestras y la potencia de las muestras que corresponden a bandas de frecuencia distintas de la cantidad de la característica periódica y múltiplos enteros de la cantidad de la característica periódica.

Una muestra o varias muestras sucesivas que incluyen una muestra correspondiente a la periodicidad o a la frecuencia fundamental de la señal de audio, y de una muestra o de varias muestras sucesivas que incluyen una muestra correspondiente a un múltiplo entero de la periodicidad o de la frecuencia fundamental de la señal de audio se juntan en una agrupación en el lado de la baja frecuencia. El intervalo entre una muestra correspondiente a la periodicidad o la frecuencia fundamental de una señal de audio y una muestra correspondiente a un múltiplo entero de la periodicidad o la frecuencia fundamental de la señal de audio (denominado en lo sucesivo simplemente el intervalo) está denotado en lo sucesivo por T .

En un ejemplo específico, la unidad 5 de reordenación selecciona tres muestras, concretamente una muestra $F(nT)$, correspondiente a un múltiplo entero del intervalo T , la muestra precedente de la muestra $F(nT)$ y la muestra siguiente a la muestra $F(nT)$, $F(nT - 1)$, $F(nT)$ y $F(nT + 1)$, de una cadena de muestras de entrada. $F(j)$ es una muestra correspondiente a un número de identificación j que representa un índice de muestra correspondiente a una frecuencia. Aquí, n es un entero en el intervalo de 1 a un valor tal que $nT + 1$ un supere una cota N superior predeterminada de muestras que han de reordenarse. $n = 1$ corresponde a una frecuencia fundamental y $n > 1$ corresponde a un armónico. El valor máximo del número de identificación j que representa un índice de muestra correspondiente a una frecuencia está denotado por j_{max} . A un conjunto de muestras seleccionadas según n se lo denomina grupo de muestras. El cota superior N puede ser igual a j_{max} . Sin embargo, N puede ser menor que j_{max} para juntar muestras que tengan juntos los indicadores grandes en una agrupación en el lado de las frecuencias bajas para mejorar la eficiencia de la codificación, según se describirá posteriormente, porque los indicadores de las muestras en una banda de una señal de audio de alta frecuencia, tal como voz y música, son normalmente suficientemente pequeños. Por ejemplo, N puede tener aproximadamente la mitad del valor de j_{max} . Denote n_{max} el valor máximo de n que se determina en función de la cota superior N , entonces las muestras correspondientes a frecuencias en el intervalo de la frecuencia menor a una primera frecuencia predeterminada $n_{max} * T + 1$ entre las muestras de una cadena de muestras de entrada son las muestras que han de reordenarse. Aquí, el símbolo $*$ representa multiplicación.

La unidad 5 de reordenación pone en orden las muestras seleccionadas $F(j)$ desde el comienzo de la cadena de muestras mientras mantiene el orden original de los números de identificación j para generar una cadena de muestras A . Por ejemplo, si n representa un entero en el intervalo de 1 a 5, la unidad 5 de reordenación pone en orden un primer grupo de muestras $F(T - 1)$, $F(T)$ y $F(T + 1)$, un segundo grupo de muestras $F(2T - 1)$, $F(2T)$ y $F(2T + 1)$, un tercer grupo de muestras $F(3T - 1)$, $F(3T)$ y $F(3T + 1)$, un cuarto grupo de muestras $F(4T - 1)$, $F(4T)$ y $F(4T + 1)$, y un quinto grupo de muestras $F(5T - 1)$, $F(5T)$ y $F(5T + 1)$ desde el comienzo de la cadena de muestras. Es decir, se ponen en este orden 15 muestras $F(T-1)$, $F(T)$, $F(T + 1)$, $F(2T - 1)$, $F(2T)$, $F(2T + 1)$, $F(3T - 1)$, $F(3T)$, $F(3T + 1)$, $F(4T - 1)$, $F(4T)$, $F(4T + 1)$, $F(5T - 1)$, $F(5T)$ y $F(5T + 1)$ desde el comienzo de la cadena de muestras, y las 15 muestras componen la cadena de muestras A .

La unidad 5 de reordenación pone en orden, además, las muestras $F(j)$ que no han sido seleccionadas desde el final de la cadena de muestras A mientras mantiene el orden original de los números de identificación j . Las muestras $F(j)$ que no han sido seleccionadas están situadas entre los grupos de muestras que componen la cadena de muestras A . A una agrupación de tales muestras sucesivas se la denomina conjunto de muestras. Es decir, en el ejemplo descrito anteriormente, se ponen en orden un primer conjunto de muestras $F(1)$, ..., $F(T - 2)$, un segundo conjunto de muestras $F(T + 2)$, ..., $F(2T - 2)$, un tercer conjunto de muestras $F(2T + 2)$, ..., $F(3T - 2)$, un cuarto conjunto de muestras $F(3T + 2)$, ..., $F(4T - 2)$, un quinto conjunto de muestras $F(4T + 2)$, ..., $F(5T - 2)$, y un sexto conjunto de muestras $F(5T + 2)$, ..., $F(j_{max})$ desde el final de la cadena de muestras A y estas muestras componen la cadena de muestras B .

En resumen, una cadena de muestras de entrada $F(j)$ ($1 \leq j \leq j_{max}$) en este ejemplo es reordenada como $F(T - 1)$, $F(T)$, $F(T + 1)$, $F(2T - 1)$, $F(2T)$, $F(2T + 1)$, $F(3T - 1)$, $F(3T)$, $F(3T + 1)$, $F(4T - 1)$, $F(4T)$, $F(4T + 1)$, $F(5T - 1)$, $F(5T)$, $F(5T + 1)$, $F(1)$, ..., $F(T - 2)$, $F(T + 2)$, ..., $F(2T - 2)$, $F(2T + 2)$, ..., $F(3T - 2)$, $F(3T + 2)$, ..., $F(4T - 2)$, $F(4T + 2)$, ..., $F(5T - 2)$, $F(5T + 2)$, ..., $F(j_{max})$ (véase la Figura 3).

Obsérvese que una banda de bajas frecuencias, las muestras distintas de las muestras correspondientes a una periodicidad o una frecuencia fundamental de una señal de audio y las muestras correspondientes a múltiplos enteros de ellas a menudo tienen grandes amplitudes y valores de potencia. Por lo tanto, las muestras en un intervalo de la frecuencia menor a una frecuencia predeterminada f pueden ser excluidas de la reordenación. Por ejemplo, si la frecuencia predeterminada f es $nT + \alpha$, las muestras originales $F(1)$, ..., $F(nT + \alpha)$ no están reordenadas, pero las muestras originales $F(nT + \alpha + 1)$ y las muestras subsiguientes sí están reordenadas, estando α prefijada a un entero mayor o igual a 0 y algo menor que T (por ejemplo, un entero menor que $T/2$). Aquí, n puede ser un entero mayor o igual a 2. Alternativamente, P muestras originales sucesivas $F(1)$, ..., $F(P)$ de una muestra

correspondiente a la frecuencia menor pueden ser excluidas de la reordenación y la muestra original $F(P + 1)$ y las muestras subsiguientes pueden ser reordenadas. En este caso, la frecuencia predeterminada f es P . Una colección de muestras que han de reordenarse es reordenada según la regla descrita en lo que antecede. Obsérvese que si se ha establecido una primera frecuencia predeterminada, la frecuencia predeterminada f (una segunda frecuencia predeterminada) es menor que la primera frecuencia predeterminada.

Por ejemplo, si las muestras originales, $F(1), \dots, F(T + 1)$, no son reordenadas y han de reordenarse una muestra original $F(T + 2)$ y las muestras subsiguientes, la cadena de muestras de entrada $F(j)$ ($1 \leq j \leq j_{\max}$) será reordenada como $F(1), \dots, F(T + 1), F(2T - 1), F(2T), F(2T + 1), F(3T - 1), F(3T), F(3T + 1), F(4T - 1), F(4T), F(4T + 1), F(5T - 1), F(5T), F(5T + 1), F(T + 2), \dots, F(2T - 2), F(2T + 2), \dots, F(3T - 2), F(3T + 2), \dots, F(4T - 2), F(4T + 2), \dots, F(5T - 2), F(5T + 2), \dots, F(j_{\max})$ según la regla de reordenación descrita anteriormente (véase la Figura 4). Obsérvese que aunque en las Figuras 3 y 4 se representa que todas las muestras incluidas en la cadena de muestras en un dominio frecuencial tienen un valor mayor o igual a 0, son representadas así para mostrar claramente que las muestras que tienen amplitudes mayores aparecen en el lado de frecuencia inferior como consecuencia de la reordenación de las muestras. Las muestras incluidas en una cadena de muestras en el dominio frecuencial pueden tomar valores positivos o negativos o iguales a cero en algunos casos; la reordenación descrita anteriormente o la reordenación descrita posteriormente pueden llevarse a cabo para cualquiera de esos casos.

Pueden establecerse para diferentes tramas diferentes cotas superiores N o diferentes primeras frecuencias predeterminadas que determinen el valor máximo de los números de identificación j que han de ser reordenados, en vez de establecer una cota superior N o una primera frecuencia predeterminada que sea común a todas las tramas. En ese caso se puede transmitir al lado de decodificación la información que especifica una cota superior N o una primera frecuencia predeterminada para cada trama. Además, puede especificarse el número de grupos de muestras que han de ser reordenadas en vez de especificar el valor máximo de los números de identificación j que han de reordenarse. En ese caso, puede establecerse para cada trama el número de grupos de muestras y se puede transmitir al lado de decodificación la información que especifica el número de grupos de muestras. Naturalmente, el número de grupos de muestras que han de ser reordenadas puede ser común a todas las tramas. Pueden establecerse para diferentes tramas diferentes segundas frecuencias predeterminadas f , en vez de establecer un segundo valor predeterminado que sea común a todas las tramas. En ese caso, puede transmitirse al lado de decodificación información que especifique una segunda frecuencia predeterminada para cada trama.

La envolvente de los indicadores de las muestras de la cadena de muestras así reordenadas declina con la frecuencia creciente cuando las frecuencias y los indicadores de las muestras son trazados como abscisa y ordenada, respectivamente. La razón es el hecho de que las cadenas de muestras de señales de audio, especialmente las cadenas de muestras de señales de voz y música en el dominio frecuencial generalmente contienen menos componentes de alta frecuencia. En otras palabras, la unidad 5 de reordenación reordena al menos algunas de las muestras contenidas en la cadena de muestras de entrada para que la envolvente de los indicadores de las muestras decline con la frecuencia creciente.

Aunque la reordenación en esta realización junta una muestra o varias muestras sucesivas que incluyen una muestra correspondiente a la periodicidad o a la frecuencia fundamental y una muestra o varias muestras sucesivas que incluyen una muestra correspondiente a un múltiplo entero de la periodicidad o de la frecuencia fundamental en una agrupación en el lado de las bajas frecuencias, puede llevarse a cabo una reordenación que junte una muestra o varias muestras sucesivas que incluyan una muestra correspondiente a la periodicidad o a la frecuencia fundamental y una muestra o varias muestras sucesivas que incluyan muestras correspondientes a un múltiplo entero de la periodicidad o de la frecuencia fundamental en una agrupación en el lado de las altas frecuencias. En ese caso, los grupos de muestras de la cadena de muestras A son dispuestos en el orden inverso, los conjuntos de muestras de la cadena de muestras B son dispuestos en el orden inverso, la cadena de muestras B es situada en el lado de bajas frecuencias, la cadena de muestras A sigue a la cadena de muestras B. Es decir, las muestras del ejemplo descrito anteriormente son ordenadas en el orden siguiente desde el lado de bajas frecuencias: el sexto conjunto de muestras $F(5T + 2), \dots, F(j_{\max})$, el quinto conjunto de muestras $F(4T + 2), \dots, F(5T - 2)$, el cuarto conjunto de muestras $F(3T + 2), \dots, F(4T - 2)$, el tercer conjunto de muestras $F(2T + 2), \dots, F(3T - 2)$, el segundo conjunto de muestras $F(T + 2), \dots, F(2T - 2)$, el primer conjunto de muestras $F(1), \dots, F(T - 2)$, el quinto grupo de muestras $F(5T - 1), F(5T), F(5T + 1)$, el cuarto grupo de muestras $F(4T - 1), F(4T), F(4T + 1)$, el tercer grupo de muestras $F(3T - 1), F(3T), F(3T + 1)$, el segundo grupo de muestras $F(2T - 1), F(2T), F(2T + 1)$, y el primer grupo de muestras $F(T - 1), F(T), F(T + 1)$. La envolvente de los indicadores de las muestras de la cadena de muestras así reordenada se eleva con la frecuencia creciente cuando las frecuencias y los indicadores de las muestras son trazados como abscisa y ordenada, respectivamente. En otras palabras, la unidad 5 de reordenación reordena al menos algunas de las muestras incluidas en la cadena de muestras de entrada para que la envolvente de las muestras se eleve con la frecuencia creciente.

El intervalo T puede ser un valor fraccionario (por ejemplo, 5,0, 5,25, 5,5 o 5,75) en lugar de un entero. En ese caso, se seleccionan $F(R(nT - 1)), F(R(nT)),$ y $F(R(nT + 1))$, representando $R(nT)$ un valor nT redondeado a un entero.

Unidad 6 de codificación

La unidad 6 de codificación codifica la cadena reordenada de muestras de entrada y produce la cadena de códigos resultante (etapa S6). La unidad 6 de codificación cambia la codificación de longitud variable según la ubicación de las amplitudes de las muestras incluidas en la cadena reordenada de muestras de entrada y codifica la cadena de muestras. Es decir, dado que las muestras que tienen grandes amplitudes son juntadas en una agrupación en el lado de las bajas (o las altas) frecuencias de una trama reordenándolas, la unidad 6 de codificación lleva a cabo una codificación de longitud variable apropiada para la ubicación. Si se juntan muestras que tengan amplitudes iguales o casi iguales en una agrupación en cada región local como cadena reordenada de muestras, la cantidad media de código puede reducirse, por ejemplo, mediante una codificación de Rice que use diferentes parámetros de Rice para regiones diferentes. Se describirá un ejemplo en el que se juntan en una agrupación muestras que tienen grandes amplitudes en el lado de bajas frecuencias de una trama (el lado más cercano al comienzo de la trama).

[Ejemplo de codificación]

La unidad 6 de codificación aplica la codificación de Rice (también denominada codificación de Golomb-Rice) a cada muestra en una región en la que se juntan en una agrupación muestras con indicadores correspondientes a grandes amplitudes.

En una región distinta de esta región, la unidad 6 de codificación aplica una codificación entrópica (tal como la codificación de Huffman o la codificación aritmética) a varias muestras como una unidad. Para aplicar la codificación de Rice, pueden establecerse un parámetro de Rice y una región a la que se aplique la codificación de Rice o varias combinaciones diferentes de región a la que se aplique la codificación de Rice, y puede proporcionarse el parámetro de Rice para que pueda elegirse una combinación de las combinaciones. Cuando se elige una de las varias combinaciones, pueden usarse, por ejemplo, los siguientes códigos de longitud variable (valores binarios encerrados entre comillas “ ”) como información de selección indicativa de la elección para la codificación de Rice, y la unidad 6 de codificación produce una cadena de códigos que incluye la información de selección que indica la elección.

“1”: No se aplica la codificación de Rice.

“01”: Se aplica la codificación de Rice a la región del primer 1/32 de una cadena con el parámetro 1 de Rice.

“001”: Se aplica la codificación de Rice a la región del primer 1/32 de una cadena con el parámetro 2 de Rice.

“0001”: Se aplica la codificación de Rice a la región del primer 1/16 de una cadena con el parámetro 1 de Rice.

“00001”: Se aplica la codificación de Rice a la región del primer 1/16 de una cadena con el parámetro 2 de Rice.

“00000”: Se aplica la codificación de Rice a la región del primer 1/32 de una cadena con el parámetro 3 de Rice.

Un método para elegir una de estas alternativas puede ser comparar las cantidades de código de las cadenas de códigos correspondientes a diferentes alternativas para la codificación de Rice que se obtienen codificando para elegir una alternativa con la menor cantidad de código.

Cuando aparece una región en la que existen muestras que tienen una amplitud de 0 en una larga sucesión en una cadena reordenada de muestras, la cantidad media de código puede reducirse mediante una codificación de coordenada diferencial, por ejemplo, del número de muestras sucesivas que tienen una amplitud de 0. En tal caso, la unidad 6 de codificación (1) aplica la codificación de Rice a cada muestra en la región en la que las muestras que tienen indicadores correspondientes a grandes amplitudes se juntan en una agrupación y, (2) en las regiones distintas de esa región, (a) aplica una codificación que produce códigos que representan el número de muestras sucesivas que tienen una amplitud de 0 a una región en la que las muestras que tienen una amplitud de 0 aparecen en sucesión, (b) aplica una codificación entrópica (tal como la codificación de Huffman o la codificación aritmética) a varias muestras como una unidad en las restantes regiones. De nuevo, puede elegirse entre las alternativas a la codificación de Rice descritas en lo que antecede. En este caso, es preciso enviar al lado de decodificación información que indique las regiones en las que se ha aplicado la codificación de coordenada diferencial. Esta información puede ser incluida, por ejemplo, en la cadena de códigos. Además, si se proporcionan como alternativas varios tipos de métodos de codificación entrópica, es preciso enviar al lado de decodificación información que identifique cuál de los tipos de codificación ha sido elegido. La información puede ser incluida, por ejemplo, en la cadena de códigos.

