

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 805 275**

51 Int. Cl.:

G10L 25/12 (2013.01)

G10L 19/06 (2013.01)

G10L 19/02 (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.02.2015 E 19163214 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.05.2020 EP 3537439**

54 Título: **Dispositivo de generación de secuencia envolvente combinada periódica, método de generación de secuencia envolvente combinada periódica, programa de generación de secuencia envolvente combinada periódica y soporte de registro**

30 Prioridad:

01.05.2014 JP 2014094880

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

11.02.2021

73 Titular/es:

**NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION (100.0%)
5-1, Otemachi 1-chome, Chiyoda-ku
Tokyo 100-8116, JP**

72 Inventor/es:

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

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 805 275 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

Dispositivo de generación de secuencia envolvente combinada periódica, método de generación de secuencia envolvente combinada periódica, programa de generación de secuencia envolvente combinada periódica y soporte de registro

5 **[Campo técnico]**

La presente invención se refiere a un dispositivo de generación de secuencia envolvente combinada periódica, un método de generación de secuencia envolvente combinada periódica, un programa de generación de secuencia envolvente combinada periódica y un soporte de registro, que calculan envolventes espectrales de una señal de audio.

10 **[Técnica antecedente]**

Entre los métodos de codificación conocidos para señales de habla y de audio de baja tasa de bits (por ejemplo, del orden de entre 10 kbits/s a 20 kbits/s) se encuentra la codificación adaptativa para coeficientes de transformación ortogonal, tal como la transformada discreta de Fourier (DFT) y transformada coseno discreta modificada (MDCT). En codificación de excitación codificada de transformada (TCX) usada en la Bibliografía 1 No de Patente, por ejemplo, se elimina la influencia de las envolventes espectrales de amplitud a partir de una cadena de coeficientes $X[1], \dots, X[NB]$, la cual es una representación en el dominio de la frecuencia de una señal de sonido de entrada, para obtener una secuencia (una cadena de coeficientes $X_N[1], \dots, X_N[N]$ normalizados), que se codifica a continuación mediante codificación de longitud variable. En la presente, N entre paréntesis es un valor entero positivo.

Las envolventes espectrales de amplitud pueden ser calculadas como sigue:

20 (Etapa 1) Se realiza análisis de predicción lineal de una señal digital de audio de entrada en el dominio del tiempo (en lo que sigue se menciona como una señal de audio de entrada) en cada trama, la cual es un segmento de tiempo predeterminado, para obtener coeficientes $\alpha_1, \dots, \alpha_P$ predictivos lineales, donde P es un número entero positivo que representa un orden de predicción. Por ejemplo, según un proceso auto-regresivo de orden P, el cual es un modelo de todos los polos, una señal $x(t)$ de audio de entrada en un instante t de tiempo se expresa mediante la Fórmula (1) con valores $x(t-1), \dots, x(t-P)$ pasados de la propia señal en los P instantes de tiempo pasados, un residuo $e(t)$ de predicción y coeficientes $\alpha_1, \dots, \alpha_P$ predictivos lineales.

$$x(t) = \alpha_1 x(t-1) + \dots + \alpha_P x(t-P) + e(t) \quad (1)$$

30 (Etapa 2) Los coeficientes $\alpha_1, \dots, \alpha_P$ predictivos lineales se cuantifican para obtener coeficientes $\hat{\alpha}_1, \dots, \hat{\alpha}_P$ predictivos lineales cuantificados. Los coeficientes $\hat{\alpha}_1, \dots, \hat{\alpha}_P$ predictivos lineales cuantificados se usan para obtener un secuencia $W[1], \dots, W[N]$ envolvente espectral de amplitud de la señal de audio de entrada en N puntos. Por ejemplo, cada valor $W(n)$ de la secuencia envolvente espectral de amplitud puede ser obtenido conforme a la Fórmula (2), donde n es un número entero, $1 \leq n \leq N$, $\exp(\cdot)$ es una función exponencial con una base de constante de Napier, j es una unidad imaginaria, y σ es una amplitud de señal residual de predicción.

$$W[n] = \sqrt{\frac{\sigma^2}{2\pi \left| 1 + \sum_{p=1}^P \hat{\alpha}_p \exp(-j2\pi np/N) \right|^2}} \quad (2)$$

35 Obsérvese que un superíndice escrito a la derecha de un símbolo sin paréntesis representa la potenciación. Específicamente, σ^2 representa el cuadrado de σ . Cuando se usan símbolos tales como “-” y “^” en la descripción deben ser escritos normalmente por encima de un carácter que sigue a cada uno de los símbolos, el símbolo se escribe inmediatamente antes del carácter debido a restricciones de notación. En las fórmulas, estos símbolos se escriben en sus posiciones apropiadas, es decir, por encima de los caracteres.

40 **[Bibliografía de la técnica anterior]**

El documento de EP 2696343 A1 describe códec de voz de baja velocidad de bits que comprende un análisis LP y transformada MDCT y emplea códigos de longitud variable de códigos Rice.

[Bibliografía no de patente]

45 Bibliografía 1 no de Patente: Anthony Vetro, “MPEG Unifies Speech and Audio Coding”, Industry and Standards, IEEE Multimedia, Abril – Junio, 2013.

[Compendio de la invención]**[Problemas a ser resueltos por la invención]**

Con el fin de permitir que el lado de descodificación en códec de señal de audio obtenga información concerniente a una envolvente espectral, un código correspondiente a la envolvente espectral necesita ser transmitido al lado de descodificación. Si una envolvente espectral se obtiene usando coeficientes predictivos lineales como en la Bibliografía 1 No de Patente, el "código correspondiente a la envolvente espectral" a ser transmitido al lado de descodificación es un "código correspondiente a coeficientes predictivos lineales", que tiene la ventaja de requerir solamente una pequeña cantidad de código. Por otra parte, la información concerniente a una envolvente espectral obtenida usando coeficientes predictivos lineales puede tener una baja precisión de aproximación en torno a picos causados por el período de pitch de la señal de audio de entrada. Esto puede conducir a una baja eficacia de codificación de la codificación de longitud variable de cadenas de coeficientes normalizados.

En vista del problema descrito con anterioridad, la presente invención proporciona una secuencia envolvente que está capacitada para incrementar la precisión de aproximación en torno a los picos causados por el período de pitch de una señal de audio.

15 [Medios para resolver los problemas]

El objeto de la presente invención es logra mediante las reivindicaciones independientes.

Un dispositivo de generación de secuencia envolvente combinada periódica conforme a la presente invención toma, como señal de audio de entrada, una señal digital de audio en el dominio del tiempo en cada trama, la cual es un segmento de tiempo predeterminado, y genera una secuencia envolvente combinada periódica como secuencia envolvente. El dispositivo de generación de secuencia envolvente combinada periódica según la presente invención comprende al menos una parte de cálculo de secuencia envolvente espectral y una parte de generación de envolvente combinada periódica. La parte de cálculo de secuencia envolvente espectral calcula una secuencia envolvente espectral de la señal de audio de entrada sobre la base de predicción lineal en el dominio del tiempo de la señal de audio de entrada. La parte de generación de envolvente combinada periódica transforma la secuencia envolvente espectral en una secuencia envolvente combinada periódica sobre la base de una componente periódica de la señal de audio de entrada en el dominio de la frecuencia.

Las siguientes ocurrencias de las palabras "realización (es)" e "implementación (es)", si se refieren a combinaciones de características diferentes de las definidas por las reivindicaciones independientes, se refieren a ejemplos que se presentaron originalmente pero que no representan realizaciones/implementaciones de la invención actualmente reivindicada; estos ejemplos todavía se muestran solo con fines ilustrativos.

[Efectos de la invención]

Una secuencia envolvente combinada periódica generada por el dispositivo de generación de secuencia envolvente combinada periódica según la presente invención, consigue una alta precisión de aproximación en torno a picos causados por el período de pitch de una señal de audio de entrada.

35 [Breve descripción de los dibujos]

La Figura 1 es un diagrama que ilustra un ejemplo de configuración funcional de un dispositivo de generación de secuencia envolvente combinada periódica según una primera realización;

La Figura 2 es un diagrama que ilustra un flujo de proceso en el dispositivo de generación de secuencia envolvente combinada periódica conforme a la primera realización;

40 La Figura 3 es un diagrama que ilustra un ejemplo de secuencia $P[1], \dots, P[N]$ envolvente periódica;

La Figura 4A es un diagrama que ilustra un ejemplo para explicar las diferencias entre secuencias generadas a partir de la misma señal de audio y la forma de una curva obtenida por interpolación de una cadena $X[1], \dots, X[N]$ de coeficientes;

45 La Figura 4B es un diagrama que ilustra un ejemplo para explicar las diferencias entre secuencias generadas a partir de la misma señal de audio y la forma de una curva obtenida por interpolación de una secuencia $P[1], \dots, P[N]$ envolvente periódica;

La Figura 4C es un diagrama que ilustra un ejemplo para explicar las diferencias entre secuencias generadas a partir de la misma señal de audio y la forma de una curva obtenida por interpolación de una secuencia $\sim W[1], \dots, \sim W[N]$ envolvente espectral de amplitud alisada;

50 La Figura 4D es un diagrama que ilustra un ejemplo para explicar las diferencias entre secuencias generadas a partir de la misma señal de audio y la forma de una curva obtenida por interpolación de una secuencia $W_M[1], \dots, W_M[N]$ envolvente combinada periódica;

La Figura 5 es un diagrama que ilustra un ejemplo de configuración funcional de un codificador conforme a una segunda realización;

La Figura 6 es un diagrama que ilustra un flujo de proceso en el codificador conforme a la segunda realización;

5 La Figura 7 es un diagrama que ilustra un ejemplo de configuración funcional de un decodificador conforme a la segunda realización;

La Figura 8 es un diagrama que ilustra un flujo de proceso en el decodificador conforme a la segunda realización;

La Figura 9 es un diagrama que ilustra un ejemplo de configuración funcional de un codificador conforme a una tercera realización;

La Figura 10 es un diagrama que ilustra un flujo de proceso en el codificador conforme a la tercera realización;

10 La Figura 11 es un diagrama que ilustra un ejemplo de configuración funcional de un decodificador conforme a la tercera realización, y

La Figura 12 es un diagrama que ilustra un flujo de proceso en el decodificador conforme a la tercera realización.

[Descripción detallada de las realizaciones]

15 A continuación, se van a describir en detalle realizaciones de la presente invención. Obsérvese que los componentes que tienen las mismas funciones han sido identificados con los mismos números de referencia y se omitirá la descripción repetida de los mismos.

[Primera realización]

20 La Figura 1 ilustra un ejemplo de configuración funcional de un dispositivo de generación de secuencia envolvente combinada periódica según la presente invención, y la Figura 2 ilustra un flujo de proceso en el dispositivo de generación de secuencia envolvente combinada periódica según la presente invención. El dispositivo 100 de generación de secuencia envolvente combinada periódica comprende una parte 120 de cálculo de secuencia envolvente espectral, una parte 110 de transformación en el dominio de la frecuencia, una parte 130 de análisis de periodicidad, una parte 140 de generación de secuencia envolvente periódica, y una parte 150 de generación de envolvente combinada periódica, toma como señal $x(t)$ de audio de entrada una señal digital de audio de entrada en el dominio del tiempo, y transforma una secuencia envolvente espectral de amplitud en base a una componente de frecuencia de una cadena de coeficientes para generar una secuencia envolvente combinada periódica.

<Parte 120 de cálculo de secuencia envolvente espectral>

30 La parte 120 de cálculo de secuencia envolvente espectral calcula una secuencia $W[1], \dots, W[N]$ envolvente espectral de amplitud de una señal $x(t)$ de audio de entrada sobre la base de predicción lineal en el dominio del tiempo de la señal de audio de entrada. En la presente, N es un número entero positivo. La parte 120 de cálculo de secuencia envolvente espectral realiza el cálculo usando la técnica convencional como sigue:

35 (Etapa 1) Se realiza análisis de predicción lineal de una señal de audio de entrada en cada trama, la cual es un segmento de tiempo predeterminado, para obtener coeficientes $\alpha_1, \dots, \alpha_p$ predictivos lineales, donde P es un número entero positivo que representa un orden de predicción. Por ejemplo, según un proceso auto-regresivo de orden P , que es un modelo de todos los polos, una señal $x(t)$ de audio de entrada en un instante t de tiempo se expresa mediante la Fórmula (1) con valores $x(t-1), \dots, x(t-P)$ pasados de la propia señal en los P instantes de tiempo pasados, un residuo $e(t)$ de predicción y coeficientes $\alpha_1, \dots, \alpha_p$ predictivos lineales.

40 (Etapa 2) Los coeficientes $\alpha_1, \dots, \alpha_p$ predictivos lineales se usan para obtener una secuencia $W[1], \dots, W[N]$ envolvente espectral de amplitud de la señal de audio de entrada en N puntos. Por ejemplo, cada valor $W[n]$ de la secuencia envolvente espectral de amplitud puede ser obtenida usando coeficientes $\hat{\alpha}_1, \dots, \hat{\alpha}_p$ predictivos lineales cuantificados, que corresponden a los coeficientes $\alpha_1, \dots, \alpha_p$ predictivos lineales conforme a la Fórmula (2). Alternativamente, cada valor $W[n]$ de la secuencia envolvente espectral de amplitud puede ser obtenido usando los coeficientes $\alpha_1, \dots, \alpha_p$ predictivos lineales conforme a la Fórmula (2) en la que $\hat{\alpha}_p$ se sustituye por α_p .

<Parte 110 de transformación en el dominio de la frecuencia>

45 La parte 110 de transformación en el dominio de la frecuencia transforma una señal de audio de entrada en el dominio del tiempo en cada trama, la cual es un segmento de tiempo predeterminado, en una cadena $X[1], \dots, X[N]$ de coeficientes en N puntos en el dominio de la frecuencia, y presenta a la salida la cadena $X[1], \dots, X[N]$ de coeficientes (S110). La transformación en el dominio de la frecuencia puede ser realizada mediante un método tal como transformada coseno discreta modificada (MDCT) o transformada discreta de Fourier (DFT).

50 <Parte 130 de análisis de periodicidad>

La parte 130 de análisis de periodicidad toma una entrada de una cadena X[1], ..., X[N] de coeficientes, obtiene el período T de la cadena X[1], ..., X[N] de coeficientes, y presenta a la salida el período T (S130).

5 El período T es información correspondiente al intervalo entre ocurrencias de una componente periódica en la cadena de coeficientes en el dominio de la frecuencia deducida a partir de la señal de audio de entrada, por ejemplo la cadena X[1], ..., X[N] de coeficientes (intervalos en los que aparece un valor grande periódicamente). Mientras que el período T se menciona a veces en lo que sigue como el intervalo T, ambos son términos diferentes que se refieren al mismo concepto. T es un valor positivo y puede ser un número entero o una fracción decimal (por ejemplo, 5,0, 5,25, 5,5, 5,75).

10 La parte 130 de análisis de periodicidad puede tomar un entrada de una cadena X[1], ..., X[N] de coeficientes y puede obtener también y presentar a la salida un indicador S del grado de periodicidad. En ese caso, el indicador S del grado de periodicidad se obtiene sobre la base de la relación entre la energía de una parte de componente periódica de la cadena X[1], ..., X[N] de coeficientes y la energía de la otra parte de la cadena X[1], ..., X[N] de coeficientes, por ejemplo. El indicador S indica, en este caso, el grado de periodicidad de una cadena de muestra en el dominio de la frecuencia. Obsérvese que cuanto más grande sea la magnitud de la componente periódica, es decir, cuanto más grandes sean las amplitudes de las muestras a múltiplos enteros del período T y de las muestras cercanas a esas muestras (los valores absolutos de las muestras), más grande será el "grado de periodicidad" de la cadena de muestra en el dominio de la frecuencia.

20 Obsérvese que la parte 130 de análisis de periodicidad puede obtener el período en el dominio del tiempo a partir de una señal de audio de entrada en el dominio del tiempo y puede transformar el período obtenido en el dominio del tiempo a un período en el dominio de la frecuencia para obtener el período T. Alternativamente, la parte 130 de análisis de periodicidad puede transformar un período en el dominio del tiempo a un período en el dominio de la frecuencia y multiplicar el período en el dominio de la frecuencia por una constante para obtener el período T o puede obtener un valor cercano al período en el dominio de la frecuencia multiplicado por la constante como período T. De forma similar, la parte 130 de análisis de periodicidad puede obtener el indicador S del grado de periodicidad a partir de una señal de audio de entrada en el dominio del tiempo, por ejemplo, sobre la base de la magnitud de correlación entre cadenas de señales temporalmente diferentes entre sí mediante un período en el dominio del tiempo.

25 En resumen, se puede elegir y usar cualquiera de los diversos métodos convencionales para obtener el período T y el indicador S a partir de una señal de audio de entrada en el dominio del tiempo o de una cadena de coeficientes en el dominio de la frecuencia deducida a partir de la señal de audio de entrada en el dominio del tiempo.

30 <Parte 140 de generación de secuencia envolvente periódica>

La parte 140 de generación de secuencia envolvente periódica toma una entrada del intervalo T y presenta a la salida una secuencia P[1], ..., P[N] envolvente periódica (S140). La secuencia P[1], ..., P[N] envolvente periódica es una secuencia discreta en el dominio de la frecuencia que tiene picos en períodos resultantes de un período de pitch, es decir, una secuencia discreta correspondiente a un modelo de armónico. La Figura 3 ilustra un ejemplo de secuencia P[1], ..., P[N] envolvente periódica. La secuencia P[1], ..., P[N] envolvente periódica es una secuencia en la que solamente valores de una envolvente periódica que corresponden a índices que son valores enteros cercanos a múltiplos enteros del intervalo T y un número predeterminado de valores enteros precedentes y subsiguientes son valores positivos, y los valores de una envolvente periódica correspondientes a los otros índices son 0 como en una forma de onda que se ha ilustrado en la Figura 3. Los índices que son valores enteros cercanos a múltiplos enteros del intervalo T adoptan periódicamente el valor máximo (pico) y los valores de P[n] correspondientes a un número predeterminado de índices que preceden y siguen a los índices disminuyen monotónicamente con el incremento de distancia de los índices n a partir de los índices correspondientes a los picos 1, 2, ..., sobre el eje horizontal en la Figura 3 representan índices de puntos de muestra discretos (mencionados en lo que sigue como "índices de frecuencia").

45 Por ejemplo, supóngase que n indica una variable que representa un índice de frecuencia, y τ indica un índice de frecuencia que corresponde al valor máximo (pico), entonces la forma del pico puede ser representada por medio de una función Q(n) que se proporciona a continuación. En este caso, el número de decimales del intervalo T es L y un intervalo T' es $T' = T \times 2^L$,

$$Q(n) = h \cdot \exp\left(-\frac{(n-\tau)^2}{2PD}\right), \quad (3)$$

$$h = 2.8 \cdot (1.125 - \exp(-0.07 \cdot T'/2^L)),$$

$$PD = 0.5 \cdot (2.6 - \exp(-0.05 \cdot T'/2^L))$$

50 donde h representa la altura del pico, y cuanto mayor sea el intervalo T, mayor será el pico. PD representa la

anchura de la porción de pico y cuanto mayor sea el intervalo T, mayor será la anchura.

Supóngase que U indica un número entero positivo indicativo de un valor desde 1 hasta el número de picos (por ejemplo, 1 a 10 en el caso de la Figura 3), v indica un número entero mayor o igual que 1 (por ejemplo, de 1 a 3 o similar), el fondo (·) indica una función que deja caer la parte fraccionaria y vuelve a un valor entero, entonces la secuencia P[n] envolvente periódica puede ser calculada, por ejemplo, como:

5

$$P[n] = \left\{ h \cdot \exp \left(- \frac{(n - (\text{floor}((U \times T^l)/2^l) \pm v))^2}{2PD^2} \right) \right\} \quad (4)$$

En este caso, $(U \times T^l)/2^l - v \leq n \leq (U \times T^l)/2^l + v$. Por ejemplo, en el caso de $L = 2$, $T' = 80$ cuando $T = 20,00$, $T' = 81$ cuando $T = 20,25$, $T' = 82$ cuando $T = 20,50$, y $T' = 83$ cuando $T = 20,75$. Obsérvese que la secuencia P[n] envolvente periódica puede ser calculada usando una función Round (·) que redondea un valor hasta el valor entero más cercano y devuelve el valor entero como:

10

$$P[n] = \left\{ h \cdot \exp \left(- \frac{(n - (\text{Round}(U \times T) \pm v))^2}{2PD^2} \right) \right\} \quad (5)$$

<Parte 150 de generación de envolvente combinada periódica>

La parte 150 de generación de envolvente combinada periódica toma entradas de al menos una secuencia P[1], ..., P[N] envolvente periódica y de una secuencia W[1], ..., W[N] envolvente espectral de amplitud, y obtiene una secuencia $W_M[1], \dots, W_M[N]$ envolvente combinada periódica (S150). Específicamente, la parte 150 de generación de envolvente combinada periódica obtiene una envolvente $W_M[n]$ combinada periódica según la siguiente fórmula:

15

$$W_M[n] = W[n] \cdot (1 + \delta \cdot P[n]) \quad (6)$$

donde δ es un valor determinado de tal modo que la forma de la envolvente $W_M[n]$ combinada periódica y la forma de una secuencia de los valores absolutos de coeficientes X[n] son similares entre sí, o δ es un valor predeterminado.

20 Si la parte 150 de generación de envolvente combinada periódica determina δ de tal modo que la forma de la envolvente $W_M[n]$ combinada periódica y la forma de la secuencia de los valores absolutos de coeficientes X[n] son similares entre sí, la parte 150 de generación de envolvente combinada periódica puede tomar también una entrada de una cadena X[1], ..., X[N] de coeficientes y puede presentar a la salida el δ determinado y la secuencia $W_M[1], \dots, W_M[N]$ envolvente combinada periódica en ese instante de tiempo. Por ejemplo, se puede elegir un δ que minimice E definido por la fórmula que se proporciona a continuación a partir de entre un número de candidatos para δ , por ejemplo dos candidatos, 0,4 y 0,8. En otras palabras, δ puede ser elegido de tal modo que la forma de la envolvente $W_M[n]$ combinada periódica y la forma de la secuencia de los valores absolutos de los coeficientes X[n] sean similares entre sí.

25

$$E = \sum_{n=1}^N (X[n] \cdot \tilde{W}_M[n])^4 \quad (7)$$

$$\tilde{W}_M[n] = \frac{1}{W_M[n] \cdot G} \quad (8)$$

$$G = \sum_{n=1}^N |X[n]| \cdot \frac{1}{W_M[n]} \quad (9)$$

30 δ es un valor que determina la medida en que se tiene en cuenta la envolvente P[n] periódica en la envolvente $W_M[n]$ combinada periódica. En otras palabras, δ es un valor que determina la relación de mezcla entre la envolvente W[n] espectral de amplitud y la envolvente P[n] periódica en la envolvente $W_M[n]$ combinada periódica. G en la Fórmula (9) es el producto interno de la secuencia de los valores absolutos de los coeficientes X[n] en la cadena X[1], ..., X[n] de coeficientes y la secuencia recíproca de la secuencia $\sim W_M[n]$ envolvente combinada periódica en la Fórmula (8)

es una envolvente combinada periódica normalizada obtenida por normalización de cada valor $W_M[n]$ en la envolvente combinada periódica por G. El producto interno de la cadena $X[1], \dots, X[n]$ de coeficientes y la secuencia $\sim X[1], \dots, \sim X[n]$ envolvente combinada periódica normalizada se eleva a la potencia de 4 en la Fórmula (7) con el fin de reducir enfáticamente el producto interno (distancia) obtenido por los coeficientes $X[n]$ que tienen valores absolutos particularmente grandes. Esto significa que δ se determina de tal modo que los coeficientes $X[n]$ que tienen valores absolutos particularmente grandes en la cadena $X[1], \dots, X[n]$ de coeficientes y en la envolvente $W_M[n]$ combinada periódica, son similares entre sí.

Si la parte 150 de generación de envolvente combinada periódica determina el número de candidatos para δ en concordancia con el grado de periodicidad, la parte 150 de generación de envolvente combinada periódica toma también una entrada del indicador S del grado de periodicidad. Si el indicador S indica una trama que corresponde a alta periodicidad, la parte 150 de generación de envolvente combinada periódica puede elegir un δ que minimice E definido por la Fórmula (7) de entre los muchos candidatos para δ ; si el indicador S indica una trama que corresponda a baja periodicidad, la parte 150 de generación de envolvente combinada periódica puede elegir un valor predeterminado como δ . Es decir, si la parte 150 de generación de envolvente combinada periódica determina el número de candidatos para δ en conformidad con el grado de periodicidad, la parte 150 de generación de envolvente combinada periódica puede incrementar el número de candidatos para δ con grado de periodicidad creciente.

<Efectos de la primera realización de la invención>

Las Figuras 4A-4D ilustran ejemplos para explicar las diferencias entre secuencias generadas a partir de la misma señal de audio. La Figura 4A ilustra la forma de una curva generada por interpolación de una cadena $X[1], \dots, X[n]$ de coeficientes, la Figura 4B ilustra la forma de una curva generada por interpolación de una secuencia $P[1], \dots, P[n]$ envolvente periódica, la Figura 4C ilustra la forma de una curva generada por interpolación de una secuencia $\sim W[1], \dots, \sim W[n]$ envolvente espectral de amplitud alisada, y la Figura 4D ilustra la forma de una curva generada por interpolación de una secuencia $W_M[1], \dots, W_M[N]$ envolvente combinada periódica. Según se ha ilustrado en las Figuras 4A-4D, la secuencia $W_M[1], \dots, W_M[N]$ envolvente combinada periódica tiene una forma que comprende picos periódicos que aparecen en la cadena $X[1], \dots, X[n]$ de coeficientes en comparación con la secuencia $\sim W[1], \dots, \sim W[N]$ envolvente espectral de amplitud alisada. La secuencia $W_M[1], \dots, W_M[N]$ envolvente combinada periódica puede ser generada usando información acerca de un intervalo T o de un intervalo T y un valor de δ adicionalmente a coeficientes predictivos lineales o coeficientes predictivos lineales cuantificados que son información que representa una envolvente espectral. En consecuencia, los picos de amplitud ocasionados por el período de pitch de una señal de audio de entrada pueden ser representados con un grado de precisión más alto simplemente añadiendo una pequeña cantidad de información a la información que representa una envolvente espectral de la señal de audio de entrada que mediante una envolvente espectral obtenida usando coeficientes predictivos lineales. En otras palabras, la amplitud de la señal de audio de entrada puede ser estimada con un alto grado de precisión usando una pequeña cantidad de información constituida por coeficientes predictivos lineales o coeficientes predictivos lineales cuantificados, y un intervalo T, o un intervalo T y un valor de δ . Obsérvese que la envolvente $\sim W[n]$ espectral de amplitud alisada es una envolvente expresada por la fórmula siguiente, donde γ es una constante positiva menor que, o igual a 1 para despuntar (alisar) coeficientes espectrales de amplitud.

$$\tilde{W}[n] = \sqrt{\frac{\sigma^2}{2\pi} \frac{1}{\left|1 + \sum_{p=1}^P \hat{\alpha}_p \gamma^p \exp(-j2\pi np/N)\right|^2}} \quad (10)$$

Si se usa el dispositivo de generación de secuencia envolvente combinada periódica conforme a la presente invención en un codificador y un decodificador, códigos (códigos C_L de coeficientes predictivos lineales) para identificar coeficientes $\hat{\alpha}_p$ predictivos lineales cuantificados obtenidos mediante una parte de procesamiento distinta del dispositivo de generación de secuencia envolvente combinada periódica incluida en el codificador y un código para identificar un período T o un período en el dominio del tiempo (un código C_T de período) se introducen en el decodificador. Por lo tanto, presentando a la salida un código indicativo de información concerniente a δ procedente del dispositivo de generación de secuencia envolvente combinada periódica de la presente invención, la misma secuencia envolvente combinada periódica como secuencia envolvente combinada periódica generada por el dispositivo de generación de secuencia envolvente combinada periódica en el lado del codificador puede ser también generada por el dispositivo de generación de secuencia envolvente combinada periódica en el lado del decodificador. Por consiguiente, el incremento de la cantidad de código transmitida desde el codificador al decodificador es pequeño.

<Puntos clave de la primera realización de la invención>

El punto más importante del dispositivo 100 de generación de secuencia envolvente combinada periódica conforme

a la primera realización consiste en que la parte 150 de generación de envolvente combinada periódica transforma una secuencia $W[1], \dots, W[N]$ envolvente espectral de amplitud en una secuencia $W_M[1], \dots, W_M[N]$ envolvente combinada periódica sobre la base de una componente periódica de una cadena $X[1], \dots, X[N]$ de coeficientes. En particular, el efecto descrito con anterioridad puede ser mejor logrado mediante un cambio más considerable de los valores de muestras en múltiplos enteros del intervalo T (período) en la secuencia $W[1], \dots, W[N]$ envolvente espectral de amplitud y de muestras en las proximidades de las muestras según se haga mayor el grado de periodicidad de la cadena $X[1], \dots, X[N]$ de coeficientes, es decir, según sea mayor la magnitud de una componente periódica. Las "muestras en las proximidades" son muestras indicadas mediante índices que son valores enteros en las proximidades de múltiplos enteros del intervalo T . "Proximidad" significa dentro de un intervalo determinado usando un método predeterminado tal como las Fórmulas (3) a (5), por ejemplo.

Además, cuanto mayor sea el intervalo T entre ocurrencias de una componente periódica en la cadena $X[1], \dots, X[N]$ de coeficientes, mayores serán los valores de la secuencia $P[1], \dots, P[N]$ envolvente periódica mostrada en las Fórmulas (4) y (5), y cuanto mayor sea el rango de muestras, es decir, cuantas más muestras a múltiplos enteros del intervalo T (período) y cuantas más muestras en las proximidades de esas muestras tengan valores que no sean cero. En otras palabras, la parte 150 de generación de envolvente combinada periódica cambia de manera más significativa los valores de muestras de múltiplos enteros del intervalo T (período) y de muestras en las proximidades de esas muestras en la secuencia envolvente espectral de amplitud según se hace más larga la longitud del intervalo T entre ocurrencias de una componente periódica en la cadena de coeficientes. Además, según un intervalo T entre ocurrencias de una componente periódica en una cadena de coeficientes se hace más largo, la parte 150 de generación de envolvente combinada periódica cambia los valores de las muestras en un rango más amplio en una secuencia envolvente espectral de amplitud, es decir, los valores de las muestras en múltiplos enteros del intervalo T (período) y un número más grande de muestras en las proximidades de las muestras en múltiplos enteros del intervalo T . "Cuantas más muestras en las proximidades" significa que el número de muestras en una gama correspondiente a las "proximidades" (una gama determinada usando un método predeterminado) se incrementa. Es decir, la parte 150 de generación de envolvente combinada periódica transforma la secuencia envolvente espectral de amplitud de esta manera para conseguir el efecto descrito con anterioridad.

Obsérvese que ejemplos de usos efectivos de la característica de la secuencia envolvente combinada periódica de que "ésta puede representar picos de amplitud causados por el período de pitch de una señal de audio de entrada con un grado de precisión mejorado" incluye un codificador y un decodificador, los cuales van a ser ilustrados en una segunda y una tercera realizaciones. Sin embargo, pueden existir ejemplos de usos de la característica de la secuencia envolvente combinada periódica distintos de un codificador y un decodificador, tal como un dispositivo de reducción de ruido y un post-filtro. El dispositivo de generación de secuencia envolvente combinada periódica ha sido por tanto descrito en la primera realización

[Primera modificación] (un ejemplo en el que se analiza la periodicidad usando una cadena de coeficientes normalizados)

La Figura 1 ilustra también un dispositivo de generación de secuencia envolvente combinada periódica conforme a una primera modificación. La Figura 2 ilustra también un flujo de proceso en el dispositivo de generación de secuencia envolvente combinada periódica conforme a la primera modificación. El dispositivo 101 de generación de secuencia envolvente combinada periódica es diferente del dispositivo 100 de generación de secuencia envolvente combinada periódica en que el dispositivo 101 de generación de secuencia envolvente combinada periódica comprende además una parte 111 de normalización de secuencia en el dominio de la frecuencia, y en que el dispositivo 101 de generación de secuencia envolvente combinada periódica comprende una parte 121 de cálculo de secuencia envolvente espectral y una parte 131 de análisis de periodicidad que son diferentes de las del dispositivo 100 de generación de secuencia envolvente combinada periódica. Los otros componentes son iguales que los del dispositivo 100 de generación de secuencia envolvente combinada periódica. A continuación se van a describir solamente las diferencias.

<Parte 121 de cálculo de secuencia envolvente espectral>

La parte 121 de cálculo de secuencia envolvente espectral calcula una secuencia $\sim W[1], \dots, \sim W[N]$ envolvente espectral de amplitud alisada adicionalmente a una secuencia $W[1], \dots, W[N]$ envolvente espectral de amplitud.

Específicamente, la parte 121 de cálculo de secuencia envolvente espectral realiza la siguiente etapa adicionalmente a la (Etapa 1) y la (Etapa 2) mostradas en la descripción de la parte 120 de cálculo de secuencia envolvente espectral.

(Etapa 3) Cada coeficiente $\hat{\alpha}_P$ predictivo lineal cuantificado se multiplica por γ^P para obtener coeficientes $\hat{\alpha}_{1\gamma}, \hat{\alpha}_{2\gamma^2}, \dots, \hat{\alpha}_P\gamma^P$ predictivos lineales alisados cuantificados. y es una constante positiva menor que, o igual a 1 para el alisado. A continuación, una secuencia $\sim W[1], \dots, \sim W[N]$ envolvente espectral de amplitud alisada se obtiene conforme a la Fórmula (10) (S121). Al igual que la parte 120 de cálculo de secuencia envolvente espectral, la parte 121 de cálculo de secuencia envolvente espectral puede usar, por supuesto, coeficientes α_P predictivos lineales en vez de los coeficientes $\hat{\alpha}_P$ predictivos lineales cuantificados.