[Métodos para determinar el intervalo T]

Se describirán métodos para determinar el intervalo T. En un ejemplo de método simple, se proporcionan de antemano Z candidatos para el intervalo T, T_1, T_2, \dots, T_Z , la unidad 5 de reordenación reordena las muestras incluidas en una cadena de muestras usando cada uno de los candidatos T_i ($i = 1, 2, \dots, Z$), la unidad 6 de codificación, que será descrita posteriormente, obtiene la cantidad de código de una cadena de códigos correspondiente a la cadena de muestras obtenida en función de cada uno de los candidatos T_i y elige el candidato T_i que proporciona la menor cantidad de código como intervalo T. La unidad 6 de codificación produce información suplementaria que identifica la reordenación de las muestras incluidas en la cadena de muestras, por ejemplo un código obtenido codificando el intervalo T.

Para determinar un intervalo apropiado T , es deseable que Z sea suficientemente grande. Sin embargo, si Z es suficientemente grande, se requiere una cantidad significativamente grande cálculo para calcular las cantidades reales de código para todos los candidatos, lo que puede ser problemático en términos de eficiencia. Desde este punto de vista, para reducir la cantidad de cálculo, puede aplicarse un procedimiento de selección preliminar a Z candidatos para reducir el número de candidatos a Y . Aquí, el procedimiento de selección preliminar es un procedimiento para seleccionar candidatos para el procedimiento de selección final aproximando la cantidad de código (calculando una cantidad estimada de código) de una cadena de códigos correspondiente a una cadena reordenada de muestras (dependiendo de las condiciones, una cadena original de muestras que no ha sido reordenada) obtenida en función de cada candidato u obteniendo un indicador que refleje la cantidad de código de la cadena de códigos o un indicador que esté relacionado con la cantidad de código de la cadena de códigos (aquí, el indicador difiere de la "cantidad de código"). El procedimiento de selección final selecciona el intervalo T en función de las cantidades reales de código de la cadena de códigos correspondientes a la cadena de muestras. Aunque son posibles diversos tipos de procedimientos de selección preliminar, la cantidad de código de una cadena de códigos correspondientes a una cadena de muestras se calcula realmente para cada uno de los Y candidatos obtenidos por cualquier procedimiento de selección preliminar y se selecciona el candidato T_j que produzca la menor cantidad de código como intervalo T ($T_j \in S_Y$, siendo S_Y un conjunto de Y candidatos). Es preciso que Y satisfaga al menos $Y < Z$. De cara a una reducción significativa de la cantidad de cálculo, Y se configura preferentemente a un valor significativamente menor que Z , para que se satisfaga, por ejemplo, $Y \leq Z/2$. En general, el procedimiento para calcular las cantidades de código requiere una enorme cantidad de cálculo. Denote A la cantidad de este cálculo. Suponiendo que la cantidad A de cálculo para el procedimiento de selección preliminar sea aproximadamente $1/10$ de esta cantidad de cálculo, es decir, $A/10$, entonces la cantidad de cálculo requerida para calcular las cantidades de código para la totalidad de los Z candidatos es ZA . Por otro lado, la cantidad de cálculo requerida para llevar a cabo el procedimiento de selección preliminar aplicado a la totalidad de los Z candidatos y luego calcular las cantidades de código de los Y candidatos seleccionados por el procedimiento de selección preliminar es $(ZA/10 + YA)$. Se apreciará que si $Y < 9Z/10$, el método que usa el procedimiento de selección preliminar requiere una menor cantidad de cálculo para determinar el intervalo T .

La presente invención también proporciona un método para determinar el intervalo T con una cantidad menor de cálculo. Antes de describir una realización del método, se describirá el concepto de determinación del intervalo T con una cantidad pequeña de cálculo.

Una cantidad de la característica periódica de una señal de audio tal como voz y música, en general, cambia a menudo gradualmente en varias tramas en un periodo en el que la señal de audio está en un estado estacionario. En consecuencia, tomando en consideración el intervalo T_{t-1} determinado en la trama X_{t-1} que precede inmediatamente a una trama dada X_t , se puede determinar eficientemente el intervalo T_t en la trama X_t . Sin embargo, el intervalo T_{t-1} determinado en la trama X_{t-1} no es necesariamente un intervalo T_t apropiado para la trama X_t . Por lo tanto, es preferible que un candidato para el intervalo T usado para determinar el intervalo T_{t-1} en la trama X_{t-1} este incluido en los candidatos para el intervalo T para determinar el intervalo T_t en la trama X_t , en lugar de tomar en consideración solo el intervalo T_{t-1} determinado en la trama X_{t-1} .

Por otro lado, en un periodo de señal en varias tramas en las que la señal de audio está en un estado no estacionario, es difícil esperar la continuidad de una cantidad de la característica periódica de la señal de audio en tramas adyacentes. Por lo tanto, si la determinación de si un periodo de una señal entre tramas es o no un periodo en el que la señal está en un estado estacionario no se realiza mediante otros medios, no representados, la estrategia de "encontrar un intervalo T_t en la trama X_t de entre los candidatos para el intervalo T usado para determinar el intervalo T_{t-1} en la trama X_{t-1} " no proporciona necesariamente un resultado preferible. Es decir, en tal situación, es deseable que se permita que el intervalo T_t se encuentre entre los candidatos para el intervalo T en la trama X_t que no dependan de los candidatos para el intervalo T usados para determinar el intervalo T_{t-1} en la trama X_{t-1} .

Se describirá en detalle una realización basada en el concepto (véanse las Figuras 7 y 8). En la realización, se proporciona una unidad 7 de determinación de intervalos en un codificador 100a, según se representa en la Figura 10, y se proporcionan una unidad 5 de reordenación, una unidad 6 de codificación y una unidad 8 de generación de información suplementaria en la unidad 7 de determinación de intervalos.

(A) Procedimiento de selección preliminar (etapa S71)

Los candidatos para el intervalo T que pueden ser representados mediante información suplementaria que identifica la reordenación de las muestras en una cadena de muestras son predeterminados en asociación con un método de codificación de la información suplementaria, que será descrito posteriormente, tal como codificación de longitud fija o codificación de longitud variable. La unidad 7 de determinación de intervalos almacena Z_1 candidatos T_1, T_2, \dots, T_Z elegidos de antemano de Z candidatos predeterminados diferentes para el intervalo T ($Z_1 < Z$). El propósito de esto es reducir el número de candidatos que han de ser sometidos al procedimiento de selección preliminar. Es deseable que los candidatos que hayan de ser sometidos al procedimiento de selección preliminar incluyan tantos intervalos que sean preferibles como intervalo T para la trama como sea posible entre T_1, T_2, \dots, T_Z . En realidad, sin embargo,

la preferencia es desconocida antes del procedimiento de selección preliminar. Por lo tanto, se eligen Z_1 candidatos de los Z candidatos T_1, T_2, \dots, T_Z a intervalos iguales, por ejemplo, como candidatos que han de ser sometidos al procedimiento de selección preliminar. Por ejemplo, los Z_1 candidatos que han de ser sometidos al procedimiento de selección preliminar pueden elegirse de los Z candidatos T_1, T_2, \dots, T_Z según la regla de "elegir candidatos en posición impar entre los Z candidatos T_1, T_2, \dots, T_Z como candidatos que han de ser sometidos al procedimiento de selección preliminar" (siendo $Z_1 = \text{techo}(Z/2)$ y siendo $\text{techo}(\cdot)$ una función techo). El conjunto de Z candidatos está denotado por S_Z ($S_Z = \{T_1, T_2, \dots, T_Z\}$) y el conjunto de Z_1 candidatos está denotado por S_{Z_1} .

La unidad 7 de determinación de intervalos realiza el procedimiento de selección descrito más arriba en los Z_1 candidatos que han de ser sometidos al procedimiento de selección preliminar. El número de candidatos reducido por esta selección está denotado por Z_2 . Según se ha afirmado más arriba, son posibles diversos tipos de procedimiento de selección preliminar. Un método basado en un indicador relativo a las cantidades de código de una cadena de códigos correspondiente a una cadena reordenada de muestras puede ser escoger Z_2 candidatos en función del grado de concentración de los indicadores de las muestras en una región de baja frecuencia o en función el número de muestras sucesivas que tienen una amplitud de cero a lo largo del eje de frecuencias desde la frecuencia más alta hacia el lado de bajas frecuencias.

Específicamente, si el valor de Z_2 no está preestablecido, se lleva a cabo el siguiente procedimiento de selección preliminar. La unidad 7 de determinación de intervalos lleva a cabo la reordenación descrita más arriba sobre una cadena de muestras en función de cada candidato para cada uno de los candidatos, calcula la suma de los valores absolutos de las amplitudes de las muestras contenidas en la región del primer 1/4, por ejemplo, desde el lado de bajas frecuencias de la cadena reordenada de muestras como un indicador relativo a las cantidades de código de una cadena de códigos correspondiente a la cadena de muestras, y elige ese candidato si la suma es mayor que un umbral predeterminado. Alternativamente, la unidad 7 de determinación de intervalos reordena la cadena de muestras, según se ha descrito más arriba, en función de cada candidato, obtiene el número de muestras sucesivas que tienen una amplitud de cero desde la frecuencia más alta hacia el lado de bajas frecuencias como un indicador relativo a la cantidad de código de una cadena de códigos correspondiente a la cadena de muestras, y elige ese candidato si el número de muestras sucesivas es mayor que un umbral predeterminado. La reordenación la lleva a cabo la unidad 5 de reordenación. Aquí, el número de candidatos elegidos es Z_2 y el valor de Z_2 puede variar de trama en trama.

Si el valor de Z_2 está preestablecido, se realiza el siguiente procedimiento de selección preliminar. La unidad 7 de determinación de intervalos lleva a cabo la reordenación descrita más arriba sobre una cadena de muestras en función de cada candidato para cada uno de los Z_1 candidatos, calcula la suma de los valores absolutos de las amplitudes de las muestras contenidas en la región del primer 1/4, por ejemplo, desde el lado de bajas frecuencias de la cadena de las muestras reordenadas como un indicador relativo a las cantidades de código de una cadena de códigos correspondiente a la cadena de muestras, y elige Z_2 candidatos que producen las Z_2 sumas mayores. Alternativamente, la unidad 7 de determinación de intervalos realiza la reordenación descrita más arriba sobre la cadena de muestras en función de cada candidato para cada uno de los Z_1 candidatos, obtiene el número de muestras sucesivas que tienen una amplitud de cero en la cadena reordenada de muestras desde la frecuencia más alta hacia el lado de bajas frecuencias como un indicador relativo a la cantidad de código de una cadena de códigos correspondiente a la cadena de muestras, y elige Z_2 candidatos que producen las Z_2 sumas mayores de muestras sucesivas. La reordenación de la cadena de muestras la lleva a cabo la unidad 5 de reordenación. El valor de Z_2 es igual en cada trama. Por supuesto, se satisface al menos la relación $Z > Z_1 > Z_2$. El conjunto de Z_2 candidatos está denotado por S_{Z_2} .

(B) Procedimiento aditivo (etapa S72)

A continuación, la unidad 7 de determinación de intervalos lleva a cabo un procedimiento para añadir uno o más candidatos al conjunto S_{Z_2} de candidatos obtenido por el procedimiento de selección preliminar en (A). El propósito de este procedimiento aditivo es impedir que el valor de Z_2 se haga demasiado pequeño para encontrar el intervalo T en la selección final descrita más arriba cuando el valor de Z_2 pueda variar de trama en trama, o aumentar la posibilidad de elegir un intervalo T apropiado en la selección final tanto como sea posible, aunque Z_2 se vuelva relativamente grande. Dado que el propósito del método para determinar el intervalo T en la presente invención es reducir la cantidad de cálculo en comparación con la cantidad de cálculo de las técnicas convencionales, es preciso que el número Q de candidatos añadidos satisfaga $Z_2 + Q < Z$, siendo el número $|S_{Z_2}|$ de los elementos (candidatos) del conjunto S_{Z_2} , $|S_{Z_2}| = Z_2$. Una condición más preferible es que Q satisfaga $Z_2 + Q < Z_1$. Los candidatos añadidos pueden ser los candidatos T_{k-1} y T_{k+1} que preceden y suceden a un candidato T_k incluido en el conjunto S_{Z_2} , por ejemplo, siendo $T_{k-1}, T_{k+1} \in S_Z$ (aquí, los candidatos "que preceden y suceden" al candidato T_k son los candidatos que preceden y suceden al candidato T_k en el orden $T_1 < T_2 < \dots < T_Z$ en función de la magnitud del valor introducido en el conjunto $S_Z = \{T_1, T_2, \dots, T_Z\}$). La razón es que existe la posibilidad de que los candidatos T_{k-1} y T_{k+1} no estén incluidos en los Z_1 candidatos que han de ser sometidos al procedimiento de selección preliminar. Sin embargo, si los candidatos $T_{k-1}, T_{k+1} \in S_{Z_1}$ y los candidatos T_{k-1} y T_{k+1} no están incluidos en el conjunto S_{Z_2} , no se necesariamente preciso que se añadan los candidatos T_{k-1} y T_{k+1} . Solo es preciso elegir candidatos que han de añadirse procedentes del conjunto S_Z . Por ejemplo, para un candidato T_k incluido en el conjunto S_{Z_2} , pueden añadirse como nuevos candidatos $T_k - \alpha$ (siendo $T_k - \alpha \in S_Z$) y/o $T_k + \beta$ (siendo $T_k + \beta \in S_Z$). Aquí, α y β son, por

ejemplo, números reales positivos predeterminados y α puede ser igual a β . Si $T_k - \alpha$ y/o $T_k + \beta$ se solapan con otro candidato incluido en el conjunto S_{Z_2} , no se añaden $T_k - \alpha$ ni/o $T_k + \beta$ (porque no tiene sentido añadirlos). Un conjunto de $Z_2 + Q$ candidatos está denotado por S_{Z_3} . A continuación, se lleva a cabo un procedimiento en (D1) o (D2).

(D) Procedimiento de selección preliminar (etapa S73)

(D1: Etapa S731) Si una trama para la cual ha de determinarse el intervalo T es temporalmente la primera trama, la unidad 7 de determinación de intervalos lleva a cabo el procedimiento de selección preliminar descrito más arriba para los $Z_2 + Q$ candidatos incluidos en el conjunto S_{Z_3} . El número de candidatos reducido por el procedimiento de selección preliminar está denotado por Y, que satisface $Y < Z_2 + Q$.

Según se ha afirmado anteriormente, son posibles diversos tipos de procedimiento de selección preliminar. Por ejemplo, en (A) puede llevarse a cabo el mismo procedimiento que la sección preliminar (el número de candidatos producidos difiere; es decir, $Y \neq Z_2$). Debería hacerse notar que, en este caso, el valor de Y puede variar de trama en trama. En un procedimiento de selección preliminar diferente del procedimiento de selección preliminar en (A) descrito en lo que antecede, la ordenación descrita más arriba se lleva a cabo sobre la cadena de muestras para cada uno de los $Z_2 + Q$ candidatos incluidos, por ejemplo, en el conjunto S_{Z_3} , y se usa una ecuación predeterminada de aproximación para aproximarse a la cantidad de código de una cadena de códigos obtenida codificando la cadena reordenada de muestras para obtener una cantidad de código aproximada (una cantidad de código estimada). La reordenación de la cadena de muestras la lleva a cabo la unidad 5 de reordenación. Para los candidatos para los que se ha obtenido una cadena reordenada de muestras en el procedimiento de selección preliminar en (A), puede usarse la cadena reordenada de muestras obtenida en el procedimiento de selección preliminar en (A). En ese caso, si no está preestablecido el valor de Y, pueden elegirse candidatos que produzcan cantidades aproximadas de código menores o iguales a un umbral predeterminado como los candidatos que han de ser sometidos a un procedimiento de cálculo de la cantidad de código (E), que será descrito posteriormente (en este caso, el número de candidatos elegidos es Y); si está preestablecido el valor de Y, pueden elegirse Y candidatos que produzcan las cantidades aproximadas menores de código como los candidatos que han de ser sometidos al procedimiento de selección final (E), que será descrito posteriormente. Los Y candidatos son almacenados en una memoria y usados en el procedimiento en (C) o (D2), que serán descritos posteriormente, para determinar el intervalo T en la segunda trama temporalmente. Después del procedimiento en (D1), se lleva a cabo el procedimiento de selección final en (E).

Si en (D1) se lleva a cabo el mismo procedimiento de selección preliminar que el procedimiento de selección preliminar en (A) y se eligen candidatos por comparación entre un indicador relativo a la cantidad de código de una cadena de códigos obtenida mediante codificación de la cadena reordenada de muestras en el procedimiento de selección preliminar en (A) y un umbral, los candidatos elegidos en el procedimiento de selección preliminar en (A) siempre se eligen en el procedimiento de selección preliminar en (D1). Por lo tanto, el procedimiento de comparación del indicador con el umbral para elegir candidatos es preciso llevarlo a cabo únicamente para los candidatos añadidos en el procedimiento aditivo (B), y los candidatos elegidos aquí y los candidatos elegidos en el procedimiento de selección preliminar (A) son sometidos al procedimiento de selección final en (E). Sin embargo, es preferible que el valor de Y se fije en un valor preestablecido en el procedimiento de selección preliminar en (D1) y que los Y candidatos que produzcan las cantidades menores aproximadas de código se elijan como los candidatos que han de ser sometidos al procedimiento de selección final en (E) porque la cantidad de cálculo del procedimiento de selección final (E) es grande.