<Parte 111 de normalización de secuencia en el dominio de la frecuencia>

La parte 111 de normalización de secuencia en el dominio de la frecuencia divide cada coeficiente de una cadena $X[1], \dots, X[N]$ de coeficientes por un coeficiente de una secuencia $\sim W[1], \dots, \sim W[N]$ envolvente espectral de amplitud alisada para obtener una cadena $X_N[1], \dots, X_N[N]$ de coeficientes normalizados. Específicamente, para $n = 1, \dots, N$, se calcula

$$X_N[n] = X[n] / \sim W[n] \quad (11)$$

para obtener una cadena $X_N[1], \dots, X_N[N]$ de coeficientes normalizados (S111).

<Parte 131 de análisis de periodicidad>

La parte 131 de análisis de periodicidad toma una señal de entrada de la cadena $X_N[1], \dots, X_N[N]$ de coeficientes normalizados y obtiene y presenta a la salida el período T de la cadena $X_N[1], \dots, X_N[N]$ de coeficientes normalizados (S131). Es decir, el intervalo entre ocurrencias de una componente periódica de una cadena $X_N[1], \dots, X_N[N]$ de coeficientes normalizados, que es una cadena de coeficientes en el dominio de la frecuencia deducida a partir de la señal de audio de entrada, se obtiene como período T en esta modificación. La parte 131 de análisis de periodicidad puede tomar también una señal de entrada de una cadena $X[1], \dots, X[N]$ de coeficientes y obtener y presentar a la salida un indicador S del grado de periodicidad.

Los otros procesos son iguales que en el dispositivo 100 de generación de secuencia envolvente combinada periódica. En consecuencia, se puede conseguir el mismo efecto que con la primera realización. Obsérvese que la parte 150 de generación de envolvente combinada periódica del dispositivo 101 de generación de secuencia envolvente combinada periódica puede usar una secuencia $\sim W[1], \dots, \sim W[N]$ envolvente espectral de amplitud alisada en vez de una secuencia $W[1], \dots, W[N]$ envolvente espectral de amplitud. En este caso, el cálculo se realiza conforme a la Fórmula que sigue en vez de la Fórmula (6):

$$W_M[n] = \tilde{W}[n] \cdot (1 + \delta \cdot P[n]) \quad (12)$$

[Segunda modificación] (un ejemplo en el que la información se introduce desde una fuente externa)

Si se proporciona un dispositivo de generación de secuencia envolvente combinada periódica conforme a la presente invención en cada uno de entre un codificador y un decodificador, las partes de procesamiento comprendidas en el codificador y en el decodificador distintas del dispositivo de generación de secuencia envolvente combinada periódica pueden obtener una cadena $X[1], \dots, X[N]$ de coeficientes, una cadena $X_N[1], \dots, X_N[N]$ de coeficientes normalizados, un coeficiente α_P predictivo lineal cuantificado, coeficientes α_{P^p} predictivos lineales alisados cuantificados, una envolvente $W[1], \dots, W[N]$ espectral de amplitud, una envolvente $\sim W[1], \dots, \sim W[N]$ espectral de amplitud alisada, un período T , un indicador S o similar. En ese caso, al menos una cualquiera de entre la parte de transformación en el dominio de la frecuencia, la parte de normalización en el dominio de la frecuencia, la parte de cálculo de secuencia envolvente espectral, y la parte de análisis de periodicidad, pueden ser omitidas en el dispositivo de generación de secuencia envolvente combinada periódica. En este caso, un código que identifica coeficientes α_P predictivos lineales cuantificados (un código C_L de coeficiente predictivo lineal), un código que identifica el período T o el período en el dominio del tiempo (un código C_T de período), un código que identifica el indicador S y similar, se presentan a la salida desde las partes de procesamiento distintas del dispositivo de generación de secuencia envolvente combinada periódica en el codificador, y se introducen en el decodificador. Por consiguiente, en este caso, un código que identifica los coeficientes α_P predictivos lineales cuantificados (el código C_L de coeficiente predictivo lineal), el código que identifica el período T o el período en el dominio del tiempo (el código C_T de período), el código que identifica el indicador S y similar, no necesitan ser presentados a la salida desde el dispositivo de generación de secuencia envolvente combinada periódica en el codificador.

Si se usa un dispositivo de generación de secuencia envolvente combinada periódica conforme a la presente invención en un codificador y un decodificador, el codificador y el decodificador necesitan que se les permita obtener la misma secuencia envolvente combinada periódica. Por lo tanto, se necesita obtener una secuencia envolvente combinada periódica usando información que pueda ser identificada por medio de un código presentado a la salida desde el codificador e introducido en el decodificador. Por ejemplo, una parte de cálculo de secuencia envolvente espectral del dispositivo de generación de secuencia envolvente combinada periódica usada en el codificador, necesita usar coeficientes predictivos lineales cuantificados correspondientes a un código C_L de coeficiente predictivo lineal para obtener una secuencia envolvente espectral de amplitud, mientras que una parte de cálculo de secuencia envolvente espectral del dispositivo de generación de secuencia envolvente combinada periódica usada en el decodificador necesita usar coeficientes predictivos lineales descodificados correspondientes al código C_L de coeficiente predictivo lineal presentado a la salida desde el codificador e introducido en el decodificador para obtener la secuencia envolvente espectral de amplitud.

Obsérvese que si un codificador y un decodificador usan secuencias envolventes combinadas periódicas, se

pueden proporcionar las partes de procesamiento requeridas en el dispositivo de generación de secuencia envolvente combinada periódica en el codificador y en el decodificador, en vez de proporcionar el dispositivo de generación de secuencia envolvente combinada periódica en el interior del codificador y del decodificador, como se ha descrito con anterioridad. Dichos codificador y decodificador van a ser descritos en la descripción de una segunda realización.

[Segunda realización]:<<codificador>>

La Figura 5 ilustra un ejemplo de configuración funcional de un codificador según la segunda realización, y la Figura 6 ilustra un flujo de proceso en el codificador según la segunda realización. El codificador 200 comprende una parte 221 de cálculo de secuencia envolvente espectral, una parte 110 de transformación en el dominio de la frecuencia, una parte 111 de normalización de secuencia en el dominio de la frecuencia, una parte 230 de análisis de periodicidad, una parte 140 de generación de secuencia envolvente periódica, una parte 250 de generación de envolvente combinada periódica, una parte 260 de cálculo de parámetro de codificación de longitud variable, y una parte 270 de codificación de longitud variable. El codificador 200 toma una señal digital de audio de entrada en el dominio del tiempo como señal $x(t)$ de audio de entrada y presenta a la salida al menos un código C_L que representa coeficientes $\hat{\alpha}_1, \dots, \hat{\alpha}_1, \dots, \hat{\alpha}_P$ predictivos lineales cuantificados, un código C_T de un intervalo T que representa el período de una cadena $X_N[1], \dots, X_N[N]$ de coeficientes normalizados, y un código C_x de longitud variable generado mediante codificación variable de la cadena $X_N[1], \dots, X_N[N]$ de coeficientes normalizados. La parte 111 de normalización de secuencia en el dominio de la frecuencia es similar a la parte 111 de normalización de secuencia en el dominio de la frecuencia de la primera modificación de la primera realización. La parte 110 de transformación en el dominio de la frecuencia y la parte 140 de generación de secuencia envolvente periódica son iguales que las de la primera realización. Las componentes que difieren de las componentes de la primera realización y de la primera modificación, van a ser descritos a continuación.

<Parte 221 de cálculo de secuencia envolvente espectral>

La parte 221 de cálculo de secuencia envolvente espectral calcula una secuencia $W[1], \dots, W[N]$ envolvente espectral de amplitud y una secuencia $\sim W[1], \dots, \sim W[N]$ envolvente espectral de amplitud alisada de una señal $x(t)$ de audio de entrada sobre la base de predicción lineal en el dominio del tiempo de la señal de audio de entrada, y también obtiene un código C_L que representa coeficientes $\hat{\alpha}_1, \dots, \hat{\alpha}_P$ predictivos lineales cuantificados obtenidos en el proceso de los cálculos (S221). En este caso, N es un número entero positivo. La parte 221 de cálculo de secuencia envolvente espectral puede realizar el proceso siguiente:

(Etapa 1) Se realiza un análisis de predicción lineal en la señal de audio de entrada en cada trama, la cual es un segmento de tiempo predeterminado, para obtener coeficientes $\alpha_1, \dots, \alpha_P$ predictivos lineales, donde P es un número entero positivo que representa un orden de predicción. Por ejemplo, según un proceso auto-regresivo de orden P , el cual es un modelo de todos los polos, una señal $x(t)$ de audio de entrada en un instante de tiempo t puede ser expresada mediante la Fórmula (1) con valores $x(t-1), \dots, x(t-P)$ pasados de la propia señal en los P instantes de tiempo pasados, un residuo $e(t)$ de predicción y coeficientes $\alpha_1, \dots, \alpha_P$ predictivos lineales.

(Etapa 2) Los coeficientes $\alpha_1, \dots, \alpha_P$ predictivos lineales son codificados para obtener y presentar a la salida un código C_L y se obtienen los coeficientes $\hat{\alpha}_1, \dots, \hat{\alpha}_P$ predictivos lineales cuantificados que corresponden al código C_L . Los coeficientes $\hat{\alpha}_1, \dots, \hat{\alpha}_P$ predictivos lineales cuantificados se usan para obtener una secuencia $W[1], \dots, W[N]$ envolvente espectral de amplitud de la señal de audio de entrada en N puntos. Por ejemplo, cada valor $W[n]$ de la secuencia envolvente espectral de amplitud puede ser obtenido conforme a la Fórmula (2). Obsérvese que se puede usar cualquier método para obtener un código C_L por codificación de cualesquiera coeficientes que puedan ser transformados en coeficientes predictivos lineales, para codificar los coeficientes $\alpha_1, \dots, \alpha_P$ predictivos lineales para obtener el código C_L , tal como un método que transforme coeficientes predictivos lineales en un parámetro de LSP y codifique el parámetro de LSP para obtener un código C_L .

(Etapa 3) Cada coeficiente $\hat{\alpha}_P$ predictivo lineal cuantificado se multiplica por γ^P para obtener coeficientes $\hat{\alpha}_1\gamma, \hat{\alpha}_2\gamma^2, \dots, \hat{\alpha}_P\gamma^P$ predictivos lineales alisados cuantificados. γ es una constante positiva predeterminada menor que, o igual a 1 para alisamiento. A continuación, se obtiene la secuencia $\sim W[1], \dots, \sim W[N]$ envolvente espectral de amplitud alisada conforme a la Fórmula (10).

<Parte 230 de análisis de periodicidad>

La parte 230 de análisis de periodicidad toma una señal de entrada de una cadena $X_N[1], \dots, X_N[N]$ de coeficientes normalizados, obtiene el intervalo T de la cadena $X_N[1], \dots, X_N[N]$ de coeficientes normalizados (los intervalos en los que aparece periódicamente un valor grande) y presenta a la salida el intervalo T y un código C_L que representa el intervalo T (S230). La parte 230 de análisis de periodicidad obtiene también y presenta a la salida un indicador S del grado de periodicidad (es decir, un indicador del grado de periodicidad de una cadena de muestra en el dominio de la frecuencia), según sea necesario. Adicionalmente, la parte 230 de análisis de periodicidad obtiene también y presenta a la salida un código C_S que representa el indicador S , según sea necesario. Obsérvese que el indicador S y el intervalo T son en sí mismos iguales que el indicador S y el intervalo T , respectivamente, generados por la parte 131 de análisis de periodicidad de la primera modificación de la primera realización.

<Parte 250 de generación de envolvente combinada periódica>

La parte 250 de generación de envolvente combinada periódica toma señales de entrada de al menos una secuencia $P[1], \dots, P[N]$ envolvente periódica y de una secuencia $W[1], \dots, W[N]$ envolvente espectral de amplitud, obtiene una secuencia $W_M[1], \dots, W_M[N]$ envolvente combinada periódica y presenta a la salida una envolvente $W_M[n]$ combinada periódica. Si la parte 250 de generación de envolvente combinada periódica selecciona uno cualquiera de un número predeterminado de valores candidato como un valor δ en vez de un valor predeterminado, la parte 250 de generación de envolvente combinada periódica toma también una señal de entrada de la cadena $X[1], \dots, X[N]$ de coeficientes, elige como valor δ un valor candidato que hace que la forma de una envolvente $W_M[n]$ combinada periódica y la forma de una secuencia de los valores absolutos de coeficientes $X[n]$ sean similares entre sí, entre el número predeterminado de valores candidato, y presenta también a la salida un código C_δ que representa el valor δ (S250).

La envolvente $W_M[n]$ combinada periódica y el valor δ son iguales que la envolvente $W_M[n]$ combinada periódica y el valor δ , respectivamente, de la primera realización. La envolvente $W_M[n]$ combinada periódica puede ser obtenida conforme a las Fórmulas (6), ..., (9). Si la parte 250 de generación de envolvente combinada periódica determina el número de candidatos para δ en conformidad con el grado de periodicidad, la parte 250 de generación de envolvente combinada periódica puede tomar también una señal de entrada de un indicador S del grado de periodicidad. Cuando el indicador S de una trama se corresponde con una alta periodicidad, la parte 250 de generación de envolvente combinada periódica puede elegir un δ que minimice E definida por la Fórmula (7) a partir de entre el gran número de candidatos para δ ; cuando el indicador S de una trama se corresponde con baja periodicidad, la parte 250 de generación de envolvente combinada periódica puede elegir un valor predeterminado como δ . Obsérvese que si δ es un valor predeterminado, no se necesita presentar a la salida un código C_δ que represente el valor δ .

<Parte 260 de cálculo de parámetro de codificación de longitud variable>

La parte 260 de cálculo de parámetro de codificación de longitud variable toma entradas de una secuencia $W_M[1], \dots, W_M[N]$ envolvente combinada periódica, una secuencia $\sim W[1], \dots, \sim W[N]$ envolvente espectral de amplitud alisada y una cadena $X_N[1], \dots, X_N[N]$ de coeficientes normalizados, y obtiene un parámetro r_n de codificación de longitud variable (S260). La parte 260 de cálculo de parámetro de codificación de longitud variable se caracteriza por calcular el parámetro r_n de codificación de longitud variable apoyándose en un valor de amplitud obtenido a partir de la secuencia $W_M[1], \dots, W_M[N]$ envolvente combinada periódica.

El parámetro de codificación de longitud variable identifica una gama de valores que pueden tomar las amplitudes de una señal a ser codificada, es decir, las amplitudes de coeficientes de la cadena $X_N[1], \dots, X_N[N]$ de coeficientes normalizados. Por ejemplo, un parámetro de Rice en codificación de Rice es equivalente al parámetro de codificación de longitud variable; en codificación aritmética, el rango de valores que la amplitud de la señal a ser codificada puede tomar, es equivalente al parámetro de codificación de longitud variable.

Si se realiza codificación de longitud variable para cada muestra, se calcula un parámetro de codificación de longitud variable para cada coeficiente $X_N[n]$ en la cadena de coeficientes normalizados. Si se realiza codificación de longitud variable para cada conjunto de muestras (por ejemplo, cada conjunto de dos muestras), se calcula un parámetro de codificación de longitud variable para cada conjunto de muestras. En otras palabras, la parte 260 de cálculo de parámetro de codificación de longitud variable calcula el parámetro r_n de codificación de longitud variable para cada cadena de coeficientes parciales normalizados que forme parte de la cadena de coeficientes normalizados. Aquí se supone que existe una pluralidad de cadenas de coeficientes parciales normalizados y que ninguno de los coeficientes de la cadena de coeficientes normalizados se solapa entre la pluralidad de cadenas de coeficientes parciales normalizados. Un método para calcular el parámetro de codificación de longitud variable va a ser descrito a continuación tomando un ejemplo en el que se realiza codificación de Rice para cada muestra.

(Etapa 1) Se calcula el logaritmo de la media de las amplitudes de los coeficientes de la cadena $X_N[1], \dots, X_N[N]$ de coeficientes normalizados como un parámetro sb de Rice de referencia (un parámetro de codificación de longitud variable de referencia), como sigue:

$$sb = \log_2 \left\{ (\ln 2) \cdot \frac{2 \sum_{n=1}^N |X_N[n]|}{N} \right\} \quad (13)$$

sb se codifica solamente una vez por trama y se transmite a un descodificador 400 como código C_{sb} correspondiente al parámetro de Rice de referencia (el parámetro de codificación de longitud variable de referencia). Alternativamente, si se puede estimar el valor medio de las amplitudes de la cadena $X_N[1], \dots, X_N[N]$ de coeficientes normalizados a partir de la información adicional transmitida al descodificador 400, se puede determinar por anticipado un método para aproximar sb desde el valor medio estimado de las amplitudes que sea

común para el codificador 200 y el descodificador 400. Por ejemplo, en el caso de que se use adicionalmente codificación en la que un parámetro que representa la pendiente de una envolvente y un parámetro que representa la magnitud de la envolvente media para cada sub-banda, el promedio de las amplitudes puede ser estimado a partir de información adicional transmitida al descodificador 400. En ese caso, sb no necesita ser codificado y un código C_{sb} correspondiente al parámetro de Rice de referencia no necesita ser presentado en la salida para el descodificador 400.

(Etapa 2) Se calcula un umbral θ según la siguiente fórmula

$$\theta = \log_2 \left\{ (\ln 2) \cdot \frac{2 \sum_{n=1}^N |W_M[n] / \tilde{W}[n]|}{N} \right\} \quad (14)$$

θ es el logaritmo del valor medio de las amplitudes de valores obtenidos al dividir cada valor $W_M[n]$ de la secuencia envolvente combinada periódica por cada valor $\tilde{W}[n]$ de la secuencia envolvente espectral de amplitud alisada.

(Etapa 3) Cuanto mayor sea $|W_M[n] / \tilde{W}[n]|$ que θ , mayor será el valor del parámetro r_n de Rice que se elija para codificación de Rice de los coeficientes $X_N[n]$ normalizados que el valor de sb. Cuando más pequeño sea $|W_M[n] / \tilde{W}[n]|$ que θ , más pequeño será el valor del parámetro r_n de Rice que se elija para codificación de Rice de los coeficientes $X_N[n]$ normalizados que el de sb.

(Etapa 4) Se repite la Etapa 3 para todos los $n = 1, 2, \dots, N$, para obtener el valor del parámetro r_n de Rice para cada $X_N[n]$.

<Parte 270 de codificación de longitud variable>

La parte 270 de codificación de longitud variable codifica la cadena $X_N[1], \dots, X_N[N]$ de coeficientes normalizados mediante codificación de longitud variable usando los valores del parámetro r_n de codificación de longitud variable calculado por la parte 260 de cálculo de parámetro de codificación de longitud variable, y presenta a la salida un código C_x de longitud variable (S270). Por ejemplo, la parte 270 de codificación de longitud variable codifica la cadena $X_N[1], \dots, X_N[N]$ de coeficientes normalizados mediante codificación de Rice usando el parámetro r_n de Rice obtenido por la parte 260 de cálculo de parámetro de codificación de longitud variable, y presenta a la salida el código obtenido como código C_x de longitud variable. Los valores del parámetro r_n de Rice calculados por la parte 260 de cálculo de parámetro de codificación de longitud variable son los valores del parámetro de codificación de longitud variable que son dependientes de los valores de amplitud de la secuencia envolvente combinada periódica y los mayores valores del parámetro r_n de Rice se obtienen para frecuencias con valores mayores de la secuencia envolvente combinada periódica. La codificación de Rice es una de las técnicas de codificación de longitud variable bien conocidas que son dependientes de valores de amplitud, y hace uso del parámetro r_n de Rice para realizar codificación de longitud variable que es dependiente de valores de amplitud. La secuencia envolvente combinada periódica generada por la parte 250 de generación de envolvente combinada periódica representa una envolvente espectral de la señal de audio de entrada con un alto grado de precisión. Es decir, la parte 270 de codificación de longitud variable codifica la cadena $X_N[1], \dots, X_N[N]$ de coeficientes normalizados mediante codificación de longitud variable sobre la suposición de que la amplitud de la cadena $X_N[1], \dots, X_N[N]$ de coeficientes en el dominio de la frecuencia de la señal de audio de entrada es mayor para una frecuencia con un valor mayor de la secuencia envolvente combinada periódica, en otras palabras, la parte 270 de codificación de longitud variable codifica la cadena $X_N[1], \dots, X_N[N]$ de coeficientes normalizados mediante codificación de longitud variable que depende del valor de amplitud que usa el parámetro de codificación de longitud variable. El valor de amplitud en la presente descripción es un valor tal como el valor medio de amplitud de la cadena de coeficientes a ser codificada, un valor de amplitud estimado de cada uno de los coeficientes incluidos en la cadena de coeficientes, o un valor estimado de una envolvente de la amplitud de la cadena de coeficientes.

El codificador 200 presenta a la salida el código C_L representativo de los coeficientes $\hat{\alpha}_1, \dots, \hat{\alpha}_P$ de predicción lineal cuantificados, el código C_T representativo del intervalo T, y el código C_x de longitud variable generado mediante codificación de longitud variable de la cadena $X_N[1], \dots, X_N[N]$ de coeficientes normalizados que ha sido obtenida como resultado del proceso descrito con anterioridad. El codificador 200 también presenta a la salida el código C_δ que representa el valor δ , y el código C_{sb} que representa el parámetro sb de codificación de longitud variable de referencia, si se necesita. Los códigos presentes a la salida del codificador 200 se introducen en el descodificador 400.

[Primera modificación del codificador] (un ejemplo en el que la información se introduce desde una fuente externa)

Obsérvese que el codificador puede comprender solamente la parte 140 de generación de secuencia envolvente periódica, la parte 250 de generación de envolvente combinada periódica, la parte 260 de cálculo de parámetro de codificación de longitud variable y la parte 270 de codificación de longitud variable, y puede tomar señales de entrada de una secuencia $\tilde{W}[1], \dots, \tilde{W}[N]$ de envolvente espectral de amplitud alisada, una cadena $X_N[1], \dots, X_N[N]$

de coeficientes normalizados, un intervalo T y, si se necesita, una secuencia $W[1], \dots, W[N]$ envolvente espectral de amplitud y, si se necesita, el indicador S, que son generados externamente al codificador, y puede presentar a la salida un código C_x de longitud variable.

5 [Segunda codificación del codificador] (un ejemplo en el que se obtiene un intervalo T a partir de una cadena $X[n]$ de coeficientes)

Mientras que la parte 230 de análisis de periodicidad descrita con anterioridad toma una señal de entrada de la cadena $X_N[1], \dots, X_N[N]$ de coeficientes normalizados para obtener el intervalo T, la parte 230 de análisis de periodicidad puede tomar una señal de entrada de una cadena $X[1], \dots, X[N]$ presentada a la salida de la parte 110 de transformación en el dominio de la frecuencia, para obtener el intervalo T. En este caso, el intervalo T se obtiene de la misma manera que en la parte 130 de análisis de periodicidad de la primera realización.

<<Descodificador>>

La Figura 7 ilustra un ejemplo de configuración funcional de un descodificador conforme a la segunda realización, y la Figura 8 ilustra un flujo de proceso en el descodificador conforme a la segunda realización. El descodificador 400 comprende una parte 421 de cálculo de secuencia envolvente espectral, una parte 440 de generación de secuencia envolvente periódica, una parte 450 de generación de envolvente combinada periódica, una parte 460 de cálculo de parámetro de codificación de longitud variable, una parte 470 de descodificación de longitud variable, una parte 411 de desnormalización de secuencia en el dominio de la frecuencia, y una parte 410 de transformación inversa en el dominio de la frecuencia. El descodificador 400 recibe un código C_L que representa coeficientes $\hat{\alpha}_1, \dots, \hat{\alpha}_1, \dots, \hat{\alpha}_P$ predictivos lineales cuantificados, un código C_T que representa un intervalo T, y un código C_x de longitud variable generado codificación de longitud variable de una cadena $X_N[1], \dots, X_N[N]$ de coeficientes normalizados, y presenta a la salida una señal de audio. Obsérvese que el descodificador 400 también recibe un código C_δ que representa un valor δ , un código C_{sb} que representa un parámetro sb de codificación de longitud variable de referencia, y un código C_s que representa un indicador S, si es necesario. Los componentes van a ser detallados a continuación.

<Parte 421 de cálculo de secuencia envolvente espectral>

25 La parte 421 de cálculo de secuencia envolvente espectral toma una señal de entrada de un código C_L y calcula una secuencia $W[1], \dots, W[N]$ envolvente espectral de amplitud y una secuencia $\sim W[1], \dots, \sim W[N]$ envolvente espectral de amplitud alisada (S421). Más específicamente, se puede realizar el siguiente proceso:

(Etapa 1) El código C_L se descodifica para obtener coeficientes $\hat{\alpha}_1, \dots, \hat{\alpha}_P$ predictivos lineales descodificados.

30 (Etapa 2) Los coeficientes $\hat{\alpha}_1, \dots, \hat{\alpha}_P$ predictivos lineales descodificados se usan para obtener una secuencia $W[1], \dots, W[N]$ envolvente espectral de amplitud en N puntos. Por ejemplo, cada valor $W[n]$ en la secuencia envolvente espectral de amplitud puede ser obtenido conforme a la Fórmula (2).

(Etapa 3) Cada uno de los coeficientes $\hat{\alpha}_P$ predictivos lineales descodificados se multiplica por γ^P para obtener coeficientes $\hat{\alpha}_1\gamma, \hat{\alpha}_2\gamma^2, \dots, \hat{\alpha}_P\gamma^P$ predictivos lineales alisados descodificados. En la presente, γ es una constante positiva predeterminada menor que, o igual a 1 para alisamiento. A continuación, se obtiene una secuencia $\sim W[1], \dots, \sim W[N]$ envolvente espectral de amplitud alisada conforme a la Fórmula (10).

<Parte 440 de generación de secuencia envolvente periódica>

40 La parte 440 de generación de secuencia envolvente periódica toma una entrada de un código C_T indicativo de un intervalo T y descodifica el código C_T para obtener el intervalo T. La parte 440 de generación de secuencia envolvente periódica obtiene a continuación, y presenta a la salida, una secuencia $P[1], \dots, P[N]$ envolvente periódica de la misma manera que lo hace la parte 140 de generación de secuencia envolvente periódica del codificador 200 (S440).

<Parte 450 de generación de envolvente combinada periódica>

45 La parte 450 de generación de envolvente combinada periódica toma señales de entrada de una secuencia $P[1], \dots, P[N]$ envolvente periódica, de una secuencia $W[1], \dots, W[N]$ envolvente espectral de amplitud, y de códigos C_δ y C_s . Sin embargo, los códigos C_δ y C_s son introducidos opcionalmente. La parte 450 de generación de envolvente combinada periódica descodifica el código C_δ para obtener un valor δ . Sin embargo, si no se introduce el código C_δ , no se realiza la descodificación del código C_δ sino que, en cambio, se adquiere un valor δ almacenado en la parte 450 de generación de envolvente combinada periódica por anticipado. Obsérvese que si se introduce el código C_δ , la parte 450 de generación de envolvente combinada periódica descodifica el código C_s para obtener el indicador S. Si el indicador S obtenido de una trama es correspondiente a un alto grado de periodicidad, la parte 450 de generación de envolvente combinada periódica descodifica el código C_δ para obtener un valor δ ; si el indicador S obtenido de una trama es correspondiente a baja periodicidad, la parte 450 de generación de envolvente combinada periódica no descodifica el código C_δ sino que en cambio adquiere un valor δ almacenado por anticipado en la parte 450 de generación de envolvente combinada periódica. La parte 450 de generación de envolvente combinada periódica

obtiene a continuación una secuencia $W_M[1], \dots, W_M[N]$ envolvente combinada periódica conforme a la Fórmula (6) (S450).

<Parte 460 de cálculo de parámetro de codificación de longitud variable>

5 La parte 460 de cálculo de parámetro de codificación de longitud variable toma entradas de una secuencia $W_M[1], \dots, W_M[N]$ envolvente combinada periódica, una secuencia $\sim W[1], \dots, \sim W[N]$ envolvente espectral de amplitud alisada y un código C_{sb} para obtener un parámetro r_n de codificación de longitud variable (S460). Sin embargo, si la media de amplitudes puede ser estimada a partir de información adicional transmitida al descodificador 400, se puede determinar por anticipado un método para aproximar sb a partir del valor de amplitud media estimado a partir de la información adicional. En ese caso, el código C_{sb} no se introduce. Se va a describir a continuación un método para calcular el parámetro de codificación de longitud variable tomando un ejemplo donde se realiza descodificación de Rice para cada muestra.

15 (Etapa 1) El código C_{sb} se descodifica para obtener un parámetro sb de Rice de referencia (un parámetro de codificación de longitud variable de referencia). Si se ha determinado un método para aproximar sb desde un valor estimado de la media de amplitudes que es común al codificador 200 y al descodificador 400, el parámetro sb de Rice se calcula usando el método.

(Etapa 2) Se calcula un umbral θ conforme a la Fórmula (14).

20 (Etapa 3) Cuanto mayor sea $|W_M[n] / \sim W[n]|$ que θ , mayor será el valor del parámetro r_n de Rice que sb que se elige de la misma manera que lo hace la parte 260 de cálculo de parámetro de codificación de longitud variable del codificador 200. Cuanto más pequeño sea $|W_M[n] / \sim W[n]|$ que θ , más pequeño será el valor del parámetro r_n de Rice que sb que se elige de la misma manera que lo hace la parte 260 de cálculo de parámetro de codificación de longitud variable del codificador 200.

(Etapa 4) Se repite la Etapa 3 para todos los $n = 1, 2, \dots, N$, para obtener el valor del parámetro r_n de Rice para cada $X_N[n]$.

<Parte 470 de descodificación de longitud variable>

25 La parte 470 de descodificación de longitud variable descodifica un código C_x de longitud variable usando un parámetro r_n de codificación de longitud variable calculado por la parte 460 de cálculo de parámetro de codificación de longitud variable, obteniendo con ello una cadena $\hat{X}_N[1], \dots, \hat{X}_N[N]$ de coeficientes normalizados descodificados (S470). Por ejemplo, la parte 470 de descodificación de longitud variable descodifica el código C_x de longitud variable usando el parámetro r_n de Rice calculado por la parte 460 de cálculo de parámetro de codificación de longitud variable, obteniendo con ello la cadena $\hat{X}_N[1], \dots, \hat{X}_N[N]$ de coeficientes normalizados descodificados. El método de descodificación usado por la parte 470 de descodificación de longitud variable corresponde con el método de codificación usado por la parte 270 de codificación de longitud variable.

<Parte 411 de desnormalización de secuencia en el dominio de la frecuencia>

35 La parte 411 de desnormalización de secuencia en el dominio de la frecuencia toma señales de entrada de una cadena $\hat{X}_N[1], \dots, \hat{X}_N[N]$ de coeficientes normalizados descodificados y de una secuencia $\sim W[1], \dots, \sim W[N]$ envolvente espectral de amplitud alisada para obtener y presentar a la salida una cadena $\hat{X}[1], \dots, \hat{X}[N]$ de coeficientes descodificados, como:

$$\hat{X}[n] = \hat{X}_N[n] \cdot \sim W[n] \quad (15)$$

(S411).

40 <Parte 410 de transformación inversa en el dominio de la frecuencia>

La parte 410 de transformación inversa en el dominio de la frecuencia toma una entrada de una cadena $\hat{X}[1], \dots, \hat{X}[N]$ de coeficientes descodificados y transforma la cadena $\hat{X}[1], \dots, \hat{X}[N]$ de coeficientes descodificados en una señal de audio (en el dominio del tiempo) en cada trama, la cual es un segmento de tiempo predeterminado (S410).

[Primera modificación] del descodificador (un ejemplo en el que se introduce información desde una fuente externa)

45 Un descodificador puede comprender la parte 440 de generación de secuencia envolvente periódica, la parte 450 de generación de envolvente combinada periódica, la parte 460 de cálculo de parámetro de codificación de longitud variable y la parte 470 de descodificación de longitud variable sólo, puede tomar señales de entrada de una secuencia $\sim W[1], \dots, \sim W[N]$ envolvente espectral de amplitud alisada, de una secuencia $W[1], \dots, W[N]$ envolvente espectral de amplitud y de un intervalo T y, en caso necesario, de un indicador S , que se obtienen externamente al descodificador, adicionalmente a los códigos C_δ y C_{sb} que son introducidos en el descodificador en caso necesario, y puede presentar a la salida una cadena $X_N[1], \dots, X_N[N]$ de coeficientes normalizados, que puede ser multiplicada por la secuencia envolvente espectral de amplitud alisada externamente al descodificador para su transformación en una

señal de audio en el dominio del tiempo.

<Efectos de la segunda realización de la invención>

5 Codificación de longitud variable es un método de codificación que determina adaptativamente un código en conformidad con la gama de valores de la amplitud que pueden tomar los valores de entrada a ser codificados, mejorando con ello la eficiencia de la codificación. Mientras que una cadena $X_N[1], \dots, X_N[N]$ de coeficientes normalizados, que es una cadena de coeficientes en el dominio de la frecuencia, se codifica en la segunda realización, la eficiencia de la propia codificación de longitud variable realizada por el codificador puede ser incrementada con el uso de un parámetro de codificación de longitud variable obtenido de manera más precisa usando información concerniente a la amplitud de cada uno de los coeficientes incluidos en una cadena de coeficientes a ser codificada. Sin embargo, con el fin de que el descodificador obtenga el parámetro de codificación de longitud variable, la información concerniente a la amplitud de cada coeficiente incluido en la cadena de coeficientes a ser codificada necesita ser transmitida de manera más precisa desde el codificador hasta el descodificador, dando como resultado un incremento de la cantidad de código transmitido consiguientemente desde el codificador hasta el descodificador.

15 Con el fin de reducir el incremento de la cantidad de código, se hace necesario un método para obtener un valor estimado de la amplitud de cada coeficiente incluido en la cadena de coeficientes a ser codificada a partir de un código con una pequeña cantidad de código. Puesto que una secuencia $W_M[1], \dots, W_M[N]$ envolvente combinada periódica en la segunda realización aproxima una cadena $X[1], \dots, X[N]$ de coeficientes con un alto grado de precisión, $|W_M[1] / \sim W[1]|, \dots, |W_M[N] / \sim W[N]|$ puede aproximar la envolvente de amplitud de $X_N[1], X_N[2], \dots, X_N[N]$, los cuales son coeficientes a ser codificados mediante codificación de longitud variable, con un alto grado de precisión. En otras palabras, $|W_M[1] / \sim W[1]|, \dots, |W_M[N] / \sim W[N]|$ es una secuencia en correlación positiva con la amplitud de los coeficientes a ser codificados.