(D2: Etapa S732) Si una trama para la cual ha de determinarse el intervalo T no es temporalmente la primera trama, la unidad 7 de determinación de intervalos lleva a cabo el procedimiento de selección preliminar descrito más arriba, como mucho, en $Z_2 + Q + Y + W$ candidatos incluidos en una unión $S_{Z_3} \cup S_P$ (siendo $|S_P| = Y + W$). Aquí se describirá la unión $S_{Z_3} \cup S_P$. Una trama para la que ha de determinarse el intervalo T está denotada por X_t y la trama que precede temporalmente de forma inmediata a la trama X_t está denotada por X_{t-1} . El conjunto S_{Z_3} es un conjunto de candidatos en la trama X_t obtenido en los procedimientos (A) - (B) descritos más arriba y el número de candidatos incluidos en el conjunto S_{Z_3} es $Z_2 + Q$. El conjunto S_P es la unión de un conjunto S_Y de candidatos elegidos como los candidatos que han de ser sometidos al procedimiento de selección final en (E), que será descrito posteriormente, cuando se determina el intervalo T en la trama X_{t-1} y un conjunto S_W de candidatos que ha de ser añadido al conjunto S_Y por un procedimiento aditivo en (C), que será descrito posteriormente. El conjunto S_Y ha sido almacenado en una memoria. Aquí, $|S_Y| = Y$ y $|S_W| = W$ y es preciso que se satisfaga al menos $|S_{Z_3} \cup S_P| < Z$. El procedimiento de selección preliminar descrito más arriba se lleva a cabo, como mucho, en $Z_2 + Q + Y + W$ candidatos incluidos en la unión $S_{Z_3} \cup S_P$. El número de candidatos reducidos por el procedimiento de selección preliminar es Y, e Y satisface $Y < |S_{Z_3} \cup S_P| \leq Z_2 + Q + Y + W$. Según se ha afirmado anteriormente, son posibles diversos tipos de procedimiento de selección preliminar. Por ejemplo, puede realizarse el mismo procedimiento que el procedimiento de selección preliminar en (B) descrito más arriba (el número de candidatos producidos difiere (es decir, $Y \neq Z_2$)). Debería hacerse notar que, en este caso, el valor de Y puede variar de trama en trama. En un procedimiento de selección preliminar diferente del procedimiento de selección preliminar en (B) descrito más arriba, la reordenación descrita anteriormente se lleva a cabo sobre la cadena de muestras en función de cada uno de los $|S_{Z_3} \cup S_P|$ candidatos, por ejemplo, y se usa una ecuación predeterminada de aproximación para aproximarse a la

cantidad de código de una cadena de códigos obtenida codificando la cadena reordenada de muestras para obtener una cantidad de código aproximada (una cantidad de código estimada). La reordenación de la cadena de muestras lleva a cabo la unidad 5 de reordenación. Para los candidatos para los que se ha obtenido una cadena reordenada de muestras en el procedimiento de selección preliminar en (A), puede usarse la cadena reordenada de muestras obtenida en el procedimiento de selección preliminar en (A). En ese caso, si no está preestablecido el valor de Y , pueden elegirse candidatos que produzcan cantidades aproximadas de código menores o iguales a un umbral predeterminado como los candidatos que han de ser sometidos al procedimiento de selección final (E), que será descrito posteriormente (en este caso, el número de candidatos elegidos es Y); si está preestablecido el valor de Y , pueden elegirse Y candidatos que produzcan las cantidades aproximadas menores de código como los candidatos que han de ser sometidos al procedimiento de selección final (E), que será descrito posteriormente. Los Y candidatos son almacenados en una memoria y usados en el procedimiento en (D2), que se realiza cuando se determina el intervalo T en la trama siguiente temporalmente. Después del procedimiento en (D2), se lleva a cabo el procedimiento de selección final en (E).

Si en (D2) se lleva a cabo el mismo procedimiento de selección preliminar que el procedimiento de selección preliminar en (A) y se eligen candidatos por comparación entre un indicador relativo a la cantidad de código de una cadena de códigos obtenida mediante codificación de la cadena reordenada de muestras en el procedimiento de selección preliminar en (A) y un umbral, los candidatos elegidos en el procedimiento de selección preliminar en (A) siempre se eligen en el procedimiento de selección preliminar en (D2). Por lo tanto, el procedimiento de comparación del indicador con el umbral para elegir candidatos es preciso llevarlo a cabo únicamente para los candidatos añadidos en el procedimiento aditivo (B), los candidatos sometidos al procedimiento de selección final en (E), que será descrito posteriormente, cuando se determina el intervalo T en la trama X_{t-1} , y los candidatos añadidos en el procedimiento aditivo en (C), y los candidatos elegidos aquí y los candidatos elegidos en el procedimiento de selección preliminar (A) son sometidos al procedimiento de selección final en (E). Sin embargo, es preferible que el valor de Y se fije en un valor preestablecido en el procedimiento de selección preliminar en (D2) y que los Y candidatos que produzcan las cantidades menores aproximadas de código se elijan como los candidatos que han de ser sometidos al procedimiento de selección final en (E) porque la cantidad de cálculo del procedimiento de selección final (E) es grande.

(C) Procedimiento aditivo (etapa S74)

La unidad 7 de determinación de intervalos realiza un procedimiento de añadir uno o más candidatos al conjunto S_Y sometido al procedimiento de selección final en (E), que será descrito a continuación, cuando se determina el intervalo T en la trama X_{t-1} . Los candidatos añadidos al conjunto S_Y pueden ser los candidatos T_{m-1} y T_{m+1} que preceden y suceden a un candidato T_m incluido en el conjunto S_Y , por ejemplo, siendo T_{m-1} , $T_{m+1} \in S_Z$ (aquí, los candidatos "que preceden y suceden" al candidato T_k son los candidatos que preceden y suceden al candidato T_m en el orden $T_1 < T_2 < \dots < T_Z$ en función de la magnitud del valor introducido en el conjunto $S_Z = \{T_1, T_2, \dots, T_Z\}$). Solo es preciso elegir candidatos que han de añadirse procedentes del conjunto S_Z . Por ejemplo, para un candidato T_m incluido en el conjunto S_Y , pueden añadirse como nuevos candidatos $T_m - \gamma$ (siendo $T_m - \gamma \in S_Z$) y/o $T_m + \eta$ (siendo $T_m + \eta \in S_Z$). Aquí, γ y η son, por ejemplo, números reales positivos predeterminados y γ puede ser igual a η . Si $T_m - \gamma$ y/o $T_m + \eta$ se solapan con otro candidato incluido en el conjunto S_Y , no se añaden $T_m - \gamma$ ni/o $T_m + \eta$ (porque no tiene sentido añadirlos). A continuación, se lleva a cabo un procedimiento en (D2).

(E) Procedimiento de selección final (etapa S75)

La unidad 7 de determinación de intervalos reordena, según se ha descrito anteriormente, la cadena de muestras en función de cada uno de los Y candidatos, codifica la cadena reordenada de muestras para obtener una cadena de códigos, obtiene cantidades reales de código, y elige un candidato que produce la menor cantidad de código como intervalo T . La reordenación la efectúa la unidad 5 de reordenación y la codificación de la cadena reordenada de muestras la realiza la unidad 6 de codificación. Para candidatos para los cuales se ha obtenido una cadena reordenada de muestras en el procedimiento de selección preliminar en (A) o (D), la cadena reordenada de muestras obtenida en el procedimiento de selección preliminar puede ser introducida en la unidad 6 de codificación y codificada por la unidad 6 de codificación.

Obsérvese que el procedimiento aditivo en (B), el procedimiento aditivo en (C) y el procedimiento de selección preliminar en (D) no son esenciales y que puede omitirse al menos uno de los procedimientos. Si se omite el procedimiento aditivo en (B), entonces el número $|S_{Z3}|$ de los elementos (candidatos) del conjunto S_{Z3} es $|S_{Z3}| = Z_2$, dado que $Q = 0$. Si se omite el procedimiento de selección preliminar en (D), entonces, como mucho, $Z_2 + Q$ candidatos incluidos en el conjunto S_{Z3} (si la trama para la cual ha de determinarse el intervalo T es temporalmente la primera trama) o, como mucho, $Z_2 + Q + Y + W$ candidatos incluidos en la unión $S_{Z3} \cup S_P$ (si la trama para la cual ha de determinarse el intervalo T no es temporalmente la primera trama) son sometidos al procedimiento de selección final en (E).

Aunque la "primera trama" es la "primera trama temporalmente" en la descripción de la determinación del intervalo T , la primera trama no está limitada a esto. La "primera trama" puede ser cualquier trama distinta de las tramas que satisfaga las condiciones (1) a (3) enumeradas en las Condiciones A a continuación (véase la Figura 9).

<Condiciones A>
Para una trama,

- 5 (1) la trama no es la primera trama temporalmente,
(2) la trama precedente ha sido codificada según un método de codificación de la presente invención, y
(3) la trama precedente ha experimentado el procedimiento de reordenación descrito anteriormente.

10 Aunque el conjunto S_Y en el procedimiento en (D2) es un “conjunto de candidatos sometidos al procedimiento de selección final en (E) descrito posteriormente cuando se determina el intervalo T en la trama precedente X_{t-1} ” en la descripción anterior, el conjunto S_Y puede ser la “unión de conjuntos de candidatos sometidos al procedimiento de selección final en (E) descrito posteriormente cuando se determina el intervalo T en cada una de varias tramas precedentes en el tiempo a la trama para la cual ha de determinarse el intervalo T”. Específicamente, el conjunto S_Y es la unión de un conjunto S_{t-1} de candidatos sometidos al procedimiento de selección final en (E) descrito posteriormente cuando se determina el intervalo T en la trama X_{t-1} , un conjunto S_{t-2} de candidatos sometidos al procedimiento de selección final en (E) descrito posteriormente cuando se determina el intervalo para la trama X_{t-2} , ..., y un conjunto S_{t-m} de candidatos sometidos al procedimiento de selección final descrito posteriormente cuando se determina el intervalo T en la trama X_{t-m} ; es decir, $S_Y = S_{t-1} \cup S_{t-2} \cup \dots \cup S_{t-m}$, siendo m el número de tramas anteriores. Aquí, m es, preferentemente, uno cualquiera de 1, 2 y 3, porque un valor mayor de m requiere una cantidad mayor de cálculo, dependiendo de los valores Z, Z_1 , Z_2 y Q.

20 Suponiendo que la cantidad A de cálculo para el procedimiento de selección preliminar sea aproximadamente 1/10 de esta cantidad de cálculo para el procedimiento de cálculo de la cantidad de código, es decir, A/10, entonces la cantidad de cálculo requerida para llevar a cabo los procedimientos (A), (B), (C) y (D2) es, como mucho $((Z_1 + Z_2 + Q + Y + W)A/10 + YA)$ si Z, Z_1 , Z_2 , Q, W e Y están preconfigurados en valores fijos. Aquí, haciendo que $Z_2 + Q \approx 3Z_2$ e $Y + W \approx 3Y$, entonces la cantidad de cálculo es $((Z_1 + 3Z_2 + 3Y)A/10 + YA)$. La comparación con la cantidad de cálculo $(ZA/10 + YA)$ descrita más arriba demuestra que la cantidad de cálculo puede reducirse configurando Z, Z_1 , Z_2 e Y para que satisfagan $Z > (Z_1 + 3Z_2 + 3Y)$. Por ejemplo, las configuraciones pueden ser $Z = 256$, $Z_1 = 64$ y $Z_2 = Y = 8$.

30 $S_Z = \{T_1, T_2, \dots, T_Z\}$ puede ser constante o variar de trama en trama. El valor de Z puede ser constante o variar de trama en trama. Sin embargo, es preciso que el número de candidatos que han de ser sometidos al procedimiento de selección final en (E) sea menor que Z. Por lo tanto, si $|S_Y|$ es mayor o igual a Z en el procedimiento en (D2), se lleva a cabo el procedimiento de selección preliminar sobre el conjunto S_Y leído de una memoria usando, por ejemplo, un indicador similar al indicador usado en el procedimiento de selección preliminar en (A), descrito más arriba, para reducir el número de candidatos para que el número de candidatos que han de ser sometidos al procedimiento de selección final en (E) sea menor que Z. Si se omite el procedimiento de selección preliminar en (D) y $|S_{Z3} \cup S_P| \geq Z$, se lleva a cabo la selección preliminar sobre $S_{Z3} \cup S_P$ usando un indicador similar al indicador usado en el procedimiento de selección preliminar en (A), descrito más arriba, para reducir el número de candidatos para que el número de candidatos que han de ser sometidos al procedimiento de selección final en (E) sea menor que Z.

<Modificación del método para determinar el intervalo T>

45 En una señal de audio, tal como señales de voz y música, hay a menudo una correlación elevada entre la trama actual y las tramas anteriores en un periodo de señales en el que la señal de audio está en un estado estacionario en el transcurso de varias tramas. Aprovechando esta naturaleza de una señal estacionaria, se puede cambiar la proporción entre S_{Z3} y S_P en el procedimiento en (D2), para reducir adicionalmente la cantidad de cálculo mientras se mantiene el rendimiento de la compresión. Aquí, la proporción puede especificarse como la proporción entre S_P y S_{Z3} o puede especificarse como la proporción entre S_{Z3} y S_P , o puede especificarse como la proporción de S_P en $S_{Z3} \cup S_P$, o puede especificarse como la proporción de S_{Z3} en $S_{Z3} \cup S_P$.

50 La determinación en cuanto a si la estacionariedad es elevada o no en cierto segmento de señal puede hacerse en función de si un indicador que indique, por ejemplo, el grado de estacionariedad es o no mayor o igual a un umbral, o de si el indicador es mayor o no que un umbral. El indicador que indica que grado de estacionariedad puede ser el dado a continuación. A una trama de interés para la cual se determina el intervalo T se la denomina en lo sucesivo trama actual y a la trama que precede inmediatamente en el tiempo a la trama actual se la denomina trama precedente. El indicador del grado de estacionariedad es mayor cuando:

- 60 (a-1) que aumente la “ganancia de predicción de la señal de audio en la trama actual”,
(a-2) que aumente la “ganancia de predicción estimada de la señal de audio en la trama actual”,
(b-1) que disminuya la diferencia entre una “ganancia de predicción de la señal de audio en la trama precedente” y la “ganancia de predicción de la señal de audio en la trama actual”,
(b-2) que disminuya la diferencia entre una “ganancia de predicción estimada en la trama precedente” y la “ganancia de predicción estimada en la trama actual”,
65 (c-1) que aumente la “suma de las amplitudes de las muestras de la señal de audio incluidas en la trama actual”,

(c-2) que aumente la “suma de las amplitudes de las muestras incluidas en una cadena de muestras obtenida transformando una cadena de muestras de la señal de audio incluidas en la trama actual a un dominio frecuencial”,

5 (d-1) que disminuya la diferencia entre la “suma de las amplitudes de las muestras de la señal de audio incluidas en la trama precedente” y la “suma de las amplitudes de las muestras de la señal de audio incluidas en la trama actual”,

10 (d-2) que disminuya la diferencia entre la “suma de las amplitudes de las muestras incluidas en una cadena de muestras obtenida transformando una cadena de muestras de la señal de audio incluidas en la trama precedente a un dominio frecuencial” y la “suma de las amplitudes de las muestras incluidas en una cadena de muestras obtenida transformando una cadena de muestras de la señal de audio incluidas en la trama actual a un dominio frecuencial”,

(e-1) que aumente la “potencia de la señal de audio en la trama actual”,

(e-2) que aumente la “potencia de una cadena de muestras obtenida transformando una cadena de muestras de la señal de audio en la trama actual a un dominio frecuencial”,

15 (f-1) que disminuya la diferencia entre la “potencia de la señal de audio en la trama precedente” y la “potencia de la señal de audio en la trama actual”, y/o

20 (f-2) que disminuya la diferencia entre la “potencia de una cadena de muestras obtenida transformando una cadena de muestras de la señal de audio en la trama precedente a un dominio frecuencial” y la “potencia de una cadena de muestras obtenida transformando una cadena de muestras de la señal de audio en la trama actual a un dominio frecuencial”.

25 Obsérvese que la ganancia predictiva es la proporción entre la energía de una señal original y la energía de una señal de error de predicción en codificación predictiva. El valor de la ganancia predictiva es sustancialmente proporcional a la proporción de la suma de los valores absolutos de muestras incluidas en una cadena de coeficientes de TCDM en la trama producida en la unidad 1 de transformación al dominio frecuencial con respecto a la suma de los valores absolutos de los valores de las muestras incluidas en una cadena de coeficientes de TCDM normalizada ponderada en la trama producida en la unidad 2 de normalización de envolvente ponderada, o la proporción de la suma de los cuadrados de los valores de las muestras incluidas en una cadena de coeficientes de TCDM en la trama con respecto a la suma de los cuadrados de los valores de las muestras incluidas en una cadena de coeficientes de TCDM normalizada ponderada en la trama. Por lo tanto, puede usarse cualquiera de estas proporciones como un valor cuya magnitud es equivalente a la magnitud de la “ganancia de predicción de una señal de audio en una trama”.

35 La “ganancia de predicción de una señal de audio en una trama” es E, dada por

$$E = 1 / \prod_{m=1}^P (1 - k_m^2)$$

40 siendo k_m un coeficiente de PARCOR de orden m correspondiente a un coeficiente predictivo lineal en la trama usada por la unidad 2 de normalización de envolvente ponderada. Aquí, el coeficiente de PARCOR correspondiente al coeficiente predictivo lineal es un coeficiente de PARCOR no cuantificado de todos los órdenes. Si se calcula E usando un coeficiente de PARCOR no cuantificado de algunos órdenes (por ejemplo, del orden primero al P_2 -ésimo, siendo $P_2 < P_0$) o un coeficiente de PARCOR cuantificado de algunos o todos los órdenes como un coeficiente de PARCOR correspondiente al coeficiente predictivo lineal, la E calculada será una “ganancia de predicción estimada de una señal de audio en una trama”.

45 La “suma de las amplitudes de las muestras de una señal de audio incluidas en una trama” es la suma de los valores absolutos de los valores de las muestras de una señal digital de voz/audio incluidas en la trama o la suma de los valores absolutos de valores de muestras incluidas en una cadena de coeficientes de TCDM en la trama producida en la unidad 1 de transformación al dominio frecuencial.