La información requerida para recuperar $|W_M[1] / \sim W[1]|, |W_M[2] / \sim W[2]|, \dots, |W_M[N] / \sim W[N]|$ en el lado del descodificador, es:

- 25 - Información que representa coeficientes $\hat{\alpha}_1, \dots, \hat{\alpha}_P$ (código C_L) de predicción lineal cuantificados
- Información indicativa del intervalo T (código C_T)
- Información indicativa del valor δ (código C_δ)

30 Es decir, con el codificador y el descodificador según la segunda realización, el descodificador puede reproducir envolventes que incluyen picos de amplitud causados por el período de pitch de una señal de audio de entrada en el codificador con una pequeña cantidad de información, en particular solamente con los códigos C_L, C_T y C_δ .

35 Obsérvese que el codificador y el descodificador según la segunda realización pueden ser usados en combinación con un codificador y un descodificador que realicen codificación/descodificación que incluya predicción lineal o predicción de pitch en muchas situaciones. En esas situaciones, los códigos C_L y C_T son transmitidos desde el codificador que está ubicado en posición externa al codificador 200 y realiza codificación que incluye predicción lineal o predicción de pitch, hasta el descodificador que está situado en posición externa al descodificador 400 y realiza descodificación que incluye predicción lineal o predicción de pitch. En consecuencia, la información que necesita ser transmitida desde el codificador 200 hasta el descodificador 400 a efectos de permitir que el lado del descodificador recupere envolventes que comprenden picos de amplitud causados por el período de pitch de una señal de audio de entrada introducida en el lado de codificador, es el código C_δ . La cantidad de código de cada código C_δ es pequeña (cada uno requiere alrededor de 3 bits a lo sumo e incluso 1 bit de C_δ puede ser efectivo) y es más pequeña que la cantidad total de código correspondiente a un parámetro de codificación de longitud variable para cada secuencia parcial incluida en una cadena de coeficientes normalizados a ser codificada.

El codificador y el descodificador conforme a la segunda realización están así capacitados para mejorar la eficacia de codificación con un pequeño incremento de la cantidad de código.

45 <Puntos clave de la segunda realización de la invención>

Viendo el codificador y el descodificador conforme a la segunda realización desde el punto de vista de conseguir el efecto descrito con anterioridad, el codificador 200 puede estar caracterizado por comprender:

- 50 - una parte 250 de generación de envolvente combinada periódica que genera una secuencia envolvente combinada periódica que es una secuencia en el dominio de la frecuencia, en base a una secuencia envolvente espectral que es una secuencia en el dominio de la frecuencia correspondiente a un código de coeficiente predictivo lineal obtenido a partir de una señal de audio de entrada en un segmento de tiempo predeterminado y un período en el dominio de la frecuencia correspondiente a un código de período obtenido a partir de la señal de audio de entrada, y
- una parte 270 de codificación de longitud variable que codifica una secuencia en el dominio de la frecuencia

deducida a partir de la señal de audio de entrada con la suposición de que la amplitud de la señal de audio de entrada es mayor para una frecuencia con el valor más alto de la secuencia envolvente combinada periódica, y

el descodificador 400 puede estar caracterizado por comprender:

- 5 - una parte 450 de generación de envolvente combinada periódica que genera una secuencia envolvente combinada periódica que es una secuencia en el dominio de la frecuencia basada en una secuencia envolvente espectral que es una secuencia en el dominio de la frecuencia correspondiente a un código de coeficiente predictivo lineal y a un período en el dominio de la frecuencia que corresponde a un código de período, y
- 10 - una parte 470 de descodificación de longitud variable que descodifica un código de longitud variable para obtener una secuencia en el dominio de la frecuencia con la suposición de que la amplitud de la señal de audio es mayor para una frecuencia con un valor más alto de la secuencia envolvente combinada periódica. Obsérvese que “con la suposición de que la amplitud de la señal de audio de entrada es mayor para una frecuencia con un valor más alto de la secuencia envolvente combinada periódica” y “con la suposición de que la amplitud de la señal de audio es mayor para una frecuencia con un valor más alto de la secuencia envolvente combinada periódica” representan que la secuencia envolvente combinada periódica se caracteriza por tomar un valor grande a una frecuencia con una amplitud grande de la señal de audio de entrada o la señal de audio. Además, “deducida a partir de la señal de audio de entrada” significa que la secuencia en el dominio de la frecuencia puede ser obtenida a partir de la señal de audio de entrada o corresponde a la señal de audio de entrada. Por ejemplo, una cadena $X[1], \dots, X[N]$ de coeficientes y una cadena $X_N[1], \dots, X_N[N]$ de coeficientes normalizados son secuencias en el dominio de la frecuencia deducidas a partir de la señal de audio de entrada.

20 [Tercera realización]

<<Codificador>>

La Figura 9 ilustra un ejemplo de configuración funcional de un codificador según una tercera realización, y la Figura 10 ilustra un flujo de proceso en el codificador según la tercera realización. El codificador 300 comprende una parte 221 de cálculo de secuencia envolvente espectral, una parte 110 de transformación en el dominio de la frecuencia, una parte 111 de normalización de secuencia en el dominio de la frecuencia, una parte 330 de análisis de periodicidad, una parte 140 de generación de secuencia envolvente periódica, una parte 250 de generación de envolvente combinada periódica, una parte 260 de cálculo de parámetro de codificación de longitud variable, una segunda parte 380 de cálculo de parámetro de codificación de longitud variable, y una parte 370 de codificación de longitud variable. El codificador 300 toma una señal digital de audio en el dominio del tiempo de entrada, como señal $x(t)$ de audio de entrada, y presenta a la salida al menos un código C_L que representa coeficientes $\alpha_1, \dots, \alpha_P$ predictivos lineales cuantificados, un código C_T de un intervalo T que representa el período de una cadena $X_N[1], \dots, X_N[N]$ de coeficientes normalizados, un indicador S predeterminado indicativo del grado de periodicidad de una cadena $X[1], \dots, X[N]$ de coeficientes o de una cadena $X_N[1], \dots, X_N[N]$ de coeficientes normalizados, un código C_S que representa el indicador S , y un código C_x de longitud variable generado por codificación de longitud variable de la cadena $X_N[1], \dots, X_N[N]$ de coeficientes normalizados. La parte 111 de normalización de secuencia en el dominio de la frecuencia es igual que la parte 111 de normalización de secuencia en el dominio de la frecuencia de la primera modificación de la primera realización. La parte 110 de transformación en el dominio de la frecuencia y la parte 140 de generación de secuencia envolvente periódica son iguales, respectivamente, que la parte 110 de transformación en el dominio de la frecuencia y la parte 140 de generación de secuencia envolvente periódica de la primera realización. La parte 221 de cálculo de secuencia envolvente espectral de amplitud, la parte 250 de generación de envolvente combinada periódica y la parte 260 de cálculo de parámetro de codificación de longitud variable son iguales que la parte 221 de cálculo de secuencia envolvente espectral de amplitud, la parte 250 de generación de envolvente combinada periódica y la parte 260 de cálculo de parámetro de codificación de longitud variable, respectivamente, de la segunda realización. Los componentes que difieren de las realizaciones y modificaciones que se han descrito con anterioridad, van a ser descritos en lo que sigue.

<Parte 330 de análisis de periodicidad>

La parte 330 de análisis de periodicidad toma una señal de entrada de una cadena $X_N[1], \dots, X_N[N]$ de coeficientes normalizados, obtiene un indicador S del grado de periodicidad de la cadena $X_N[1], \dots, X_N[N]$ de coeficientes normalizados y un intervalo T (intervalos en los que aparece periódicamente un valor grande), y presenta a la salida el indicador S , un código C_S que representa el indicador S , el intervalo T y un código C_T que representa el intervalo T (S330). Obsérvese que el indicador S y el intervalo T son iguales que los de salida desde la parte 131 de análisis de periodicidad de la primera modificación de la primera realización.

En el codificador 300, si el indicador S está dentro de un rango predeterminado que indique alta periodicidad, la parte 260 de cálculo de parámetro de codificación de longitud variable calcula un parámetro r_n de codificación de longitud variable; si el indicador S no está dentro del rango predeterminado indicativo de alta periodicidad, la segunda parte 380 de cálculo de parámetro de codificación de longitud variable calcula un parámetro r_n de codificación de longitud variable (S390). El “rango predeterminado indicativo de alta periodicidad” puede ser una gama de valores del indicador S que sean mayores que, o iguales a, un umbral predeterminado.

<Segunda parte 380 de cálculo de parámetro de codificación de longitud variable>

La segunda parte 380 de cálculo de parámetro de codificación de longitud variable toma señales de entrada de una secuencia $W[1], \dots, W[N]$ envolvente espectral de amplitud, una secuencia $\sim W[1], \dots, \sim W[N]$ envolvente espectral de amplitud alisada, y una cadena $X_N[1], \dots, X_N[N]$ de coeficientes normalizados, y obtiene un parámetro r_n de codificación de longitud variable (S380). Mientras que la parte 260 de cálculo de parámetro de codificación de longitud variable se caracteriza por calcular un parámetro r_n de codificación de longitud variable apoyándose en un valor de amplitud obtenido a partir de una secuencia $W_M[1], \dots, W_M[N]$ envolvente combinada periódica, la segunda parte 380 de cálculo de parámetro de codificación de longitud variable se caracteriza por calcular un parámetro de codificación de longitud variable apoyándose en un valor de amplitud obtenido a partir de una secuencia envolvente espectral de amplitud. Un método para calcular el parámetro de codificación de longitud variable va a ser descrito a continuación considerando un ejemplo en el que se realiza codificación de Rice para cada muestra.

(Etapa 1) Se calcula el logaritmo de la media de las amplitudes de los coeficientes de la cadena $X_N[1], \dots, X_N[N]$ de coeficientes normalizados como parámetro s_b de Rice de referencia (un parámetro de codificación de longitud variable de referencia) según la Fórmula (13). La etapa es igual que la etapa realizada por la parte 260 de cálculo de parámetro de codificación de longitud variable.

(Etapa 2) Se calcula un umbral θ conforme a la siguiente Fórmula:

$$\theta = \log_2 \left\{ (\ln 2) \cdot \frac{2 \sum_{n=1}^N |W[n] / \tilde{W}[n]|}{N} \right\} \quad (16)$$

θ es el logaritmo de la media de amplitudes de valores obtenidos al dividir cada valor $W_M[n]$ de la secuencia envolvente espectral de amplitud, por cada valor $\sim W[n]$ de la secuencia envolvente espectral de amplitud alisada.

(Etapa 3) Cuanto mayor sea $|W_M[n] / \sim W[n]|$ que θ , mayor será el valor del parámetro r_n de Rice respecto a s_b se elige para codificación de Rice de los coeficientes $X_N[n]$ normalizados. Cuanto más pequeña sea $|W_M[n] / \sim W[n]|$ que θ , se elige el valor más pequeño respecto a s_b del parámetro r_n de Rice para codificación de Rice de los coeficientes $X_N[n]$ normalizados.

(Etapa 4) Se repite la Etapa 3 para todos los $n = 1, 2, \dots, N$ para obtener el valor del parámetro r_n de Rice para cada $X_N[n]$

<Parte 370 de codificación de longitud variable>

La parte 370 de codificación de longitud variable codifica la cadena $X_N[1], \dots, X_N[N]$ de coeficientes normalizados mediante codificación de longitud variable usando un parámetro r_n de codificación de longitud variable, y presenta a la salida un código C_x de longitud variable (S370). Obsérvese que si el indicador S está dentro del rango predeterminado que indica alta periodicidad, el parámetro r_n de codificación de longitud variable es un parámetro r_n de codificación de longitud variable calculado por la parte 260 de cálculo de parámetro de codificación de longitud variable; si el indicador S no está dentro del rango predeterminado indicativo de alta periodicidad, el parámetro r_n de codificación de longitud variable es un parámetro r_n de codificación de longitud variable calculado por la segunda parte 380 de cálculo de parámetro de codificación de longitud variable.

El codificador 300 presenta a la salida el código C_L que representa los coeficientes $\hat{\alpha}_1, \dots, \hat{\alpha}_P$ de predicción lineal cuantificados, el código C_S que representa el indicador S de grado de periodicidad, el código C_T que representa el intervalo T , y el código C_x de longitud variable, generados por codificación de longitud variable de la cadena $X_N[1], \dots, X_N[N]$ de coeficientes normalizados que han sido obtenidos como resultado del proceso descrito con anterioridad, y los transmite hasta el lado de descodificación. El codificador 300 también presenta a la salida el código C_δ que representa el valor δ y el código C_{s_b} que representa el parámetro s_b de codificación de longitud variable de referencia, si se necesita, y los transmite hasta el lado de descodificación.

[Primera modificación del codificador] (un ejemplo en el que la información se introduce desde una fuente externa)

Obsérvese que el codificador puede comprender solamente la parte 140 de generación de secuencia envolvente periódica, la parte 250 de generación de envolvente combinada periódica, la parte 260 de cálculo de parámetro de codificación de longitud variable, la segunda parte 380 de cálculo de parámetro de codificación de longitud variable, y la parte 370 de codificación de longitud variable, y puede tomar señales de entrada de una secuencia $\sim W[1], \dots, \sim W[N]$ envolvente espectral de amplitud alisada, una cadena $X_N[1], \dots, X_N[N]$ de coeficientes normalizados, y un intervalo T y, en caso necesario, de una secuencia $W[1], \dots, W[N]$ envolvente espectral de amplitud, y si es necesario, del indicador S , que son generados externamente al codificador y que puede presentar a la salida un código C_x de longitud variable.

[Segunda modificación del codificador] (un ejemplo en el que se obtiene un intervalo T a partir de una cadena $X[n]$ de coeficientes)

5 Mientras que la parte 330 de análisis de periodicidad descrita con anterioridad toma una señal de entrada de la cadena $X_N[1], \dots, X_N[N]$ de coeficientes normalizados para obtener el intervalo T, la parte 330 de análisis de periodicidad puede tomar una señal de entrada de una cadena $X[1], \dots, X[N]$ de coeficientes presentada a la salida desde la parte 110 de transformación en el dominio de la frecuencia para obtener el intervalo T. En este caso, el intervalo T se obtiene de la misma manera que lo hace la parte 130 de análisis de periodicidad de la primera realización.

<<Descodificador>>

10 La Figura 11 ilustra un ejemplo de configuración funcional de un descodificador conforme a la tercera realización, y la Figura 12 ilustra un flujo de proceso en el descodificador conforme a la tercera realización. El descodificador 500 comprende una parte 421 de cálculo de secuencia envolvente espectral, una parte 530 de descodificación de indicador, una parte 440 de generación de secuencia envolvente periódica, una parte 450 de generación de envolvente combinada periódica, una parte 460 de cálculo de parámetro de codificación de longitud variable, una
 15 segunda parte 580 de cálculo de parámetro de codificación de longitud variable, una parte 570 de descodificación de longitud variable, una parte 411 de desnormalización de secuencia en el dominio de la frecuencia, y una parte 410 de transformación inversa en el dominio de la frecuencia. El descodificador 500 recibe un código C_L que representa coeficientes $\hat{\alpha}_1, \dots, \hat{\alpha}_P$ predictivos lineales cuantificados, un código C_S que representa un indicador S, un código C_T que representa un intervalo T, y un código C_x de longitud variable generado por codificación de longitud variable de una cadena $X_N[1], \dots, X_N[N]$ de coeficientes normalizados, y presenta a la salida una señal de audio. Obsérvese que
 20 el descodificador 500 también recibe un código C_δ que representa un valor δ , y un código C_{sb} que representa un parámetro s_b de codificación de longitud variable de referencia, según sea necesario. La parte 421 de cálculo de secuencia envolvente espectral, la parte 440 de generación de secuencia envolvente periódica, la parte 450 de generación de envolvente combinada periódica, la parte 460 de cálculo de parámetro de codificación de longitud variable, la parte 411 de normalización de secuencia en el dominio de la frecuencia, y una parte 410 de transformación inversa en el dominio de la frecuencia, son iguales que las de la segunda realización. Los componentes que difieren de los componentes de la segunda realización van a ser descritos a continuación.

<Parte 530 de descodificación de indicador>

30 La parte 530 de descodificación de indicador descodifica el código C_S para obtener el indicador S. En el descodificador 500, si el indicador S está dentro de un rango predeterminado que indica alta periodicidad, la parte 460 de cálculo de parámetro de codificación de longitud variable calcula un parámetro r_n de codificación de longitud variable; si el indicador S no está dentro del rango predeterminado que indica alta periodicidad, la segunda parte 580 de cálculo de parámetro de codificación de longitud variable calcula un parámetro r_n de codificación de longitud variable (S590). Obsérvese que el "rango predeterminado que indica alta periodicidad" es el mismo rango se ha
 35 establecido en el codificador 300.

<Segunda parte 580 de cálculo de parámetro de codificación de longitud variable>

40 La segunda parte 580 de cálculo de parámetro de codificación de longitud variable toma señales de entrada de una secuencia $W[1], \dots, W[N]$ envolvente espectral de amplitud, una secuencia $\sim W[1], \dots, \sim W[N]$ envolvente espectral de amplitud alisada, y un código C_{sb} , y obtiene un parámetro r_n de codificación de longitud variable (S580). Sin embargo, si la media de las amplitudes puede ser estimada a partir de información adicional transmitida hasta el descodificador 500, se puede determinar por anticipado un método para aproximar s_b desde la media de las amplitudes estimadas a partir de la información adicional. En ese caso, el código C_{sb} no se introduce. Un método para calcular el parámetro de codificación de longitud variable va a ser descrito a continuación tomando un ejemplo donde se realiza codificación de Rice para cada muestra.

45 (Etapa 1) El código C_{sb} se descodifica para obtener un parámetro s_b de Rice de referencia (un parámetro de codificación de longitud variable de referencia). Si se ha determinado un método para aproximar s_b respecto a un valor estimado de amplitudes que es común para el codificador 300 y el descodificador 500, el parámetro s_b de Rice se calcula usando el método.

(Etapa 2) Se calcula un valor θ de umbral conforme a la Fórmula (16).

50 (Etapa 3) Cuanto mayor sea $|W_M[n] / \sim W[n]|$ que θ , mayor será el valor del parámetro r_n de Rice que se elige de la misma manera que lo hace la segunda parte 380 de cálculo de parámetro de codificación de longitud variable del codificador 300. Cuanto más pequeño sea $|W_M[n] / \sim W[n]|$ que θ , más pequeño será el valor del parámetro r_n de Rice que se elige de la misma manera que lo hace la segunda parte 380 de cálculo de parámetro de codificación de longitud variable del codificador 300.

55 (Etapa 4) Se repite la Etapa 3 para todos los $n = 1, 2, \dots, N$ para obtener el parámetro r_n de Rice para cada $X_N[n]$.

<Parte 570 de descodificación de longitud variable>

5 La parte 570 de descodificación de longitud variable descodifica un código C_x de longitud variable usando el parámetro r_n de codificación de longitud variable, obteniendo con ello una cadena $^{\wedge}X_N[1], \dots, ^{\wedge}X_N[N]$ de coeficientes normalizados descodificados (S570). Obsérvese que si el indicador S está dentro el rango predeterminado que indica alta periodicidad, el parámetro r_n de codificación de longitud variable es un parámetro r_n de codificación de longitud variable calculado por la parte 460 de cálculo de parámetro de codificación de longitud variable; si el indicador S no está dentro del rango indicativo de alta periodicidad, el parámetro r_n de codificación de longitud variable es un parámetro r_n de codificación de longitud variable calculado por la segunda parte 580 de cálculo de parámetro de codificación de longitud variable.

10 [Primera modificación del descodificador] (un ejemplo en el que la información se introduce desde una fuente externa)

15 Un descodificador puede comprender la parte 440 de generación de secuencia envolvente periódica, la parte 450 de generación de envolvente combinada periódica, la parte 460 de cálculo de parámetro de codificación de longitud variable, una segunda parte 580 de cálculo de parámetro de codificación de longitud variable, y la parte 570 de descodificación de longitud variable sólo, puede tomar señales de entrada de una secuencia $\sim W[1], \dots, \sim W[N]$ envolvente espectral de amplitud alisada, una secuencia $W[1], \dots, W[N]$ envolvente espectral de amplitud, y un intervalo T, y un indicador S, que se obtienen externamente al descodificador, adicionalmente a los códigos C_δ y C_{sb} que se introducen en el descodificador en caso necesario, y puede presentar a la salida una cadena $X_N[1], \dots, X_N[N]$ de coeficientes normalizados que pueden ser multiplicados a continuación por una secuencia envolvente espectral de amplitud alisada externamente al descodificador para transformarla en una señal de audio en el dominio del tiempo.

20 <Efectos de la tercera realización de la invención>

25 Si el grado de periodicidad de una señal de audio de entrada es bajo, los picos de amplitud causados por el período de pitch de la señal de audio de entrada son pequeños. Por lo tanto, cuando el grado de periodicidad de una señal de audio a ser codificada es alto, el codificador y el descodificador según la tercera realización usan una secuencia envolvente combinada periódica para obtener un parámetro de codificación de longitud variable; cuando el grado de periodicidad de la señal de audio a ser codificada no es alto, el codificador y el descodificador usan una secuencia envolvente espectral de amplitud para obtener un parámetro de codificación de longitud variable. Por consiguiente, se puede usar un parámetro de codificación de longitud variable más apropiado para codificación de longitud variable, que tenga el efecto de mejorar la precisión de codificación.

30 Las realizaciones primera a tercera han sido descritas con ejemplos en los que se usan las secuencias de amplitud tales como una secuencia envolvente espectral de amplitud, una secuencia envolvente espectral de amplitud alisada y una secuencia envolvente combinada periódica. Sin embargo, en vez de secuencias de amplitud, se pueden usar secuencias de potencia, en particular una secuencia envolvente espectral de potencia, una secuencia envolvente espectral de potencia alisada, una secuencia envolvente combinada periódica que sea una secuencia de potencia, tal como $W[n], \sim W[n]$ y $W_M[n]$.

35 [Programa y soportes de registro]

Los procesos descritos con anterioridad pueden ser llevados a cabo no sólo en secuencia en el tiempo como se ha expuesto, sino también en paralelo o individualmente, dependiendo del rendimiento de los dispositivos que realicen los procesos o requerimientos. Se podrá entender que se pueden realizar modificaciones.

40 Si las configuraciones descritas con anterioridad se implementan mediante un ordenador, el procesamiento de la función que cada dispositivo necesita incluir se encuentra descrito en un programa. El programa se ejecuta en el ordenador para implementar las funciones de procesamiento descritas con anterioridad en el ordenador.

45 El programa que describe el procesamiento puede estar grabado en un soporte de registro legible con ordenador. El soporte de registro legible con ordenador puede ser cualquier medio tal como un dispositivo de registro magnético, un disco óptico, un soporte de registro magneto-óptico, y una memoria semiconductora, por ejemplo.

El programa puede ser distribuido, por ejemplo, mediante venta, transferencia o préstamo de soportes de registro portátiles en los que el programa esté grabado, tal como DVDs o CD-ROMs. El programa puede estar almacenado en un dispositivo de almacenamiento de un ordenador de un servidor y transferido desde el ordenador del servidor a otros ordenadores a través de una red, distribuyendo de ese modo el programa.

50 Un ordenador que ejecute el programa almacena en primer lugar el programa grabado en un soporte de registro portátil o el programa se transfiere desde un ordenador de un servidor hasta un dispositivo de almacenaje del ordenador, por ejemplo. Cuando el ordenador ejecuta los procesos, el ordenador lee el programa almacenado en el soporte de registro del ordenador y ejecuta los procesos conforme al programa leído. En otro modo de ejecución del programa, el ordenador puede leer el programa directamente desde un soporte de registro portátil y puede ejecutar los procesos conforme al programa o puede ejecutar además los procesos según el programa cada vez que el programa sea transferido desde el ordenador del servidor hasta el ordenador. Alternativamente, los procesos descritos con anterioridad pueden ser ejecutados usando lo que se conoce como servicio ASP (Proveedor de

Servicio de Aplicación), en el que el programa no se transfiere desde el ordenador de un servidor hasta el ordenador sino que se implementan funciones de procesamiento solamente mediante instrucciones para ejecutar el programa y para adquisición de los resultados de la ejecución. Se debe apreciar que el programa en este modo incluye información que se pone a disposición para su uso en procesamiento mediante un ordenador electrónico y es equivalente a un programa (tal como datos que no son comandos directos para el ordenador, sino que tienen la naturaleza de definir procesamiento llevado a cabo por el ordenador).

Mientras que este programa se ejecuta en un ordenador para configurar el presente dispositivo en este modo, al menos parte de los procesos pueden ser implementados mediante hardware.

[DESCRIPCIÓN DE NÚMEROS DE REFERENCIA]

- 10 100, 101 Dispositivo de generación de secuencia envolvente combinada periódica
- 110 Parte de transformación en el dominio de la frecuencia
- 111 Parte de normalización de secuencia en el dominio de la frecuencia
- 120, 121, 221, 421 Parte de cálculo de secuencia envolvente espectral
- 130, 131, 230, 330 Parte de análisis de periodicidad
- 15 140, 440 Parte de generación de secuencia envolvente periódica
- 150, 250, 450 Parte de generación de envolvente combinada periódica
- 200, 300 Codificador
- 260, 360, 460 Parte de cálculo de parámetro de codificación de longitud variable
- 270, 370 Parte de codificación de longitud variable
- 20 380, 580 Segunda parte de cálculo de parámetro de codificación de longitud variable
- 400, 500 Descodificador
- 410 Parte de transformación inversa en el dominio de la frecuencia
- 411 Parte de desnormalización de secuencia en el dominio de la frecuencia
- 470, 570 Parte de decodificación de longitud variable
- 25 530 Parte de decodificación de indicador

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo (100, 101) de generación de secuencia envolvente combinada periódica, que comprende:

5 una parte (120, 121) de cálculo de secuencia envolvente espectral adaptada para tomar que toma, como señal de audio de entrada, una señal digital de audio de dominio de tiempo en cada cuadro que es un segmento de tiempo predeterminado, y calcula una secuencia envolvente espectral de la entrada señal de audio sobre la base de la predicción lineal en el dominio del tiempo de la señal de audio de entrada; y

una parte (150) de generación de envolvente combinada periódica que transforma la secuencia de envolvente espectral en una secuencia envolvente combinada periódica sobre la base de un componente periódico de la señal de audio de entrada en el dominio de frecuencia,

10 en donde la parte de generación de envolvente combinada periódica obtiene, como una secuencia envolvente combinada periódica, una secuencia que se obtiene cambiando más grandemente los valores de al menos muestras en múltiplos enteros de un período en el dominio de frecuencia de la señal de audio de entrada en el espectro secuencia de envolvente y muestras en una vecindad de los múltiplos enteros del período como un grado de periodicidad de la señal de audio de entrada es mayor.

15 2. Un dispositivo (100, 101) de generación de secuencia envolvente combinada periódica que comprende:

una parte (120, 121) de cálculo de secuencia envolvente espectral que toma como señal de audio de entrada, una señal digital de audio en el dominio del tiempo en cada trama que es un segmento de tiempo predeterminado, y está adaptada para calcular una secuencia envolvente espectral de la señal de audio de entrada sobre la base de predicción lineal en el dominio del tiempo de la señal de audio de entrada, y

20 una parte (150) de generación de envolvente combinada periódica, que transforma la secuencia envolvente espectral en una secuencia envolvente combinada periódica sobre la base de una componente periódica de la señal de audio de entrada en el dominio de la frecuencia.

25 en donde envolvente cuando un grado de periodicidad de la señal de audio de entrada es alta, la parte de generación de envolvente combinada periódica se obtiene, como secuencia envolvente combinada periódica, una secuencia se obtiene cambiando valores de al menos muestras en múltiplos enteros de un período en el dominio de la frecuencia de la señal de audio de entrada en la secuencia envolvente espectral y muestras en una proximidad de los múltiplos enteros del período de modo que la forma de la secuencia envolvente combinada periódica y la forma de una secuencia de valores absolutos de coeficientes en el dominio de la frecuencia que corresponden a la señal de audio de entrada, son similares entre sí.

30 3. Un método de generación de secuencia envolvente combinada periódica, que ejecuta:

35 una etapa (S120, S121) de cálculo de secuencia envolvente espectral para tomar, como señal de audio de entrada, una señal digital de audio en el dominio del tiempo en cada trama que es un segmento de tiempo predeterminado, y calcular una secuencia envolvente espectral de la señal de audio de entrada en base a predicción lineal en el dominio del tiempo de la señal de entrada; y, una etapa (S150) de generación de envolvente combinada periódica de transformación de la secuencia envolvente espectral a una secuencia envolvente combinada periódica sobre la base de una componente periódica de la señal de audio de entrada en el dominio de la frecuencia.

40 en donde la etapa de generación de envolvente combinada periódica obtiene, como secuencia envolvente combinada periódica, una secuencia que puede ser obtenida cambiando más valores de al menos muestras en múltiplos enteros de un período en el dominio de frecuencia de la señal de audio de entrada en la secuencia de envolvente espectral y muestras en una vecindad de los múltiplos enteros del período como un grado de periodicidad de la señal de audio de entrada es mayor.

4. Un método de generación de secuencia envolvente combinada periódica, que ejecuta:

45 una etapa (S120, S121) de cálculo de secuencia envolvente espectral para tomar, como señal de audio de entrada, una señal digital de audio en el dominio del tiempo en cada cuadro que es un segmento de tiempo predeterminado, y calcular una secuencia envolvente espectral de la señal de audio de entrada sobre la base de la predicción lineal en el dominio del tiempo de la señal de audio de entrada; y

50 una etapa (S150) de generación envolvente combinada periódica para transformar la secuencia envolvente espectral en una secuencia envolvente combinada periódica sobre la base de un componente periódico de la señal de audio de entrada en el dominio de frecuencia,

en donde cuando un grado de periodicidad de la señal de audio de entrada es alto, la etapa de generación envolvente combinada periódica obtiene, como una secuencia envolvente combinada periódica, una secuencia que se obtiene mediante cambiando valores de al menos muestras en múltiplos enteros de un período en el dominio de la frecuencia de la señal de audio de entrada en la secuencia envolvente espectral y muestras en una

proximidad de los múltiplos enteros del período de modo que la forma de la secuencia envolvente combinada periódica y la forma de una secuencia los valores absolutos de coeficientes en el dominio de la frecuencia que corresponden a la señal de audio de entrada, son similares entre sí.

5. Un programa de generación de secuencia envolvente combinada periódica adaptado para hacer que un ordenador actúe como dispositivo de generación de secuencia envolvente combinada periódica según la reivindicación 1 o 2.

6. Un soporte de registro legible con ordenador, en el que está grabado un programa de generación de secuencia envolvente combinada periódica adaptado para hacer que un ordenador actúe como dispositivo de generación de secuencia envolvente combinada periódica según la reivindicación 1 o 2.