50 La “potencia de una señal de audio en una trama” es la suma de los cuadrados de los valores de muestras de una señal digital de voz/audio incluidas en la trama, o la suma de los cuadrados de valores de muestras incluidas en una cadena de coeficientes de TCDM en la trama producida en la unidad 1 de transformación al dominio frecuencial.

55 Puede usarse uno cualquiera de (a) a (f), dados más arriba, para determinar el grado de estacionariedad o puede usarse el O o el Y lógicos de dos o más de (a) a (f), dados más arriba, para determinar el grado de estacionariedad. En el primer caso, la unidad 7 de determinación de intervalos usa, por ejemplo, (a) la “ganancia de predicción de una señal de audio en la trama actual” sola y, si se cumple $\epsilon < G$ entre la “ganancia de predicción de la señal de audio en la trama actual” G y un umbral predeterminado ϵ , determina que la estacionariedad es alta, o la unidad 7 de determinación de intervalos usa, por ejemplo, solo (b) la diferencia G_{off} entre la “ganancia de predicción de una señal de audio en la trama precedente” y la “ganancia de predicción de una señal de audio en la trama actual” y, si se cumple $G_{off} < \tau$ entre la diferencia G_{off} y un umbral predeterminado τ , determina que la estacionariedad es alta. En este caso, la unidad 7 de determinación de intervalos usa, por ejemplo, los criterios (c) y (e) y, si se cumple $\xi < A_c$

entre la “suma de las amplitudes de las muestras de una señal de audio incluidas en la trama actual” A_c y un umbral predeterminado ξ y se cumple $\delta < P_c$ entre la “potencia de una señal de audio en la trama actual” P_c y un umbral predeterminado δ , determina que la estacionariedad es alta, o la unidad 7 de determinación de intervalos usa los criterios (a), (c) y (f) y, si se cumple $\varepsilon < G$ entre la “ganancia de predicción de una señal de audio en la trama actual” G y un umbral predeterminado ε o se cumple $\xi < A_c$ entre la “suma de las amplitudes de las muestras de una señal de audio incluidas en la trama actual” A_c y un umbral predeterminado ξ y se cumple $P_{off} < \theta$ entre la diferencia P_{off} entre la “potencia de una señal de audio en la trama precedente” y la “potencia de la señal de audio en la trama actual” y un umbral predeterminado θ , determina que la estacionariedad es alta.

La proporción entre S_{Z3} y S_P que cambia dependiendo de la determinación del grado de estacionariedad está especificada de antemano en una tabla de consulta, por ejemplo, en la unidad 7 de determinación de intervalos. Normalmente, cuando se determina que la estacionariedad es alta, la proporción de S_P en $S_{Z3} \cup S_P$ se configura a un valor grande (la proporción de S_{Z3} es relativamente baja o la proporción de S_P en $S_{Z3} \cup S_P$ es superior al 50%), o cuando se determina que la estacionariedad no es alta, la proporción de S_P en $S_{Z3} \cup S_P$ se configura a un valor bajo (la proporción de S_{Z3} es relativamente alta o la proporción de S_P en $S_{Z3} \cup S_P$ no supera el 50%) o la proporción es aproximadamente 50:50. Cuando se determina que la estacionariedad es alta, se hace referencia a la tabla de consulta para determinar la proporción de S_P (o la proporción de S_{Z3}) en el procedimiento en (D2) y el número de candidatos en un conjunto S_{Z3} se reduce eligiendo candidatos con indicadores mayores, como en el procedimiento de selección preliminar en (A) descrito más arriba, por ejemplo, para que los números de los candidatos incluidos en S_P y S_{Z3} sean acordes con la proporción. Por otro lado, cuando se determina que la estacionariedad no es alta, se hace referencia a la tabla de consulta para determinar la proporción de S_P (o la proporción de S_{Z3}) y se cambia el número de candidatos incluidos en el conjunto S_P eligiendo candidatos con indicadores mayores, de la misma forma que en el procedimiento (A) descrito más arriba, por ejemplo, para que el número de candidatos incluidos en S_P y S_{Z3} sea acorde con la proporción. De esta forma puede reducirse el número de candidatos que han de ser sometidos al procedimiento en (D2) mientras que puede aumentar la proporción del conjunto para el cual es probable que el intervalo T para la trama actual sea incluido como candidato. Así, se puede determinar eficientemente el intervalo T . Obsérvese que si se determina que la estacionariedad no es alta, S_P puede ser un conjunto vacío. Es decir, los candidatos elegidos para ser sometidos al procedimiento de selección final en (E) en una trama anterior son excluidos de los candidatos que han de ser sometidos al procedimiento de selección preliminar en (D) en la trama actual.

En una configuración alternativa, pueden establecerse diferentes proporciones entre S_{Z3} y S_P que dependen del grado de estacionariedad. Por ejemplo, la determinación de si la estacionariedad es alta o no se realiza usando solo el criterio (a) “ganancia de predicción de una señal de audio en la trama actual”, se proporcionan de antemano varios umbrales $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_{k-1}, \varepsilon_k$ (siendo $\varepsilon_1 < \varepsilon_2 < \dots < \varepsilon_{k-1} < \varepsilon_k$) para la “ganancia de predicción de una señal de audio en la trama actual” G y se especifican de antemano

- $G < \varepsilon_1 \Rightarrow$ proporción de S_P en $S_{Z3} \cup S_P$: 10%
- $\varepsilon_1 \leq G < \varepsilon_2 \Rightarrow$ proporción de S_P en $S_{Z3} \cup S_P$: 20%
- ***
- $\varepsilon_{k-1} \leq G < \varepsilon_k \Rightarrow$ proporción de S_P en $S_{Z3} \cup S_P$: 80%
- $\varepsilon_k \leq G \Rightarrow$ proporción de S_P en $S_{Z3} \cup S_P$: 90%

en una tabla de consulta. Aunque aquí se ha descrito un ejemplo en el que solo se usa el criterio (a) “ganancia de predicción de una señal de audio en la trama actual”, pueden establecerse en una tabla de consulta diferentes proporciones entre S_{Z3} y S_P dependiendo del grado de estacionariedad para otros criterios o el O o el Y lógicos de dos o más criterios (a) a (f).

Aunque se ha descrito una realización ejemplar en la que la proporción entre S_{Z3} y S_P cambia según la determinación del grado de estacionariedad después de que se han determinado los conjuntos S_{Z3} y S_P en el procedimiento en (D2), la determinación de si el grado de estacionariedad es alto o no puede realizarse antes de que se determinen los conjuntos S_{Z3} y S_P en una realización alternativa. Por ejemplo, los valores de Z_1, Z_2, Q y W según la determinación de si el grado de estacionariedad es alta o no pueden establecerse de antemano en una tabla de consulta en asociación con los valores de Y . Al menos uno de los valores de Z_1, Z_2 y Q (preferentemente Z_2 o Q) asociados con la determinación de que la estacionariedad es alta es configurado pequeño (o W es configurado grande) para que $|S_{Z3}|$ sea menor que el valor de $Y + W$ (pudiendo W ser igual a 0). Al menos uno de los valores de Z_1, Z_2 y Q (preferentemente Z_2 o Q) asociado con la determinación de que la estacionariedad no es alta es configurado grande (o W es configurado pequeño) para que $|S_{Z3}|$ sea mayor que el valor de $Y + W$ (pudiendo W ser igual a 0).

En una realización en la que se realiza la determinación de si la estacionariedad es alta o no antes de determinar los conjuntos S_{Z3} y S_P , los valores de Z_1, Z_2 y Q según el grado de estacionariedad pueden establecerse en una tabla de consulta. Por ejemplo, si la determinación de si la estacionariedad es alta o baja se realiza usando solo el criterio (a) “ganancia de predicción de una señal de audio en la trama actual”, se proporcionan de antemano varias

umbrales $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_{k-1}, \varepsilon_k$ (siendo $\varepsilon_1 < \varepsilon_2 < \dots < \varepsilon_{k-1} < \varepsilon_k$) para la "ganancia de predicción de una señal de audio en la trama actual" G y se especifican de antemano

- 5 $G < \varepsilon_1 \Rightarrow Z_2 = 16, Q = 30$
 $\varepsilon_1 \leq G < \varepsilon_2 \Rightarrow Z_2 = 12, Q = 20$
 ...
 $\varepsilon_{k-1} \leq G < \varepsilon_k \Rightarrow Z_2 = 4, Q = 4$
 $\varepsilon_k \leq G \Rightarrow Z_2 = 2, Q = 0$

10 en una tabla de consulta. Aunque aquí se ha descrito un ejemplo en el que solo se usa el criterio (a) "ganancia de predicción de una señal de audio en la trama actual", pueden establecerse en una tabla de consulta valores de Z_1, Z_2 y Q que varían dependiendo del grado de estacionariedad para otros criterios o el O o el Y lógicos de dos o más criterios (a) a (f).

15 [Método para determinar la cantidad de la característica periódica]
 Aunque se ha descrito un método para determinar el intervalo T con una cantidad pequeña de cálculo, un parámetro que haya de ser determinado por el método no está limitado al intervalo T. Por ejemplo, puede usarse el método para determinar una cantidad de la característica periódica (por ejemplo una frecuencia fundamental o un periodo de la altura tonal) de una señal de audio que es información para identificar los grupos de muestras cuando se reordenan las muestras. Específicamente, puede hacerse que la unidad 7 de determinación de intervalos funcione como un aparato de determinación de la cantidad de la característica periódica para determinar el intervalo T como una cantidad de la característica periódica sin producir una cadena de códigos que pueda ser obtenida codificando una cadena reordenada de muestras. En este caso, la expresión "intervalo T" en la descripción del "Método para determinar el intervalo T" puede ser sustituido con la expresión "periodo de la altura tonal" o una frecuencia de muestreo de la cadena de muestras dividida por el "intervalo T" puede ser sustituida con "frecuencia fundamental". El método puede determinar la frecuencia fundamental o el periodo de la altura tonal para reordenar muestras con una cantidad pequeña de cálculo.

30 [Información suplementaria que identifica la reordenación de muestras en una cadena de muestras]
 La unidad 6 de codificación o la unidad 8 de generación de información suplementaria producen la información suplementaria que identifica la reordenación de muestras incluidas en una cadena de muestras; es decir, información que indica una periodicidad de una señal de audio, o información que indica una frecuencia fundamental, información que indica el intervalo T entre una muestra correspondiente a una periodicidad o una frecuencia fundamental de una señal de audio y una muestra correspondiente a un múltiplo entero de la periodicidad o la frecuencia fundamental de la señal de audio. Obsérvese que si la unidad 6 de codificación produce la información suplementaria, la unidad 6 de codificación puede llevar a cabo un procedimiento para obtener la información suplementaria en el procedimiento para codificar una cadena de muestras o puede llevar a cabo un procedimiento para obtener la información suplementaria como un procedimiento separado del procedimiento de codificación. Por ejemplo, si se determina el intervalo T para cada trama, se produce para cada trama la información suplementaria que identifica la reordenación de las muestras incluidas en una cadena de muestras. La información suplementaria que identifica la reordenación de las muestras en una cadena de muestras puede ser obtenida codificando la periodicidad, la frecuencia fundamental o el intervalo T trama a trama. La codificación puede ser una codificación de longitud fija o una codificación de longitud variable para reducir la cantidad media de código. Si se usa una codificación de longitud fija, la información suplementaria es almacenada en asociación con un código que identifica de forma única la información suplementaria, por ejemplo, y se produce el código asociado con la información suplementaria de entrada. Si se usa una codificación de longitud variable, la diferencia entre el intervalo T en la trama actual y el intervalo T en la trama precedente puede ser codificada mediante codificación de longitud variable, y la información resultante puede ser usada como información indicadora del intervalo T. En este caso, se almacena, por ejemplo, una diferencia en el intervalo T en asociación con un código que identifique de forma única la diferencia y se produce el código asociado con una diferencia de entrada entre el intervalo T en la trama actual y el intervalo T en la trama precedente. De modo similar, la diferencia entre la frecuencia fundamental de la trama actual y la frecuencia fundamental de la trama precedente puede ser codificada mediante codificación variable y la información codificada puede ser usada como información indicadora de la frecuencia fundamental. Además, si puede elegirse n de varias alternativas, pueden incluirse en la información suplementaria la cota superior de n o el número N de la cota superior descrito anteriormente.

60 [Número de muestras recogidas]
 Aunque en esta realización se da un ejemplo en el que el número de muestras incluidas en cada grupo de muestras se fija en tres, concretamente una muestra correspondiente a una periodicidad o una frecuencia fundamental o un múltiplo entero de la periodicidad o la frecuencia fundamental (denominándose en lo sucesivo a la muestra muestra central), la muestra que precede a la muestra central y la muestra que sucede a la muestra central, si el número de muestras en un grupo de muestras y los índices de las muestras son variables, en la información suplementaria puede incluirse información que indique una alternativa seleccionada de varias alternativas en las que las combinaciones del número de muestras en un grupo de muestras y los índices de las muestras son diferentes.

65

Por ejemplo, si se configuran como alternativas

- (1) únicamente la muestra central, $F(nT)$,
- 5 (2) un total de tres muestras, concretamente una muestra central, la muestra que precede a la muestra central y la muestra que sucede a la muestra central, $F(nT - 1)$, $F(nT)$, $F(nT + 1)$,
- (3) un total de tres muestras, concretamente una muestra central y las dos muestras precedentes, $F(nT - 2)$, $F(nT - 1)$, $F(nT)$,
- (4) un total de cuatro muestras, concretamente una muestra central y las tres muestras precedentes, $F(nT - 3)$, $F(nT - 2)$, $F(nT - 1)$, $F(nT)$,
- 10 (5) un total de tres muestras, concretamente una muestra central y las dos muestras siguientes, $F(nT)$, $F(nT + 1)$, $F(nT + 2)$, y
- (6) un total de cuatro muestras, concretamente una muestra central y las tres muestras siguientes, $F(nT)$, $F(nT + 1)$, $F(nT + 2)$, $F(nT + 3)$

15 y se selecciona (4), la información que indica que se selecciona (4) está incluida en la información suplementaria. Tres bits son suficientes para la información que indica la alternativa seleccionada en este ejemplo.

Un método para elegir una de las alternativas es como sigue. La unidad 5 de reordenación puede llevar a cabo la reordenación correspondiente a cada una de estas alternativas y la unidad 6 de codificación puede obtener la cantidad de código de una cadena de códigos correspondiente a cada una de las alternativas. A continuación, puede seleccionarse la alternativa que produzca la menor cantidad de código. En este caso, la información suplementaria que identifica la reordenación de las muestras incluidas en una cadena de muestras es producida en la unidad 6 de codificación en vez de en la unidad 5 de reordenación. También se aplica este método a un caso en el que n puede seleccionarse de varias alternativas.

25 Sin embargo, puede haber un número enorme de combinaciones de alternativas, tales como alternativas relativas al intervalo T , alternativas relativas a combinaciones del número de muestras incluidas en una cadena de muestras y un índice de muestras, y alternativas relativas a n . Requiere una enorme cantidad de procesamiento calcular la cantidad de código definitiva de todas las combinaciones de alternativas, lo que puede causar un problema desde el punto de vista de la eficiencia. Desde este punto de vista, se lleva a cabo, preferentemente, el siguiente procedimiento de aproximación para reducir la cantidad de procesamiento. La unidad 6 de codificación obtiene cantidades aproximadas de código, que son cantidades de código estimadas, mediante un método simple de aproximación para todas las combinaciones de las alternativas, extrae varios candidatos que es probable que sean preferibles, por ejemplo eligiendo un número predeterminado de candidatos que produzca las menores cantidades aproximadas de código, y elige la alternativa que produzca la menor cantidad de código entre los candidatos elegidos. Así puede lograrse una cantidad de código definitiva adecuadamente pequeña con una cantidad pequeña de procesamiento.

40 En un ejemplo, el número de muestras incluidas en un grupo de muestras puede fijarse en "tres", luego reducirse a un número pequeño los candidatos para el intervalo T , el número de muestras incluidas en un grupo de muestras se combina con cada candidato, y puede seleccionarse la alternativa más preferible.

45 Alternativamente, se mide una suma aproximada de los indicadores de las muestras y puede elegirse una alternativa en función de la concentración de los indicadores de las muestras en una región de menor frecuencia o en función del número de muestras sucesivas que tienen una amplitud de cero y discurre de la frecuencia más alta hacia el lado de las frecuencias menores a lo largo del eje de frecuencias. Específicamente, se puede obtener la suma de los valores absolutos de las amplitudes de las muestras reordenadas en la región del primer 1/4 desde el lado de bajas frecuencias de una cadena reordenada de muestras. Si la suma es mayor que un umbral predeterminado, puede considerarse que la reordenación es una reordenación preferible. También se puede considerar que un método de selección de una alternativa que produzca el mayor número de de muestras sucesivas que tienen una amplitud de cero desde la frecuencia más alta hacia el lado de las frecuencias bajas de una muestra reordenada es una reordenación preferible, porque las muestras que tienen indicadores grandes se concentran en una región de bajas frecuencias.

55 Cuando se eligen alternativas mediante el procedimiento de aproximación descrito en lo que antecede, la cantidad de procesamiento es pequeña, pero no puede elegirse necesariamente la reordenación de las muestras en una cadena de muestras que produzca la menor cantidad de código definitiva. Por lo tanto, pueden seleccionarse varias alternativas mediante el procedimiento de aproximación descrito en lo que antecede y las cantidades de códigos para el pequeño número de candidatos pueden ser calculadas en último término de forma precisa para seleccionar el más preferible (que produzca una cantidad de código pequeña).