10

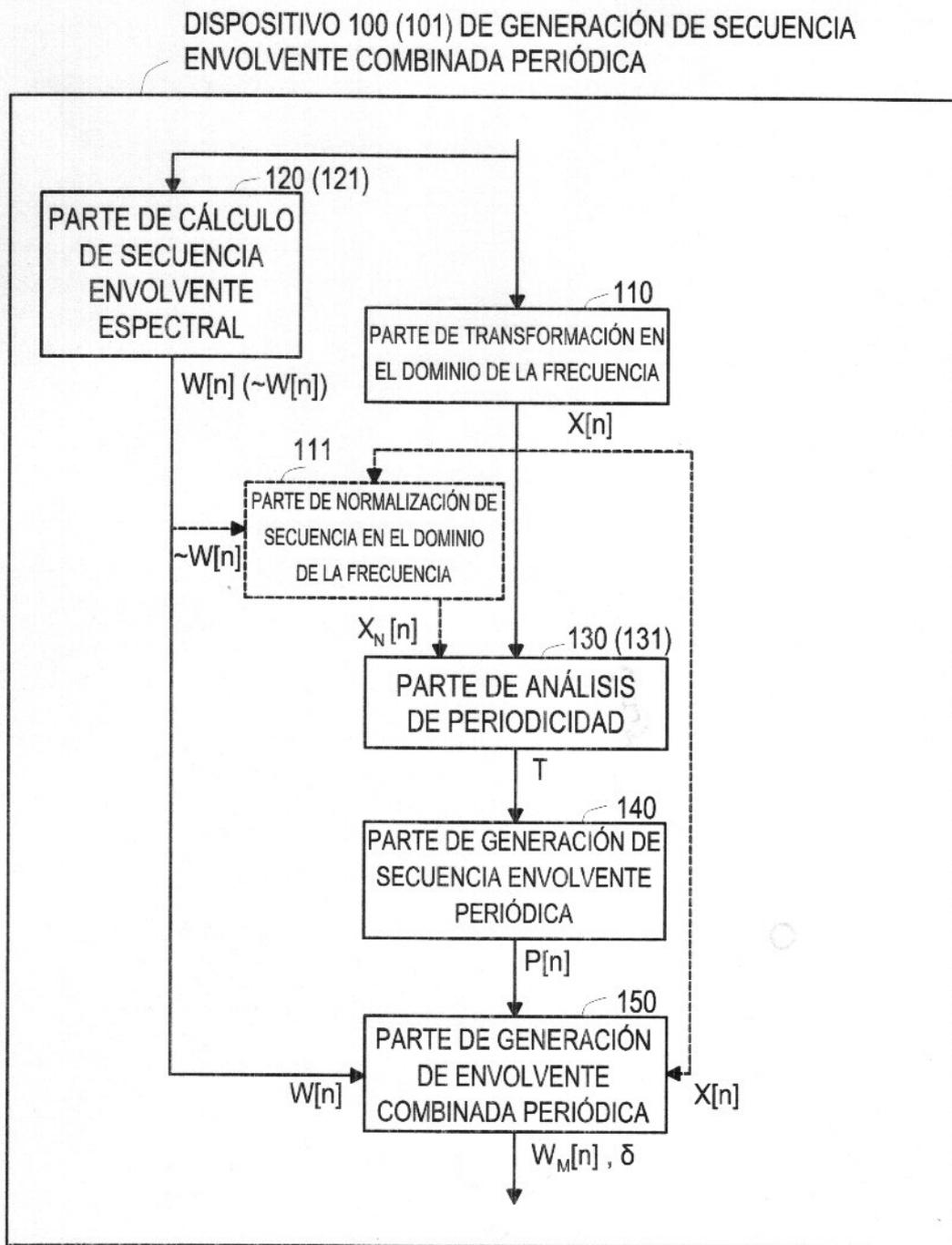


FIG. 1

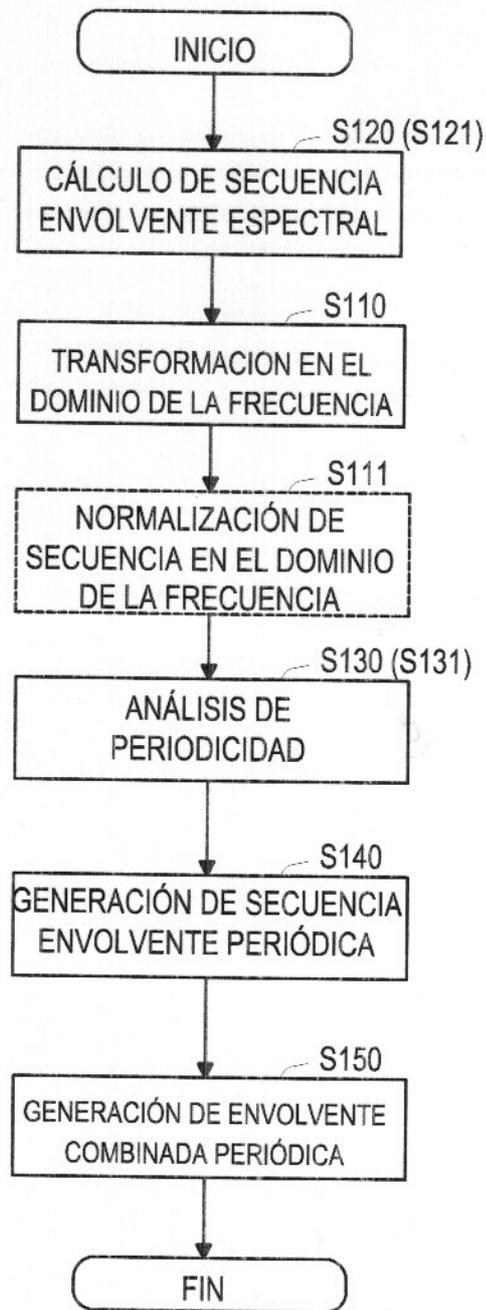


FIG. 2

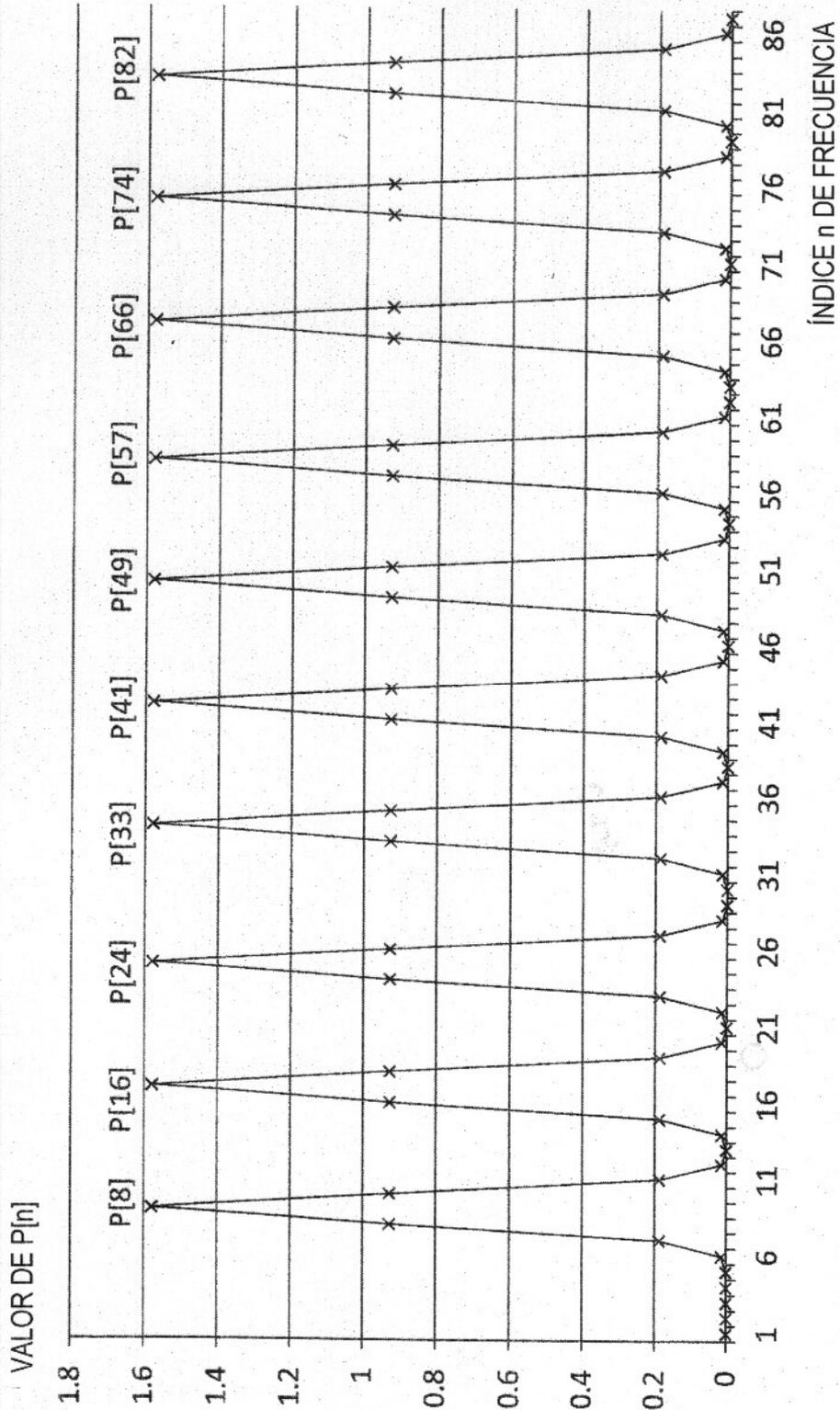
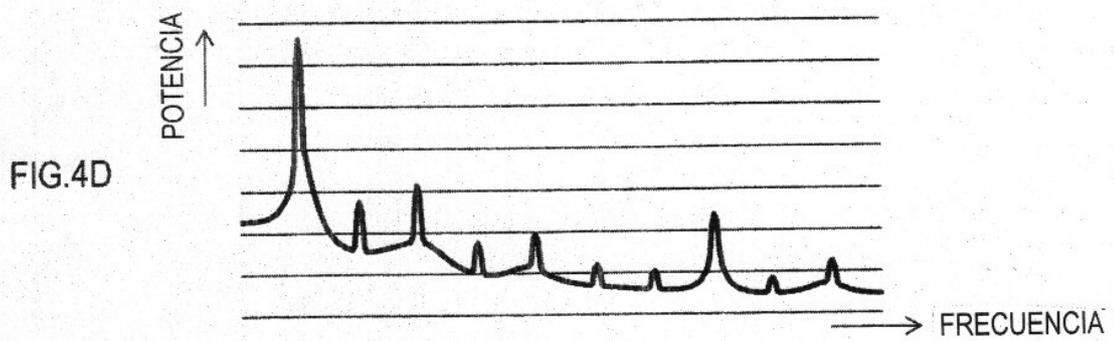
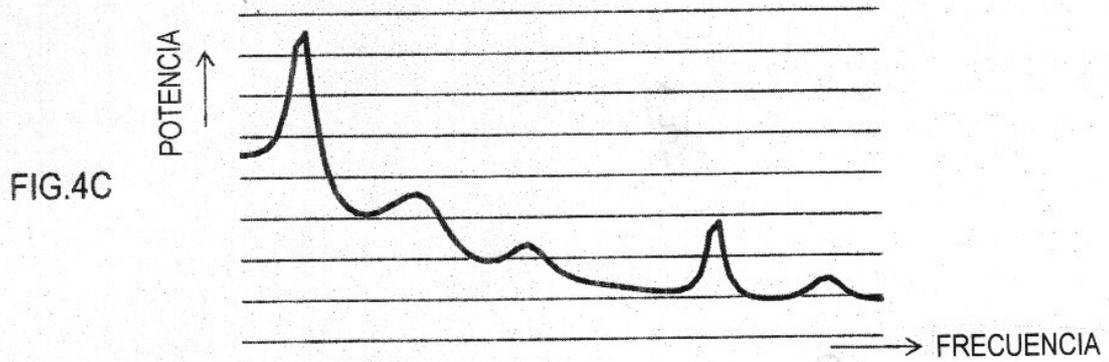
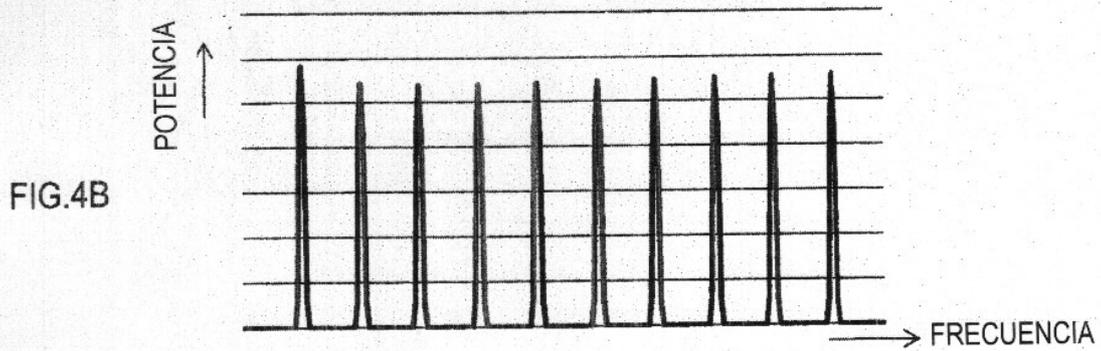
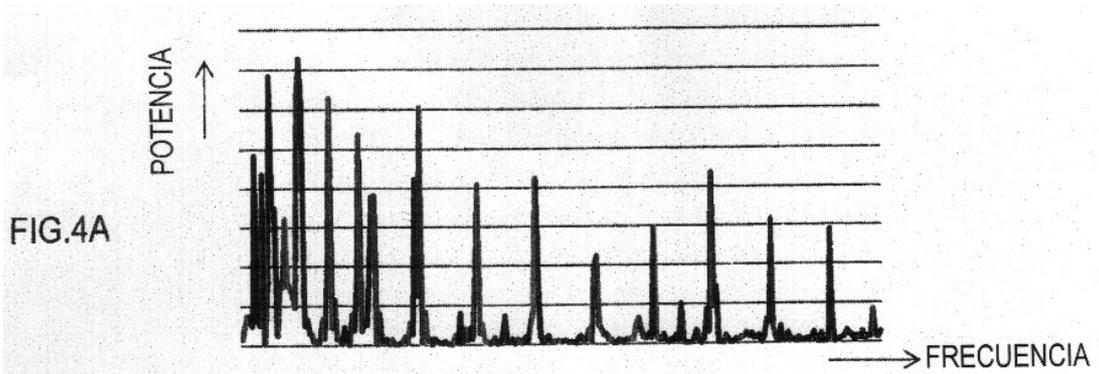