[Modificación]

65 En algunas situaciones, puede no haber ninguna ventaja en la reordenación de las muestras incluidas en una cadena de muestras. En tal caso, es preciso codificar una cadena original de muestras. Por lo tanto, la unidad 5 de reordenación produce también una cadena original de muestras (a cadena de muestras que no ha sido reordenada).

A continuación, la unidad 6 de codificación codifica la cadena original de muestras mediante codificación de longitud variable. La cantidad de código de la cadena de códigos obtenida mediante codificación de longitud variable de la cadena original de muestras es comparada con la suma de la cantidad de código de la cadena de códigos obtenida mediante codificación de longitud variable de la cadena reordenada de muestras y la cantidad de código de la información suplementaria.

Si la cantidad de código de la cadena de códigos obtenida mediante codificación de longitud variable de la cadena original de muestras es menor, se da salida a la cadena de códigos obtenida mediante codificación de longitud variable de la cadena original de muestras.

Si la suma de la cantidad de código de la cadena de códigos obtenida mediante codificación de longitud variable de la cadena reordenada de muestras y la cantidad de código de la información suplementaria es menor, se da salida a la cadena de códigos obtenida mediante la codificación de longitud variable de la cadena reordenada de muestras y a la información suplementaria.

Si la cantidad de código de la cadena de códigos obtenida mediante codificación de longitud variable de la cadena original de muestras es igual a la suma de la cantidad de código de la cadena de códigos obtenida mediante codificación de longitud variable de la cadena reordenada de muestras y la cantidad de código de la información suplementaria, se da salida a cualquiera de la cadena de códigos obtenida mediante codificación de longitud variable de la cadena original de muestras y la cadena de códigos obtenida mediante codificación de longitud variable de la cadena reordenada de muestras con la información suplementaria. A cuál de estas se le haya de dar salida se determina de antemano.

Además, también se da salida a segunda información suplementaria que indica si la cadena de muestras correspondiente a la cadena de códigos es o no la cadena reordenada de muestras (véase la Figura 10). Un bit es suficiente para la segunda información suplementaria.

Obsérvese que si se obtiene según se ha descrito en lo que antecede una cantidad aproximada de código, es decir, una cantidad de código estimada, de una cadena de códigos obtenida mediante codificación de longitud variable de una cadena reordenada de muestras, se puede usar la cantidad aproximada de código de la cadena de códigos obtenida mediante codificación de longitud variable de la cadena reordenada de muestras en lugar de la cantidad de código de la cadena de códigos obtenida mediante codificación de longitud variable de la cadena reordenada de muestras. De forma similar, se puede obtener y puede usarse una cantidad aproximada de código, es decir, una cantidad de código estimada, de una cadena de códigos obtenida mediante codificación de longitud variable de una cadena original de muestras en lugar de la cantidad de código de la cadena de códigos obtenida mediante codificación de longitud variable de la cadena original de muestras.

Además, es posible predeterminar la reordenación de las muestras incluidas en una cadena de muestras únicamente si una ganancia de predicción o una ganancia de predicción estimada son mayores que un umbral predeterminado. Este método aprovecha el hecho de que cuando la ganancia de predicción en voz o en música es grande, la vibración de las cuerdas vocales o la vibración de un instrumento musical son fuertes y la periodicidad es alta. La ganancia de predicción es la energía del sonido original dividida por la energía de un residuo de predicción. En una codificación que use coeficientes predictivos lineales y coeficientes de PARCOR como parámetros, pueden usarse parámetros cuantificados en el codificador y el decodificador en común. Por lo tanto, por ejemplo, la unidad 6 de codificación puede usar un coeficiente de PARCOR cuantificado $k(i)$ de orden i -ésimo obtenido por otros medios, no representados, proporcionados en el codificador 100 para calcular una ganancia de predicción estimada representada por la recíproca de $(1 - k(i) * k(j))$ multiplicada para cada orden. Si el valor estimado calculado es mayor que un umbral predeterminado, la unidad 6 de codificación produce una cadena de códigos obtenida mediante codificación variable de una muestra reordenada; si no, la unidad de codificación produce una cadena de códigos obtenida mediante codificación variable de una cadena original de muestras. Si pueden usarse parámetros cuantificados en el codificador y el decodificador en común, como en este ejemplo, no es preciso producir la segunda información suplementaria que indica si la cadena de muestras correspondiente a una cadena de códigos es o no una cadena reordenada de muestras. Es decir, es probable que la reordenación tenga un efecto mínimo en el sonido ruidoso imprevisible o en el silencio y, por lo tanto, se omite la reordenación para reducir el desperdicio de información suplementaria y de cálculo.

En una configuración alternativa, la unidad 5 de reordenación puede calcular una ganancia de predicción o una ganancia de predicción estimada. Si la ganancia de predicción o la ganancia de predicción estimada son mayores que un umbral predeterminado, la unidad 5 de reordenación puede reordenar una cadena de muestras y enviar la cadena reordenada de muestras a la unidad 6 de codificación; si no, la unidad 5 de reordenación puede enviar una cadena de muestras introducida en la unidad 5 de reordenación a la unidad 6 de codificación sin reordenar la cadena de muestras. A continuación, la unidad 6 de codificación puede codificar la cadena de muestras producida en la unidad 5 de reordenación mediante codificación de longitud variable.

En esta configuración, el umbral está prefijado como un valor común al lado de la codificación y al lado de la decodificación.

5 Obsérvese que la codificación de Rice, la codificación entrópica y la codificación de coordenada diferencial tomadas como ejemplo en la presente memoria son todas muy conocidas y, por lo tanto, se omiten descripciones detalladas de estos métodos.

Procedimiento de decodificación

A continuación se describirá un procedimiento de decodificación con referencia a las Figuras 5 y 6.

10 En un decodificador 200, se reconstruyen los coeficientes de TDCM llevando a cabo la inversa del procedimiento de codificación por parte del codificador 100 o 100a. Al menos la información de ganancia, la información suplementaria, y las cadenas de códigos descritas en lo que antecede son introducidas en el decodificador 200. Si el codificador 100a produce una segunda información suplementaria, la segunda información suplementaria también es
15 introducida en el decodificador 200.

Unidad 11 de decodificación

20 En primer lugar, una unidad 11 de decodificación decodifica una cadena de códigos de entrada según información de selección y produce una cadena de muestras en un dominio frecuencial trama a trama (etapa S11). Por supuesto, se lleva a cabo un método de decodificación correspondiente al método de codificación realizado para obtener la cadena de codificación. Los detalles del procedimiento de decodificación por parte de la unidad 11 de decodificación corresponden a los detalles del procedimiento de codificación por parte de la unidad 6 de codificación del codificador 100. Por lo tanto, se incorpora aquí la descripción del procedimiento de codificación afirmando que la decodificación
25 correspondiente a la codificación llevada a cabo por el codificador 100 es el procedimiento de decodificación llevado a cabo por la unidad 11 de decodificación, y, por ello, se omitirá una descripción detallada del procedimiento de decodificación. Obsérvese que qué tipo de codificación se ha llevado a cabo puede ser identificado por la información de selección. Si la información de selección incluye, por ejemplo, información que identifique una región en la que se han aplicado la codificación de Rice y parámetros de Rice, información que indique una región en la que se ha aplicado codificación de coordenada diferencial, e información que identifique el tipo de codificación
30 entrópica, se aplican a las correspondientes regiones de cadenas de codificación de entrada métodos de decodificación correspondientes a estos métodos de codificación. El procedimiento de decodificación correspondiente a la codificación de Rice, el procedimiento de decodificación correspondiente a la codificación entrópica, y el procedimiento de decodificación correspondiente a la codificación de coordenada diferencial son muy conocidos y, por lo tanto, se omitirán las descripciones de estos procedimientos de decodificación.
35

Unidad 12 de recuperación

40 A continuación, una unidad 12 de recuperación obtiene la secuencia de muestras originales de la cadena de muestras del dominio frecuencial producida en la unidad 11 de decodificación trama a trama según la información suplementaria de entrada (etapa S12). Aquí, la "secuencia de muestras originales" es equivalente a la "cadena de muestras del dominio frecuencial" introducida en la unidad 5 de reordenación del codificador 100. Aunque hay diversos métodos de reordenación que puede llevar a cabo la unidad 5 de reordenación del codificador 100 y diversas alternativas posibles de reordenación correspondientes a los métodos de reordenación, según se ha afirmado en lo que antecede, en la cadena solo se ha realizado, en caso de que se haya hecho, un único tipo de reordenación, y en la información suplementaria se incluye información que identifica la reordenación. En
45 consecuencia, la unidad 12 de recuperación puede reordenar la cadena de muestras del dominio frecuencial producida en la unidad 11 de decodificación formando la secuencia original de las muestras en función de la información suplementaria.

50 Obsérvese que también es posible una configuración alternativa en la que se introduzca segunda información suplementaria que indique si se ha llevado a cabo o no una reordenación. En esta configuración, si la segunda información suplementaria que indica si se ha llevado a cabo o no una reordenación indica que se ha llevado a cabo una reordenación, la unidad 12 de recuperación reordena la cadena de muestras del dominio frecuencial producida en la unidad 11 de decodificación formando la secuencia original de las muestras; si la segunda información
55 suplementaria indica que no se ha llevado a cabo una reordenación, la unidad 12 de recuperación da salida a la cadena de muestras del dominio frecuencial producida en la unidad 11 de decodificación sin reordenación.

También es posible otra configuración alternativa en la que la determinación se realiza en función de la magnitud de una ganancia de predicción o de una ganancia de predicción estimada en cuanto a si se ha llevado a cabo o no una reordenación. En esta configuración, la unidad 12 de recuperación usa un coeficiente de PARCOR cuantificado $k(i)$
60 de orden i -ésimo introducido por otros medios, no representados, proporcionados en el decodificador 200 para calcular una ganancia de predicción estimada representada por la recíproca de $(1 - k(i) * k(j))$ multiplicada para cada orden. Si el valor estimado calculado es mayor que un umbral predeterminado, la unidad 12 de recuperación reordena una cadena de muestras del dominio frecuencial producida en la unidad 11 de decodificación formando la secuencia original de las muestras y da salida a la cadena de muestras resultante; si no, la unidad 12 de
65 recuperación da salida a una cadena de muestras producida en la unidad 11 de decodificación sin reordenación.

Los detalles del procedimiento de recuperación llevado a cabo por la unidad 12 de recuperación corresponden a los detalles del procedimiento de reordenación llevado a cabo por la unidad 5 de reordenación del codificador 100. Por lo tanto, se incorpora aquí la descripción del procedimiento de reordenación afirmando que el procedimiento de recuperación llevado a cabo por la unidad 12 de recuperación es el inverso de la reordenación llevada a cabo por la unidad 5 de reordenación (reordenación en el orden inverso), y, por ello, se omitirá una descripción detallada del procedimiento de recuperación. Para facilitar la comprensión del procedimiento, se describirá a continuación un ejemplo del procedimiento de recuperación correspondiente al ejemplo específico del procedimiento de reordenación descrito previamente.

Por ejemplo, en el ejemplo descrito anteriormente en el que la unidad 5 de reordenación junta grupos de muestras en una agrupación en el lado de las bajas frecuencias y produce $F(T - 1)$, $F(T)$, $F(T + 1)$, $F(2T - 1)$, $F(2T)$, $F(2T + 1)$, $F(3T - 1)$, $F(3T)$, $F(3T + 1)$, $F(4T - 1)$, $F(4T)$, $F(4T + 1)$, $F(5T - 1)$, $F(5T)$, $F(5T + 1)$, $F(1)$, ..., $F(T - 2)$, $F(T + 2)$, ..., $F(2T - 2)$, $F(2T + 2)$, ..., $F(3T - 2)$, $F(3T + 2)$, ..., $F(4T - 2)$, $F(4T + 2)$, ..., $F(5T - 2)$, $F(5T + 2)$, ..., $F(j_{max})$, se introduce en la unidad 12 de recuperación la cadena de muestras del dominio frecuencial $F(T - 1)$, $F(T)$, $F(T + 1)$, $F(2T - 1)$, $F(2T)$, $F(2T + 1)$, $F(3T - 1)$, $F(3T)$, $F(3T + 1)$, $F(4T - 1)$, $F(4T)$, $F(4T + 1)$, $F(5T - 1)$, $F(5T)$, $F(5T + 1)$, $F(1)$, ..., $F(T - 2)$, $F(T + 2)$, ..., $F(2T - 2)$, $F(2T + 2)$, ..., $F(3T - 2)$, $F(3T + 2)$, ..., $F(4T - 2)$, $F(4T + 2)$, ..., $F(5T - 2)$, $F(5T + 2)$, ..., $F(j_{max})$ producida en la unidad 11 de decodificación. La información suplementaria incluye información tal como información relativa al intervalo T , información que indica que n es un entero mayor o igual a 1 y menor o igual a 5, e información que indica que un grupo de muestras contiene tres muestras. En consecuencia, en función de la información suplementaria, la unidad 12 de recuperación puede recuperar la cadena de muestras de entrada $F(T - 1)$, $F(T)$, $F(T + 1)$, $F(2T - 1)$, $F(2T)$, $F(2T + 1)$, $F(3T - 1)$, $F(3T)$, $F(3T + 1)$, $F(4T - 1)$, $F(4T)$, $F(4T + 1)$, $F(5T - 1)$, $F(5T)$, $F(5T + 1)$, $F(1)$, ..., $F(T - 2)$, $F(T + 2)$, ..., $F(2T - 2)$, $F(2T + 2)$, ..., $F(3T - 2)$, $F(3T + 2)$, ..., $F(4T - 2)$, $F(4T + 2)$, ..., $F(5T - 2)$, $F(5T + 2)$, ..., $F(j_{max})$ en la secuencia original de muestras $F(j)$ ($1 \leq j \leq j_{max}$).

Unidad 13 de cuantificación inversa

A continuación, una unidad 13 de cuantificación inversa cuantifica inversamente la secuencia de las muestras originales $F(j)$ ($1 \leq j \leq j_{max}$) producida en la unidad 12 de recuperación trama a trama (etapa S13). Tomando el ejemplo descrito anteriormente, puede obtenerse por cuantificación inversa una "cadena de coeficientes de TCDM normalizada ponderada normalizada con ganancia" introducida en la unidad 4 de cuantificación del codificador 100.

Unidad 14 de multiplicación de ganancia

Acto seguido, una unidad 14 de multiplicación de ganancia multiplica, trama a trama, cada coeficiente de la "cadena de coeficientes de TCDM normalizada ponderada normalizada por ganancia" producida en la unidad 13 de cuantificación inversa por la ganancia identificada en la información de ganancia descrita más arriba para obtener una "cadena de coeficientes de TCDM normalizada ponderada normalizada" (etapa S14).

Unidad 15 de normalización inversa de la envolvente ponderada

A continuación, una unidad 15 de normalización inversa de la envolvente ponderada divide, trama a trama, cada coeficiente de la "cadena de coeficientes de TCDM normalizada ponderada normalizada" producida en la unidad 14 de multiplicación de ganancia por un valor de la envolvente espectral de potencia ponderada para obtener una "cadena de coeficientes de TCDM" (etapa S15).

Unidad 16 de transformación al dominio temporal

Acto seguido, una unidad 16 de transformación al dominio temporal transforma, trama a trama, la "cadena de coeficientes de TCDM" producida en la unidad 15 de normalización inversa de la envolvente ponderada en un dominio temporal para obtener una señal digital de voz/audio en la trama (etapa S16).

Dado que los procedimientos en las etapas S13 a S16 son procedimientos convencionales, se han omitido las descripciones detalladas de esos procedimientos. Tales procedimientos están detallados, por ejemplo, en la bibliografía no de patente enumerada más arriba.

Como resultará evidente por la realización, si, por ejemplo, una frecuencia fundamental está clara, puede lograrse una codificación eficiente codificando una cadena de muestras reordenada según la frecuencia fundamental (es decir, puede reducirse la longitud media de código). Además, dado que las muestras que tienen indicadores iguales o casi iguales se juntan en una agrupación en una región local reordenando las muestras incluidas en una cadena de muestras, pueden reducirse la distorsión de la cuantificación y la cantidad de código a la vez que se permite una codificación eficiente.

<Configuración ejemplar de soporte físico del codificador/decodificador>

Un codificador/decodificador según las realizaciones descritas en lo que antecede incluye una unidad de entrada a la que pueden conectarse un teclado y similares, una unidad de salida a la que pueden conectarse un dispositivo de visualización de cristal líquido y similares, una CPU (unidad central de procesamiento) (que puede incluir una memoria, tal como una memoria intermedia), memorias tales como una RAM (memoria de acceso aleatorio) y una ROM (memoria de solo lectura), una memoria externa, que es un disco duro, y un bus que conecta entre sí la unidad

de entrada, la unidad de salida, la CPU, la RAM, la ROM y la memoria externa de tal manera que puedan intercambiar datos. Puede proporcionarse un dispositivo (una unidad) capaz de leer y escribir datos en un medio de grabación tal como un CD-ROM en el codificador/decodificador según se necesite. Una entidad física que incluye estos recursos de soporte físico puede ser un ordenador de uso general.

5 Los programas para realizar la codificación/decodificación y los datos requeridos para su procesamiento por parte de los programas se almacenan en la memoria externa del codificador/decodificador (la memoria no está limitada a una memoria externa; por ejemplo, los programas pueden almacenarse en un dispositivo de memoria de solo lectura, tal como una ROM.). Los datos obtenidos mediante el procesamiento de los programas se almacenan en la RAM o en
10 el dispositivo de memoria externa según sea apropiado. Un dispositivo de memoria que almacene datos y direcciones de sus ubicaciones de memoria se denomina en lo sucesivo simplemente "memoria".

15 La memoria del codificador almacena un programa para reordenar muestras en cada cadena de muestras incluida en un dominio frecuencial que se derive de una señal de voz/audio y de un programa para codificar las cadenas de muestras reordenadas.

20 La memoria del decodificador almacena un programa para decodificar cadenas de códigos de entrada y un programa para recuperar las cadenas de muestras decodificadas formando las cadenas de muestras originales antes de ser reordenadas por el codificador.

25 En el codificador, los programas almacenados en la memoria y los datos requeridos para el procesamiento de los programas se cargan en la RAM según se requiera y son interpretados y ejecutados o procesados por la CPU. En consecuencia, la CPU implementa funciones dadas (la unidad de reordenación y la unidad de codificación) para implementar la codificación.

30 En el decodificador, los programas almacenados en la memoria y los datos requeridos para el procesamiento de los programas se cargan en la RAM según se requiera y son interpretados y ejecutados o procesados por la CPU. En consecuencia, la CPU implementa funciones dadas (la unidad de decodificación y la unidad de recuperación) para implementar la decodificación.

35 <Apéndice>
Los procedimientos descritos en las realizaciones pueden llevarse a cabo no solo en la secuencia temporal según está escrito, o pueden llevarse a cabo en paralelo con otro o individualmente, dependiendo de la potencia de los aparatos que realizan los procedimientos o los requisitos.

40 Si las funciones de procesamiento de cualquiera de las entidades de soporte físico (el codificador/decodificador) descritas en las realizaciones son implementadas por un ordenador, el procesamiento de las funciones que las entidades de soporte físico deberían incluir se describe en un programa. El programa se ejecuta en el ordenador para implementar las funciones de procesamiento de la entidad de soporte físico del ordenador.

45 Los programas que describen el procesamiento puede ser grabados en un medio de grabación legible por ordenador. El medio de grabación legible por ordenador puede ser cualquier medio de grabación, tal como un dispositivo de grabación magnética, un disco óptico, un medio de grabación magneto-óptica y una memoria de semiconductores. Específicamente, por ejemplo, un dispositivo de disco duro, un disco flexible o una cinta magnética pueden ser usados como dispositivo de grabación magnética, un DVD (disco versátil digital), una DVD-RAM (memoria de acceso aleatoria), un CD-ROM (memoria de solo lectura en disco compacto), o un CD-R (regrabable)/RW (reescribible) pueden usarse como un disco óptico, MO (disco magneto-óptico) puede usarse como medio de grabación magneto-óptica, y una EEPROM (memoria de solo lectura borrable y programable electrónicamente) puede ser usada como memoria de semiconductores.

50 El programa se distribuye a través de venta, transferencia o préstamo de un medio portátil de grabación en el que está grabado el programa, tal como un DVD o un CD-ROM. El programa puede ser almacenado en un dispositivo de memoria de un ordenador servidor y transferido del ordenador servidor a otros ordenadores a través de una red, distribuyendo con ello el programa.

55 Un ordenador que ejecuta el programa almacena en primer lugar en un dispositivo de memoria del ordenador el programa grabado en un medio de grabación o transferido de un ordenador servidor. Cuando el ordenador ejecuta los procedimientos, el ordenador lee el programa almacenado en el medio de grabación del ordenador y ejecuta los procedimientos según el programa leído. En otro modo de ejecución del programa, el ordenador puede leer el programa directamente de un medio de grabación portátil y ejecutar los procedimientos según el programa o puede
60 ejecutar los procedimientos según el programa cada vez que el programa es transferido al ordenador desde el ordenador servidor. Alternativamente, los procedimientos pueden ser ejecutados usando un servicio denominado ASP (proveedor de servicio de aplicaciones), en el que el programa no es transferido al ordenador desde un ordenador servidor, sino que se implementan funciones de procedimiento mediante instrucciones para ejecutar el programa y la adquisición de los resultados de la ejecución. Obsérvese que el programa en este modo abarca
65

información que es proporcionada para el procesamiento por un ordenador electrónico y es equivalente al programa (tal como datos que no son instrucciones directas a un ordenador, sino que tienen la naturaleza que define el procesamiento del ordenador).

- 5 Aunque las entidades de soporte físico están configuradas para hacer que un ordenador ejecute un programa predeterminado en las realizaciones descritas en lo que antecede, al menos algunos de los procedimientos pueden ser implementados mediante soporte físico.

REIVINDICACIONES

1. Un método para determinar una cantidad de una característica periódica de una señal de audio en tramas, comprendiendo el método:

5 una etapa de determinación de la cantidad de la característica periódica para determinar una cantidad de una característica periódica de la señal de audio a partir de un conjunto de candidatos para la cantidad de la característica periódica trama a trama; y
 10 una etapa de generación de información suplementaria de codificación de la cantidad de la característica periódica obtenida en la etapa de determinación de la cantidad de la característica periódica para obtener información suplementaria;
 en el que la etapa de determinación de la cantidad de la característica periódica determina una cantidad de la característica periódica a partir de un conjunto S de candidatos para la cantidad de la característica periódica, estando constituido el conjunto S por Y candidatos entre Z candidatos para la cantidad de la característica
 15 periódica, incluyendo los Y candidatos Z_2 candidatos seleccionados sin depender de un candidato sometido a la etapa de determinación de la cantidad de la característica periódica en una trama previa un número predeterminado de tramas antes de la trama actual y pudiendo incluir uno o más candidatos sometidos a la etapa de determinación de la cantidad de la característica periódica en la trama previa el número predeterminado de tramas antes de la trama actual, siendo representables los Z candidatos con la
 20 información suplementaria, siendo $Z_2 < Z$ e $Y < Z$,
caracterizado porque:

25 cuanto mayor sea un indicador que indica el grado de estacionariedad de la señal de audio en la trama actual, mayor será la proporción de candidatos sometidos a la etapa de determinación de la característica periódica en la trama previa el número predeterminado de tramas antes de la trama actual con respecto al conjunto S.

2. El método de determinación de la cantidad de la característica periódica según la reivindicación 1 en el que cuando el indicador que indica el grado de estacionariedad de la señal de audio en la trama actual es inferior a un umbral predeterminado, solo se incluye Z_2 candidatos en el conjunto S.

3. El método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 ó 2 en el que el método es un método de codificación para codificar una cadena de muestras en un dominio frecuencial que se deriva de la señal de audio en las tramas;
 35 la etapa de determinación de la cantidad de la característica periódica es una etapa de determinación de intervalos para determinar un intervalo T entre muestras a partir de un conjunto S de candidatos para el intervalo T, correspondiendo el intervalo T a una periodicidad de la señal de audio o a un múltiplo entero de una frecuencia fundamental de la señal de audio;
 la cantidad de la característica periódica es el intervalo T;
 40 la etapa de generación de información suplementaria codifica el intervalo T determinado en la etapa de determinación de intervalos para obtener la información suplementaria; y
 el método incluye una etapa de codificación de cadenas de muestras para codificar una muestra reordenada para obtener una cadena de códigos,

45 (1) incluyendo la cadena reordenada de muestras todas las muestras de la cadena de muestras y
 (2) siendo la cadena reordenada de muestras una cadena de muestras en la que al menos algunas de las muestras están reordenadas para que todas o algunas de una muestra o de varias muestras sucesivas que incluyen una muestra correspondiente a la periodicidad o a la frecuencia fundamental de la señal de audio de la cadena de muestras y de una muestra o de varias muestras sucesivas que incluyen una muestra
 50 correspondiente a un múltiplo entero de la periodicidad o de la frecuencia fundamental de la señal de audio de la cadena de muestras se junten en una agrupación en función del intervalo T determinado por la etapa de determinación de intervalos;

en el que la etapa de determinación de intervalos determina el intervalo T a partir de un conjunto S de candidatos para el intervalo T, estando constituido el conjunto S por Y candidatos entre Z candidatos para el intervalo T, incluyendo los Y candidatos Z_2 candidatos seleccionados sin depender de un candidato sometido a la etapa de determinación de intervalos en una trama previa un número predeterminado de tramas antes de la trama actual e incluyendo un candidato sometido a la etapa de determinación de intervalos en la trama previa el número predeterminado de tramas antes de la trama actual, siendo representables los Z candidatos con la información
 60 suplementaria, siendo $Z_2 < Z$ e $Y < Z$.

4. El método según la reivindicación 3 en el que la etapa de determinación de intervalos comprende, además, una etapa aditiva para añadir al conjunto S un valor adyacente a un candidato sometido a la etapa de determinación de intervalos en una trama previa el

número predeterminado de tramas antes de la trama actual y/o un valor que tiene una diferencia predeterminada con respecto al candidato.

5 **5.** El método según las reivindicaciones 3 ó 4
 en el que la etapa de determinación de intervalos comprende, además, una etapa de selección preliminar para seleccionar algunos de los Z_1 candidatos entre los Z candidatos para el intervalo T representable con la información suplementaria como candidatos Z_2 en función de un indicador obtenible de la señal de audio y/o de la cadena de muestras en la trama actual, siendo $Z_2 < Z_1$.

10 **6.** El método según las reivindicaciones 3 ó 4
 en el que la etapa de determinación de intervalos comprende, además:

15 una etapa de selección preliminar para seleccionar algunos de los Z_1 candidatos entre los Z candidatos para el intervalo T representable con la información suplementaria en función de un indicador obtenible de la señal de audio y/o de la cadena de muestras en la trama actual; y
 una segunda etapa aditiva para seleccionar como candidatos Z_2 un conjunto de un candidato seleccionado en la etapa de selección preliminar y un valor adyacente al candidato seleccionado en la etapa de selección preliminar y/o un valor que tiene una diferencia predeterminada con respecto al candidato seleccionado en la etapa de selección preliminar.

20 **7.** El método según una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 6
 en el que la etapa de determinación de intervalos comprende:

25 una segunda etapa de selección preliminar para seleccionar algunos de los candidatos para el intervalo T que están incluidos en el conjunto S en función de un indicador obtenible de la señal de audio y/o de la cadena de muestras en la trama actual; y
 una etapa de selección final para determinar el intervalo T a partir de un conjunto constituido por algunos de los candidatos seleccionados en la segunda etapa de selección preliminar.

30 **8.** El método según las reivindicaciones 1 o 2
 en el que el indicador que indica el grado de estacionariedad de la señal de audio en la trama actual aumenta cuando se satisface al menos una de las condiciones:

35 (a-1) que aumente una "ganancia de predicción de la señal de audio en la trama actual",
 (a-2) que aumente una "ganancia de predicción estimada de la señal de audio en la trama actual",
 (b-1) que disminuya la diferencia entre una "ganancia de predicción de la señal de audio en la trama que precede inmediatamente a la trama actual" y la "ganancia de predicción de la señal de audio en la trama actual",
 40 (b-2) que disminuya la diferencia entre una "ganancia de predicción estimada en la trama inmediatamente precedente" y la "ganancia de predicción estimada en la trama actual",
 (c-1) que aumente la "suma de las amplitudes de las muestras de la señal de audio incluidas en la trama actual",
 (c-2) que aumente la "suma de las amplitudes de las muestras incluidas en una cadena de muestras obtenida transformando una cadena de muestras de la señal de audio incluidas en la trama actual a un dominio
 45 frecuencial",
 (d-1) que disminuya la diferencia entre la "suma de las amplitudes de las muestras de la señal de audio incluidas en la trama inmediatamente precedente" y la "suma de las amplitudes de las muestras de la señal de audio incluidas en la trama actual",
 (d-2) que disminuya la diferencia entre la "suma de las amplitudes de las muestras incluidas en una cadena de muestras obtenida transformando una cadena de muestras de la señal de audio incluidas en la trama
 50 inmediatamente precedente a un dominio frecuencial" y la "suma de las amplitudes de las muestras incluidas en una cadena de muestras obtenida transformando una cadena de muestras de la señal de audio incluidas en la trama actual a un dominio frecuencial",
 (e-1) que aumente la "potencia de la señal de audio en la trama actual",
 55 (e-2) que aumente la "potencia de una cadena de muestras obtenida transformando una cadena de muestras de la señal de audio en la trama actual a un dominio frecuencial",
 (f-1) que disminuya la diferencia entre la "potencia de la señal de audio en la trama inmediatamente precedente" y la "potencia de la señal de audio en la trama actual", y
 (f-2) que disminuya la diferencia entre la "potencia de una cadena de muestras obtenida transformando una
 60 cadena de muestras de la señal de audio en la trama inmediatamente precedente a un dominio frecuencial" y la "potencia de una cadena de muestras obtenida transformando una cadena de muestras de la señal de audio en la trama actual a un dominio frecuencial".

9. El método según una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 7

en el que la etapa de codificación de cadenas de muestras comprende la etapa de producción de la cadena de códigos obtenida codificando la cadena de muestras antes de que sea reordenada o la cadena de muestras obtenida codificando la cadena reordenada de muestras y la información suplementaria, la que tenga una cantidad menor de código.

5
 10. El método según una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 7
 en el que la etapa de codificación de cadenas de muestras
 produce la cadena de códigos obtenida codificando la cadena reordenada de muestras y la información
 suplementaria cuando la suma de la cantidad de código o un valor estimado de la cantidad de código de la cadena
 10 de códigos obtenida codificando la cadena reordenada de muestras y la cantidad de código de la información
 suplementaria es menor que la cantidad de código o un valor estimado de la cantidad de código de la cadena de
 códigos obtenida codificando la cadena de muestras antes de que sea reordenada, y
 produce la cadena de códigos obtenida codificando la cadena de muestras antes de que sea reordenada cuando la
 cantidad de código o un valor estimado de la cantidad de código de la cadena de códigos obtenida codificando la
 15 cadena de muestras antes de que sea reordenada es menor que la suma de la cantidad de código o un valor
 estimado de la cantidad de código de la cadena de códigos obtenida codificando la cadena reordenada de muestras
 y la cantidad de código de la información suplementaria.

20
 11. El método según las reivindicaciones 9 o 10
 en el que la proporción de candidatos sometidos a la etapa de determinación de intervalos en la trama previa el
 número predeterminado de tramas antes de la trama actual con respecto al conjunto S es mayor cuando una cadena
 de códigos producida en la trama inmediatamente precedente es una cadena de códigos obtenida codificando una
 cadena reordenada de muestras que cuando una cadena de códigos producida en la trama inmediatamente
 precedente es una cadena de códigos obtenida codificando una cadena de muestras antes de que sea reordenada.

25
 12. El método según una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11
 en el que, cuando una cadena de códigos producida en la trama inmediatamente precedente es una cadena de
 códigos obtenida codificando una cadena de muestras antes de que sea reordenada, el conjunto S incluye
 únicamente los Z_2 candidatos.

30
 13. El método según una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11
 en el que, cuando la trama actual es una primera trama temporalmente, o cuando la trama inmediatamente
 precedente está codificada mediante un método de codificación diferente del método de codificación, o cuando una
 cadena de códigos producida en la trama inmediatamente precedente es una cadena de códigos obtenida
 35 codificando una cadena de muestras antes de que sea reordenada, el conjunto S incluye únicamente los Z_2
 candidatos.

40
 14. Un aparato para determinar una cantidad de una característica periódica que determina una cantidad de una
 característica periódica de una señal de audio en tramas, comprendiendo el aparato:

una unidad (7) de determinación de la cantidad de la característica periódica para determinar una cantidad de
 la característica periódica de la señal de audio a partir de un conjunto de candidatos para la cantidad de la
 característica periódica trama a trama; y
 una unidad generadora (8) de información suplementaria de codificación de la cantidad de la característica
 45 periódica obtenida en la unidad (7) de determinación de la cantidad de la característica periódica para
 obtener información suplementaria;
 en el que la unidad (7) de determinación de la cantidad de la característica periódica determina una cantidad
 de la característica periódica a partir de un conjunto de candidatos para la cantidad de la característica
 periódica, estando constituido el conjunto S por Y candidatos entre Z candidatos para la cantidad de la
 característica periódica, incluyendo los Y candidatos Z_2 candidatos seleccionados sin depender de un
 50 candidato sometido a la unidad (7) de determinación de la cantidad de la característica periódica en una
 trama previa un número predeterminado de tramas antes de la trama actual y pudiendo incluir uno o más
 candidatos sometidos a la unidad (7) de determinación de la cantidad de la característica periódica en la
 trama previa el número predeterminado de tramas antes de la trama actual, siendo representables los Z
 55 candidatos con la información suplementaria, siendo $Z_2 < Z$ e $Y < Z$,
caracterizado porque:

cuanto mayor sea un indicador que indica el grado de estacionariedad de la señal de audio en la
 trama actual, mayor será la proporción de candidatos sometidos a la etapa de determinación de la
 60 característica periódica en la trama previa el número predeterminado de tramas antes de la trama
 actual con respecto al conjunto S.

15. El aparato para determinar una cantidad de la característica periódica según la reivindicación 14
 en el que, cuando el indicador que indica el grado de estacionariedad de la señal de audio en la trama actual es
 65 inferior a un umbral predeterminado, únicamente los Z_2 candidatos están incluidos en el conjunto S.

16. El aparato según una cualquiera de las reivindicaciones 14 o 15 en el que el aparato codifica una cadena de muestras en un dominio frecuencial que se deriva de la señal de audio en las tramas;

5 la unidad (7) de determinación de la cantidad de la característica periódica es una unidad de determinación de intervalos que determina un intervalo T entre muestras a partir de un conjunto S de candidatos para el intervalo T, correspondiendo el intervalo T a una periodicidad de la señal de audio o a un múltiplo entero de una frecuencia fundamental de la señal de audio;

la cantidad de la característica periódica es el intervalo T;

10 la unidad generadora (8) de información suplementaria codifica el intervalo T determinado por la unidad de determinación de intervalos para obtener la información suplementaria; y

el aparato incluye una unidad de codificación de cadenas de muestras que codifica una cadena reordenada de muestras para obtener una cadena de códigos,

15 (1) incluyendo la cadena reordenada de muestras todas las muestras de la cadena de muestras y

(2) siendo la cadena reordenada de muestras una cadena de muestras en la que al menos algunas de las muestras están reordenadas para que todas o algunas de una muestra o de varias muestras sucesivas que incluyen una muestra correspondiente a la periodicidad o a la frecuencia fundamental de la señal de audio de la cadena de muestras y de una muestra o de varias muestras sucesivas que incluyen una muestra correspondiente a un múltiplo entero de la periodicidad o de la frecuencia fundamental de la señal de audio de la cadena de muestras se junten en una agrupación en función del intervalo T determinado por la unidad de determinación de intervalos;

25 en el que la unidad de determinación de intervalos determina el intervalo T a partir de un conjunto S de candidatos para el intervalo T, estando constituido el conjunto S por Y candidatos entre Z candidatos para el intervalo T, incluyendo los Y candidatos Z_2 candidatos seleccionados sin depender de un candidato sometido a procesamiento por la unidad de determinación de intervalos en una trama previa un número predeterminado de tramas antes de la trama actual e incluyendo un candidato sometido al procesamiento por la unidad de determinación de intervalos en la trama previa el número predeterminado de tramas antes de la trama actual, siendo representables los Z candidatos con la información suplementaria, siendo $Z_2 < Z$ e $Y < Z$.

17. El aparato según la reivindicación 16

en el que la unidad de codificación de cadenas de muestras

35 produce la cadena de códigos obtenida codificando la cadena reordenada de muestras y la información suplementaria cuando la suma de la cantidad de código o un valor estimado de la cantidad de código de la cadena de códigos obtenida codificando la cadena reordenada de muestras y la cantidad de código de la información suplementaria es menor que la cantidad de código o un valor estimado de la cantidad de código de la cadena de códigos obtenida codificando la cadena de muestras antes de que sea reordenada, y

40 produce la cadena de códigos obtenida codificando la cadena de muestras antes de que sea reordenada cuando la cantidad de código o un valor estimado de la cantidad de código de la cadena de códigos obtenida codificando la cadena de muestras antes de que sea reordenada es menor que la suma de la cantidad de código o un valor estimado de la cantidad de código de la cadena de códigos obtenida codificando la cadena reordenada de muestras y la cantidad de código de la información suplementaria.

45 **18.** Un programa informático para hacer que un ordenador ejecute las etapas del método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13.

19. Un medio de grabación legible por ordenador que tiene grabado en el mismo un programa informático para hacer que un ordenador ejecute las etapas del método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13.

50

FIG. 1

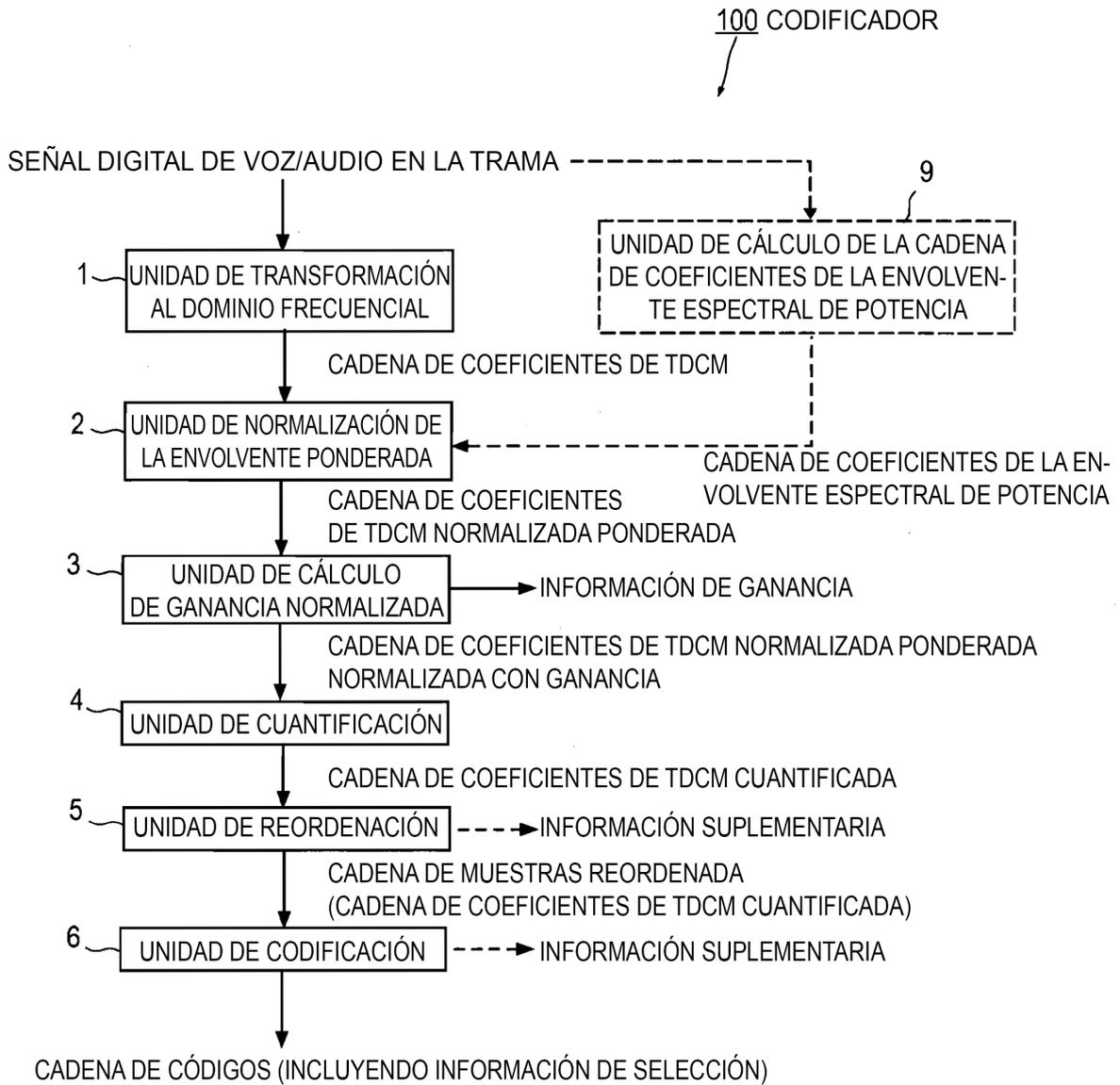


FIG. 2

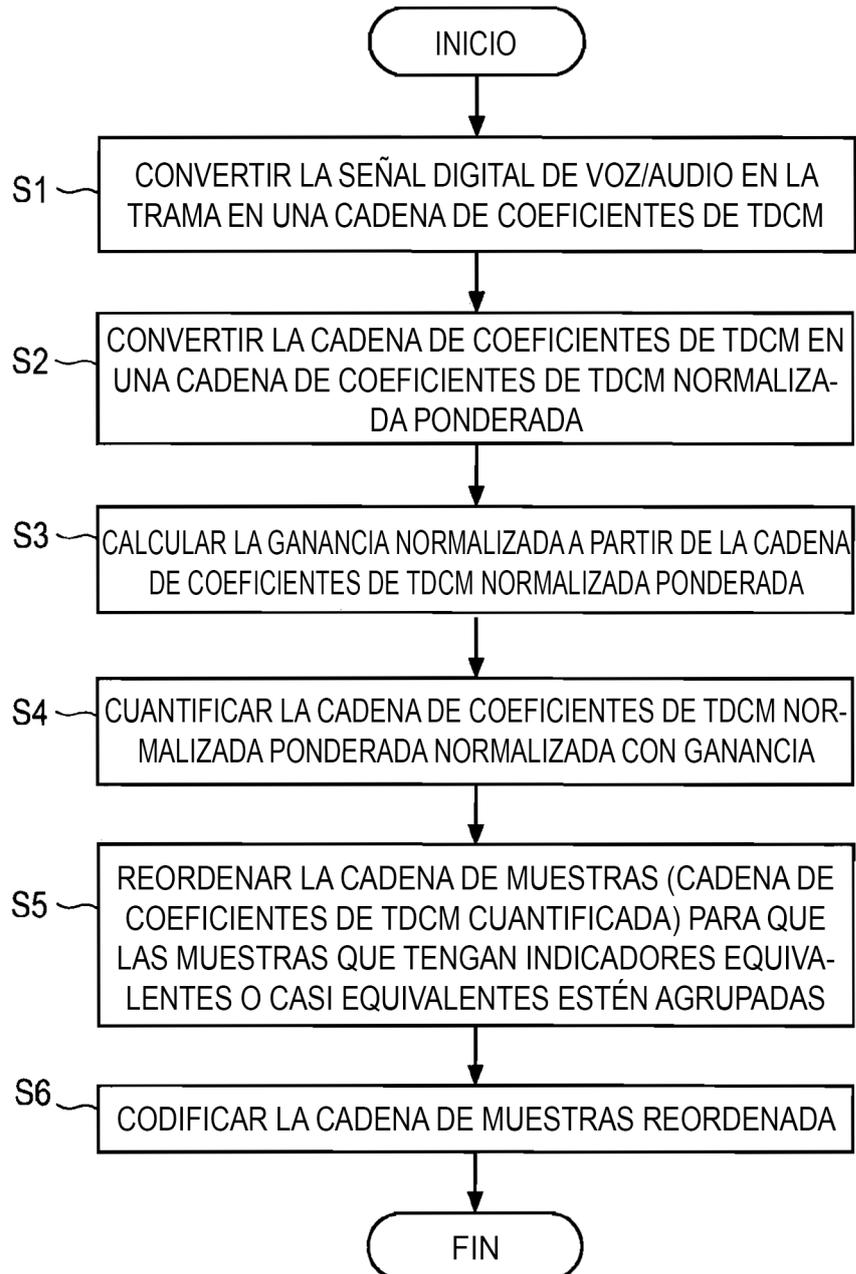


FIG. 3

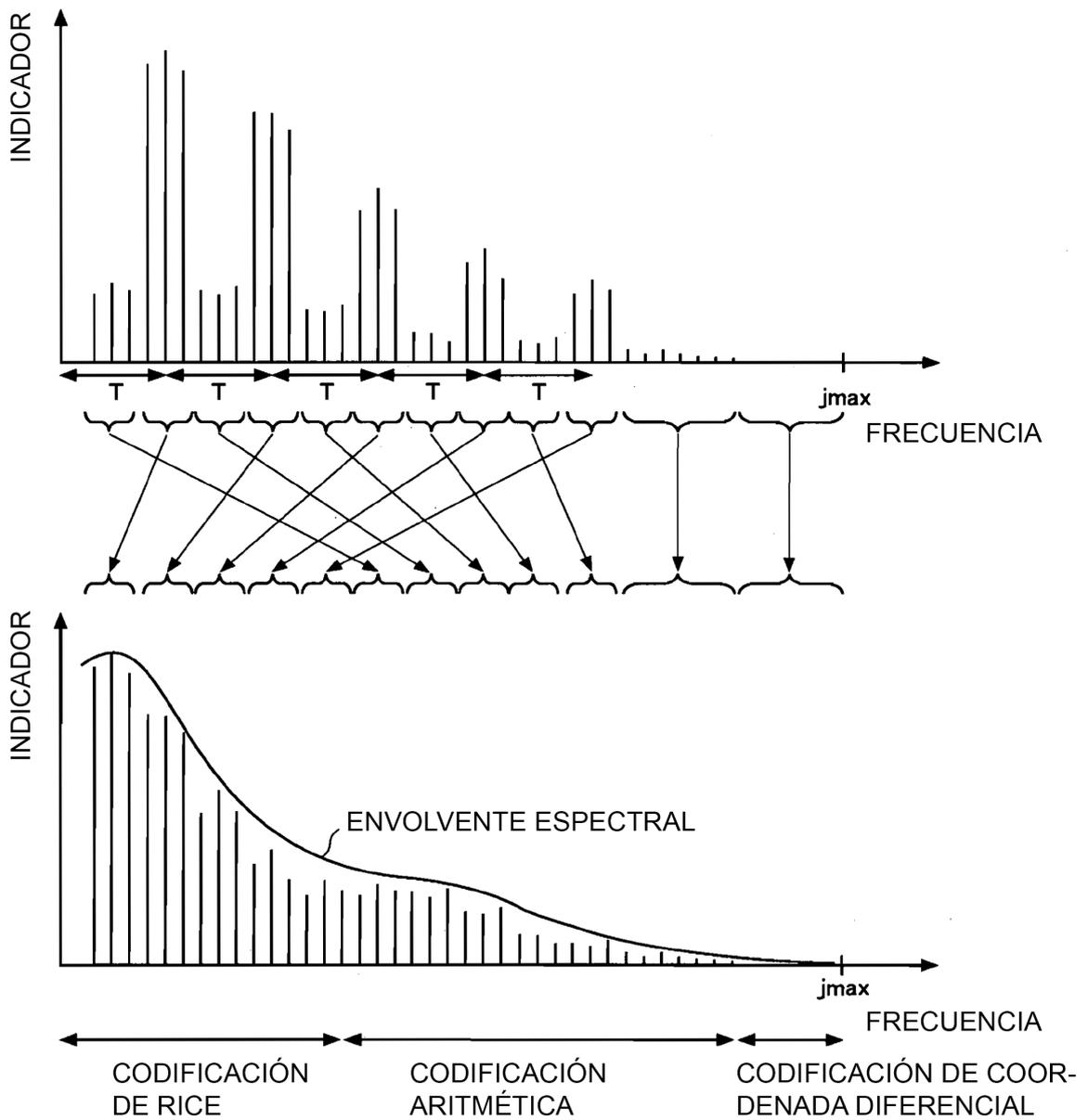


FIG. 4

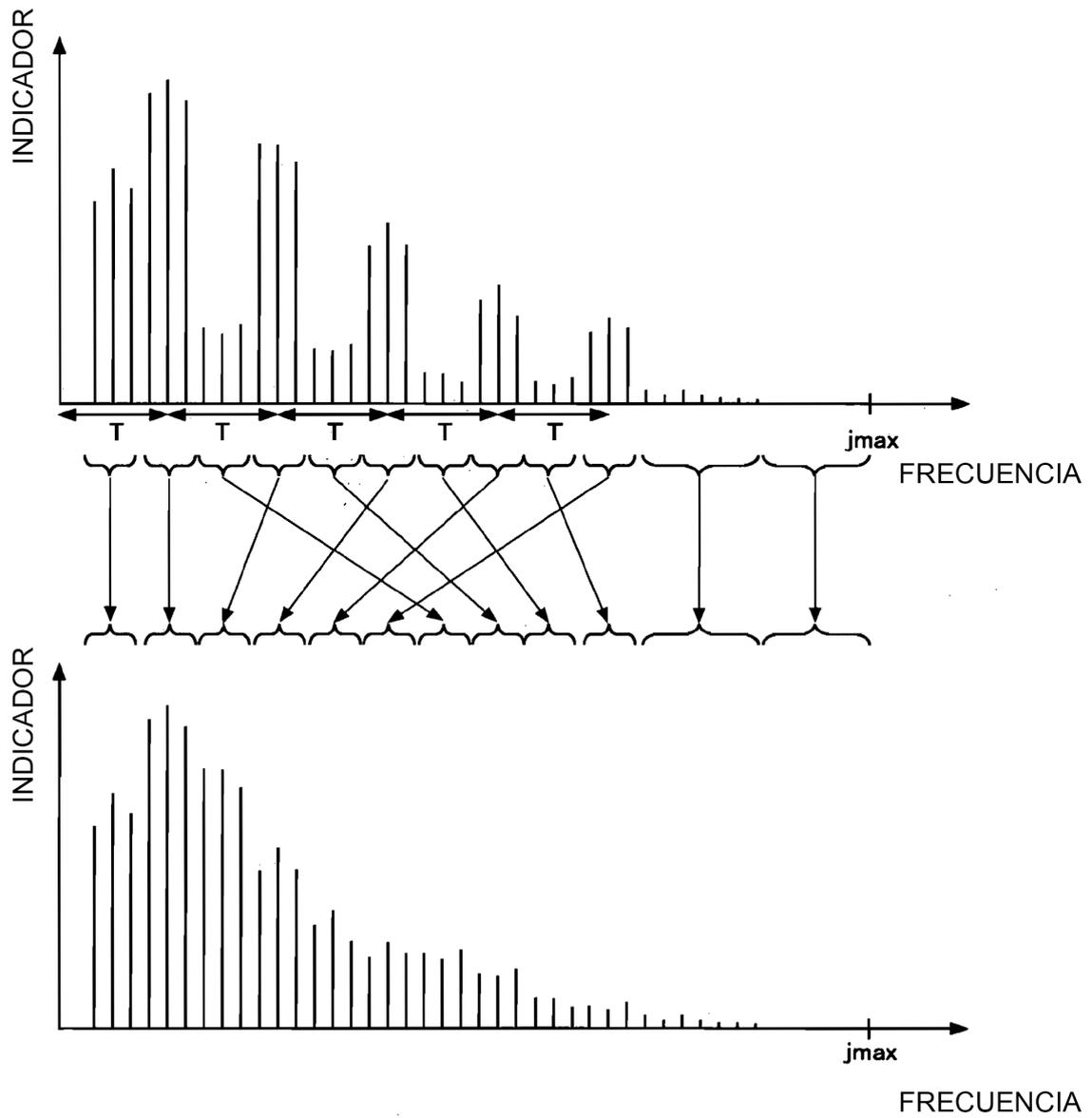


FIG. 5

200 DECODIFICADOR

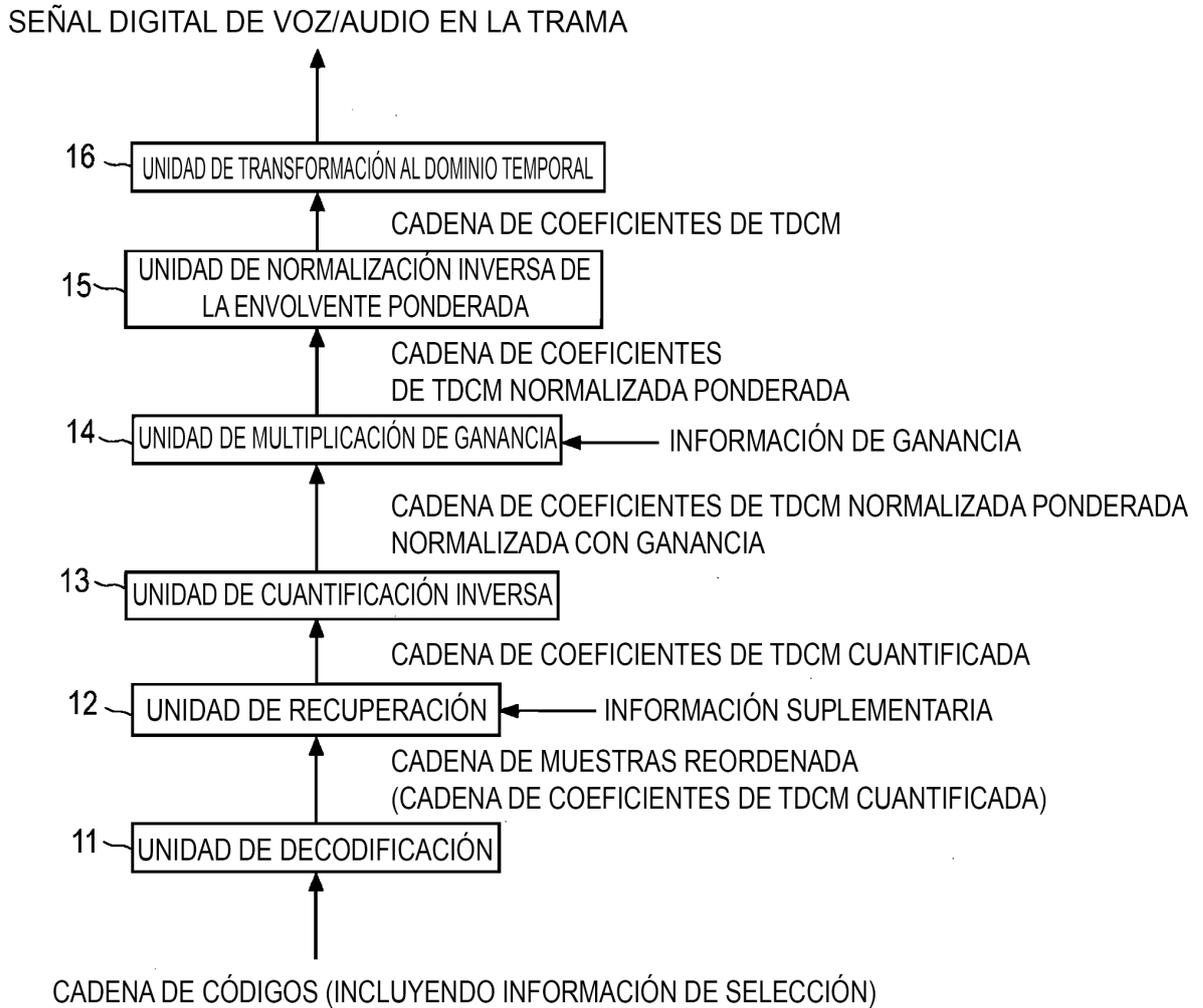


FIG. 6

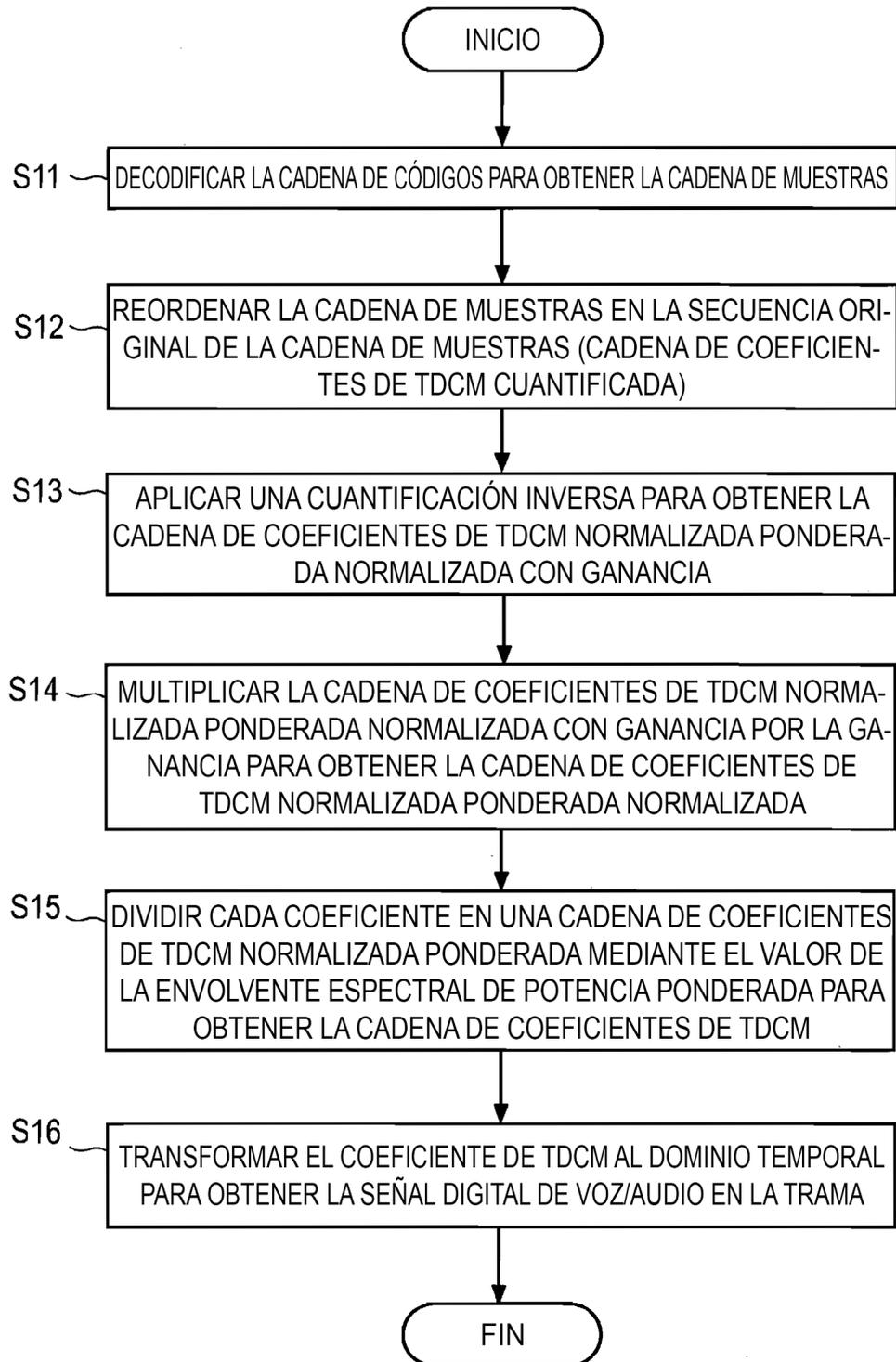


FIG. 7

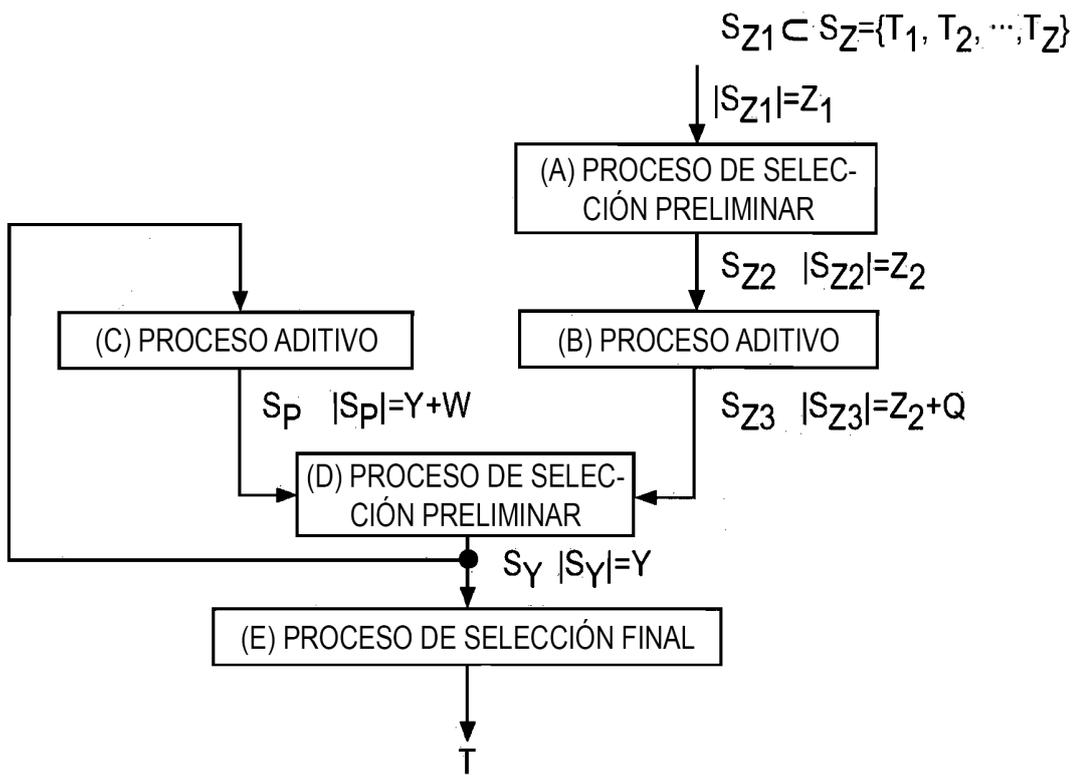


FIG. 8

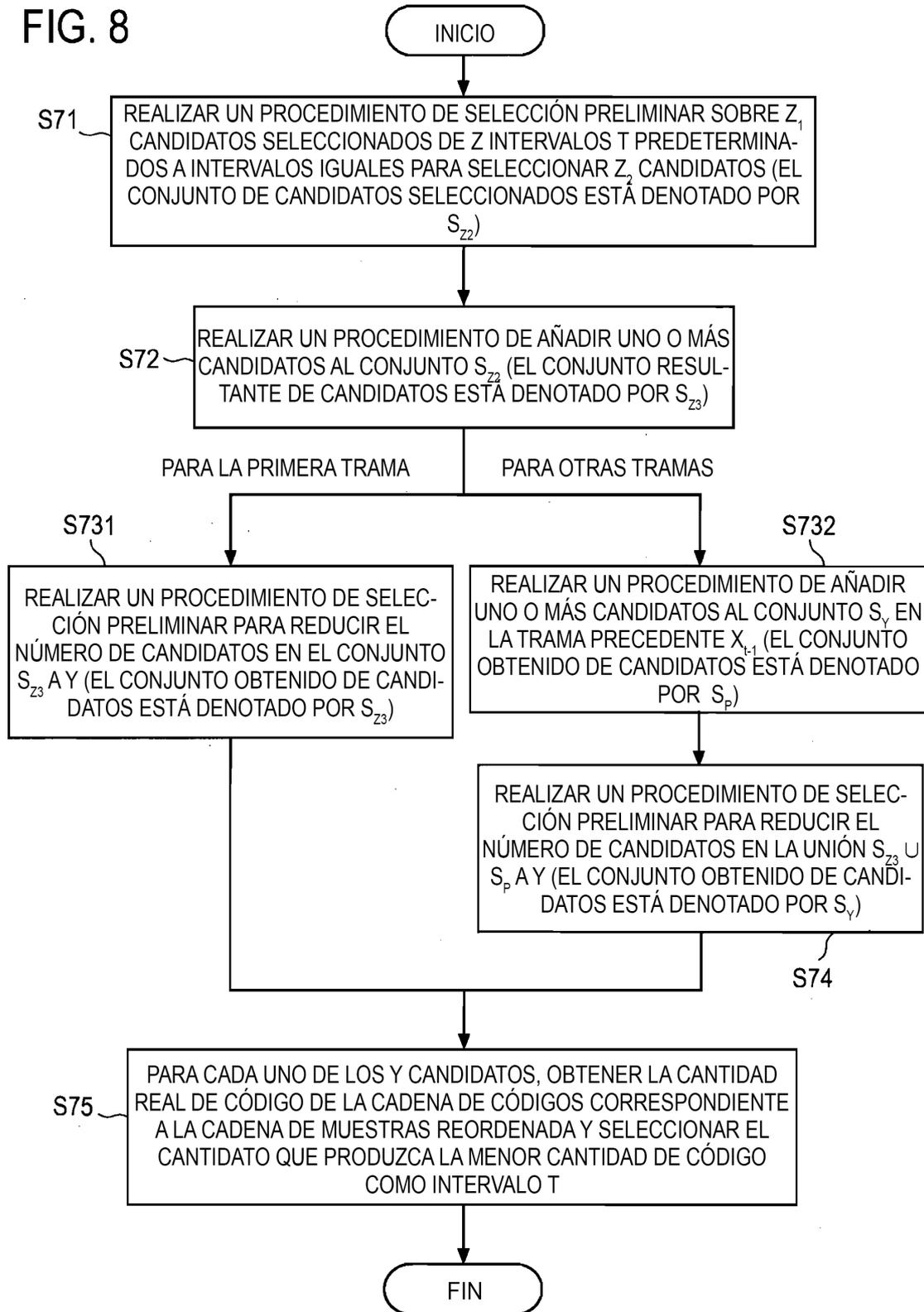


FIG. 9

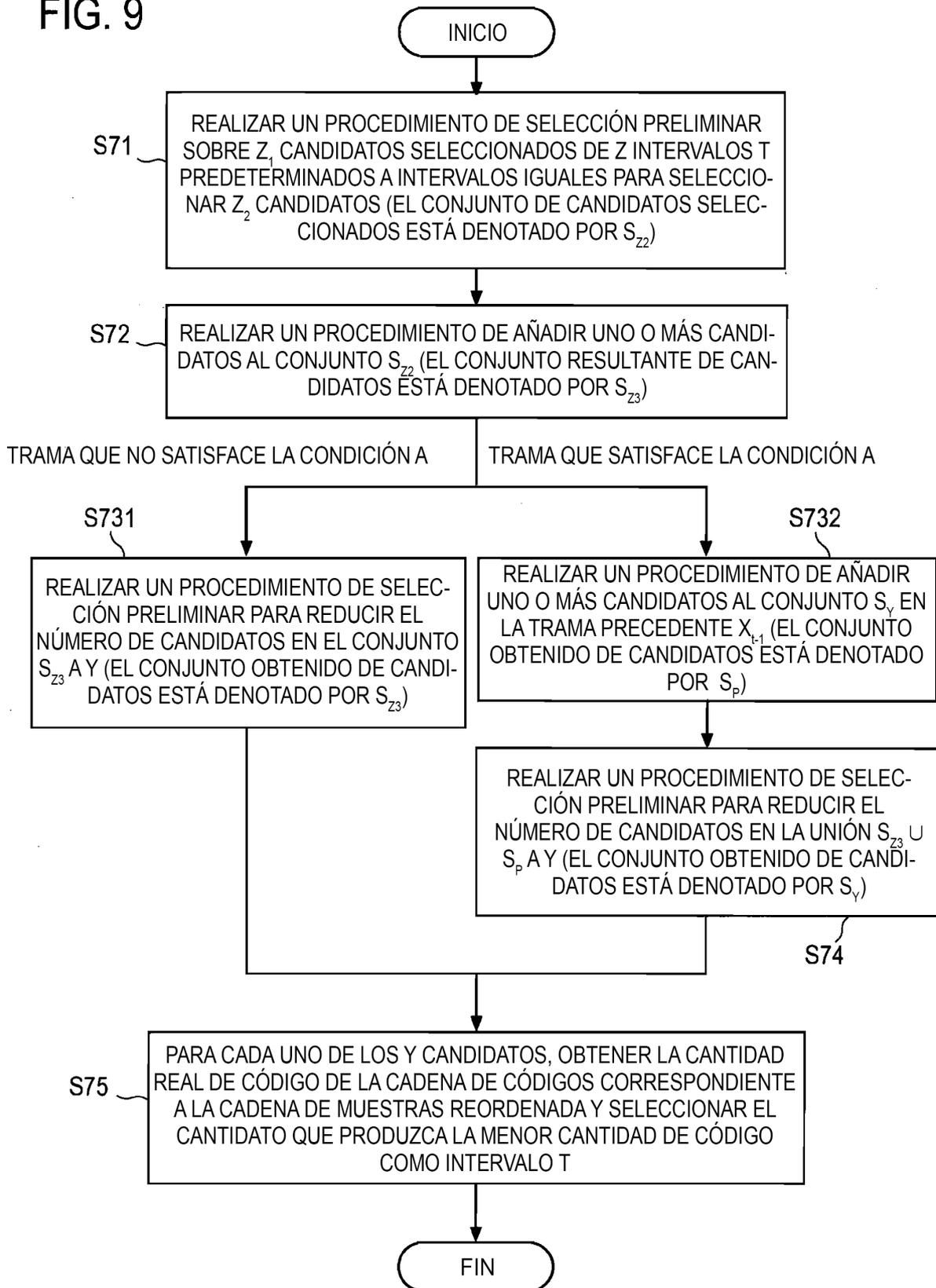


FIG. 10