FIG. 3



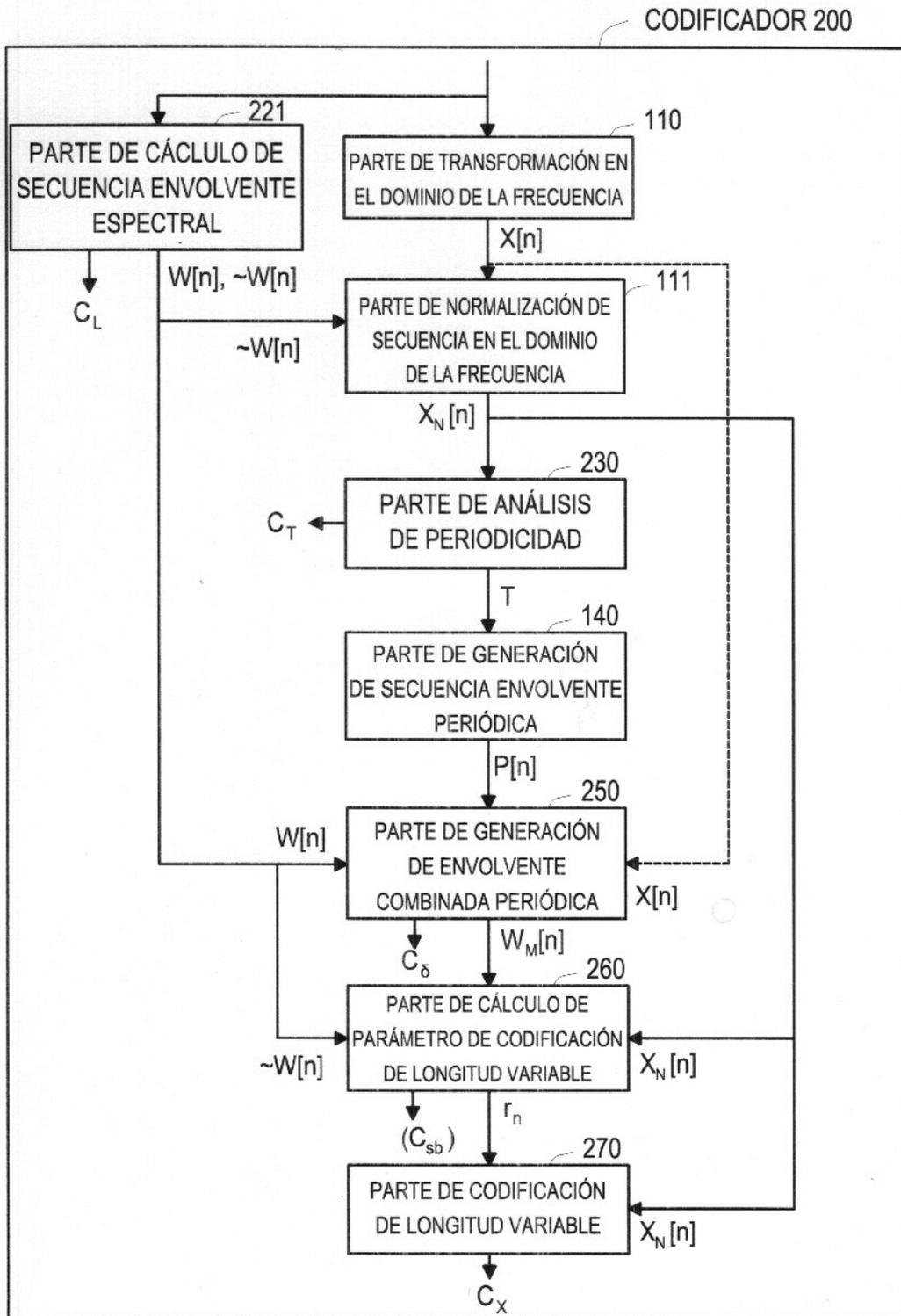


FIG. 5

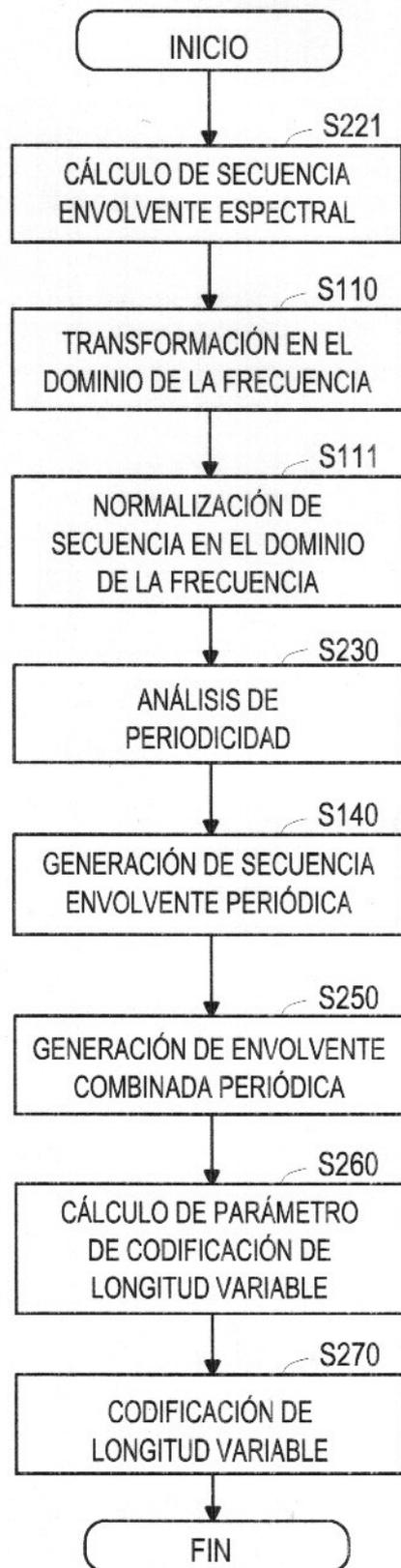


FIG. 6

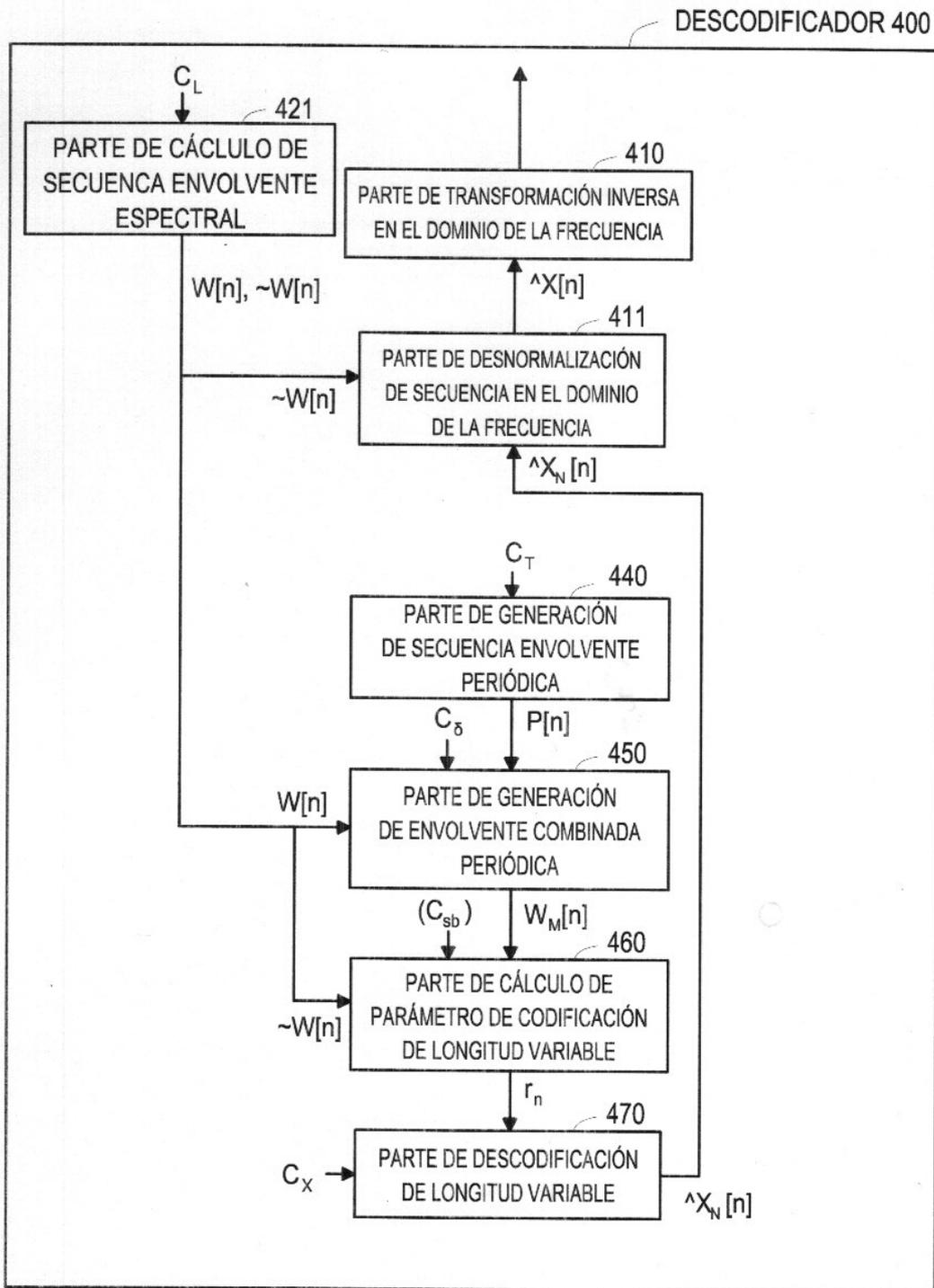


FIG. 7

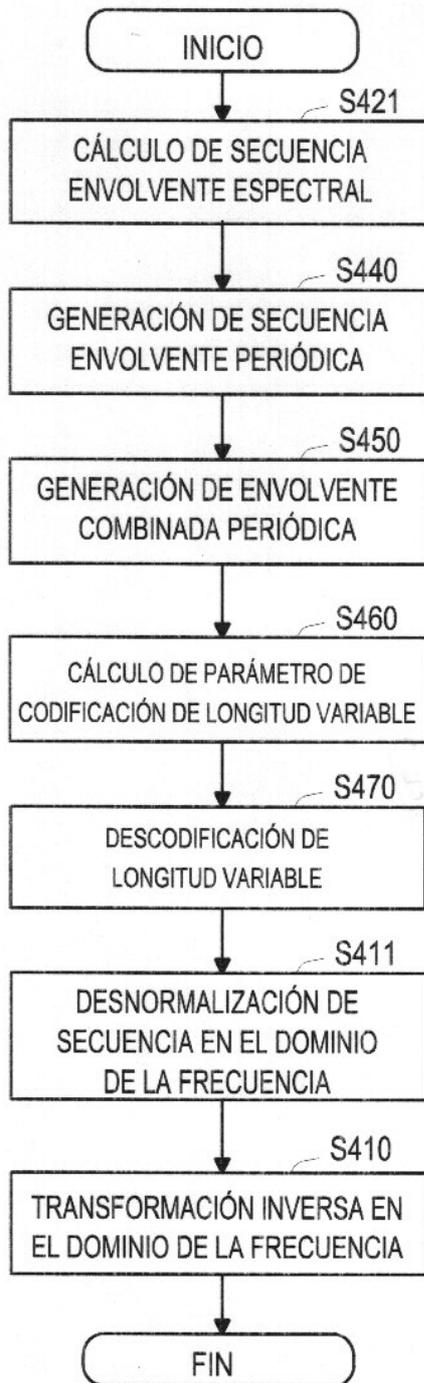


FIG. 8

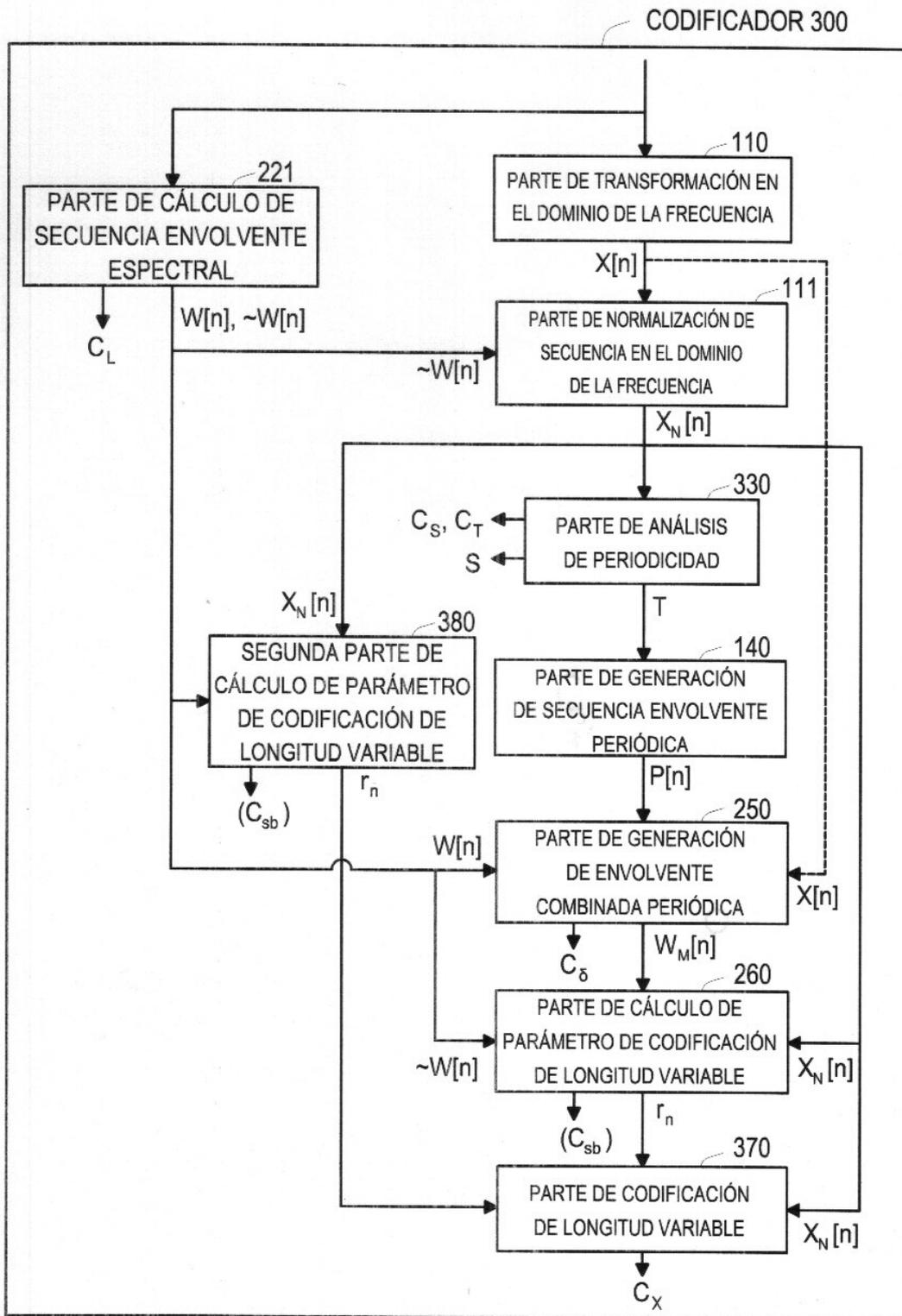


FIG. 9

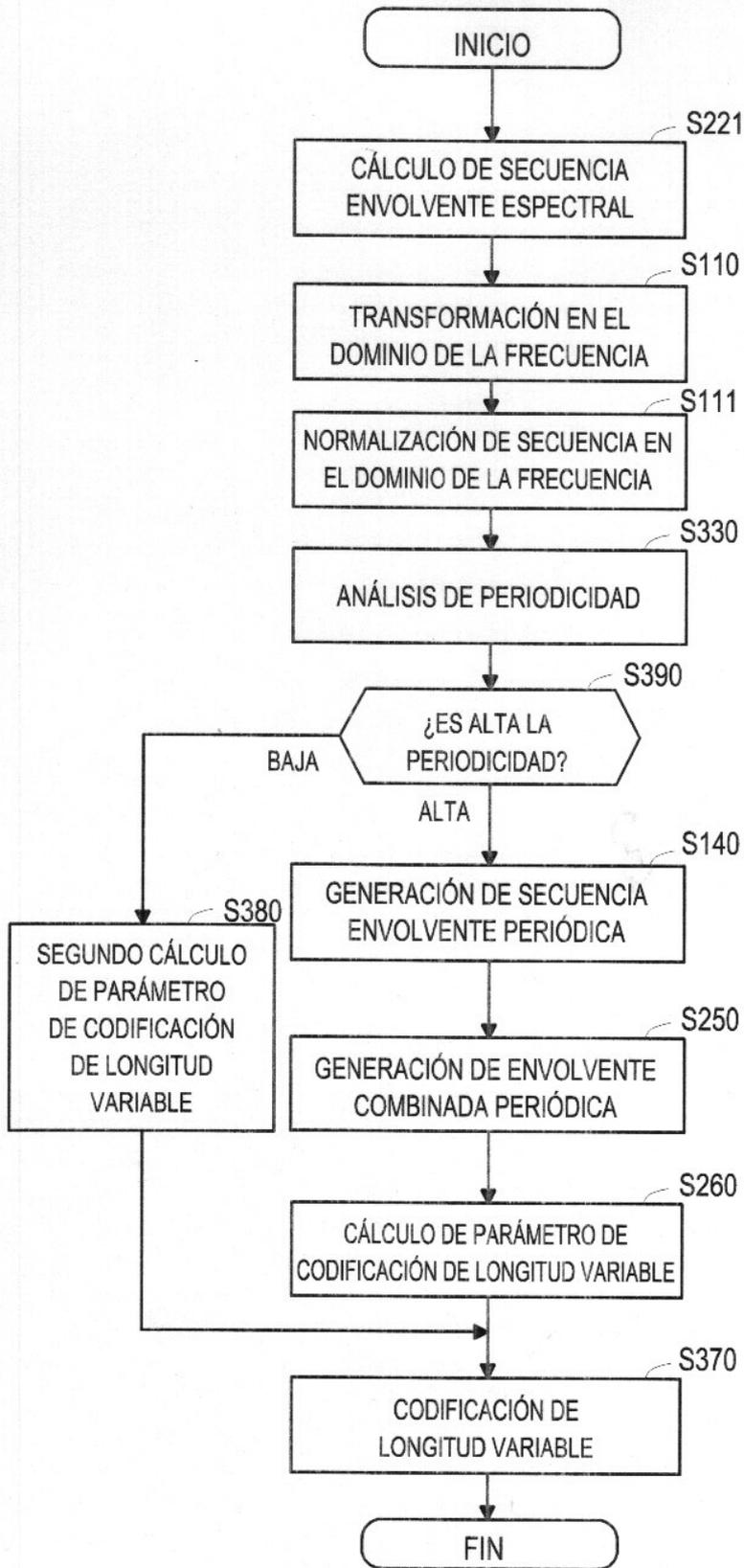


FIG. 10

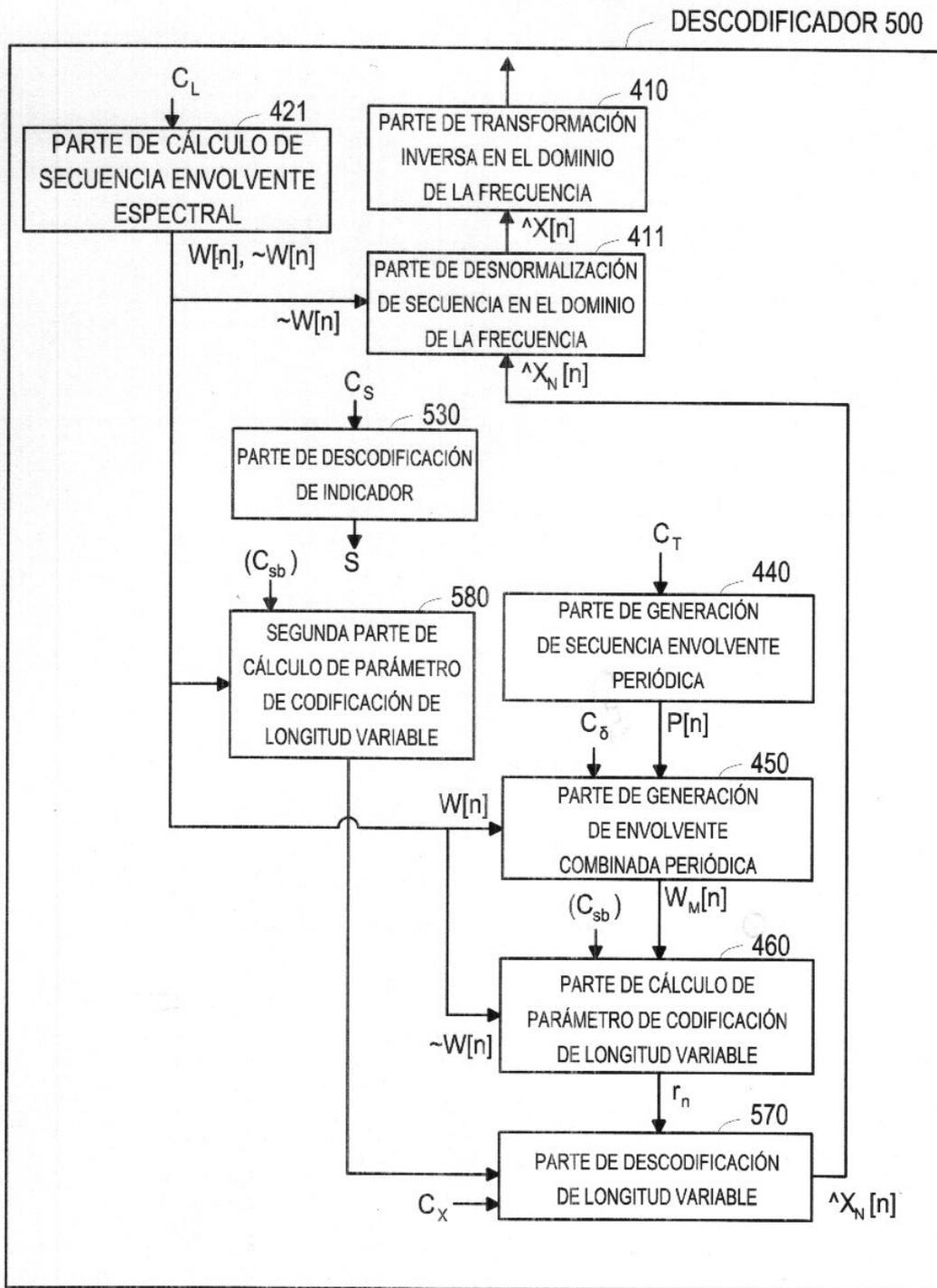


FIG. 11

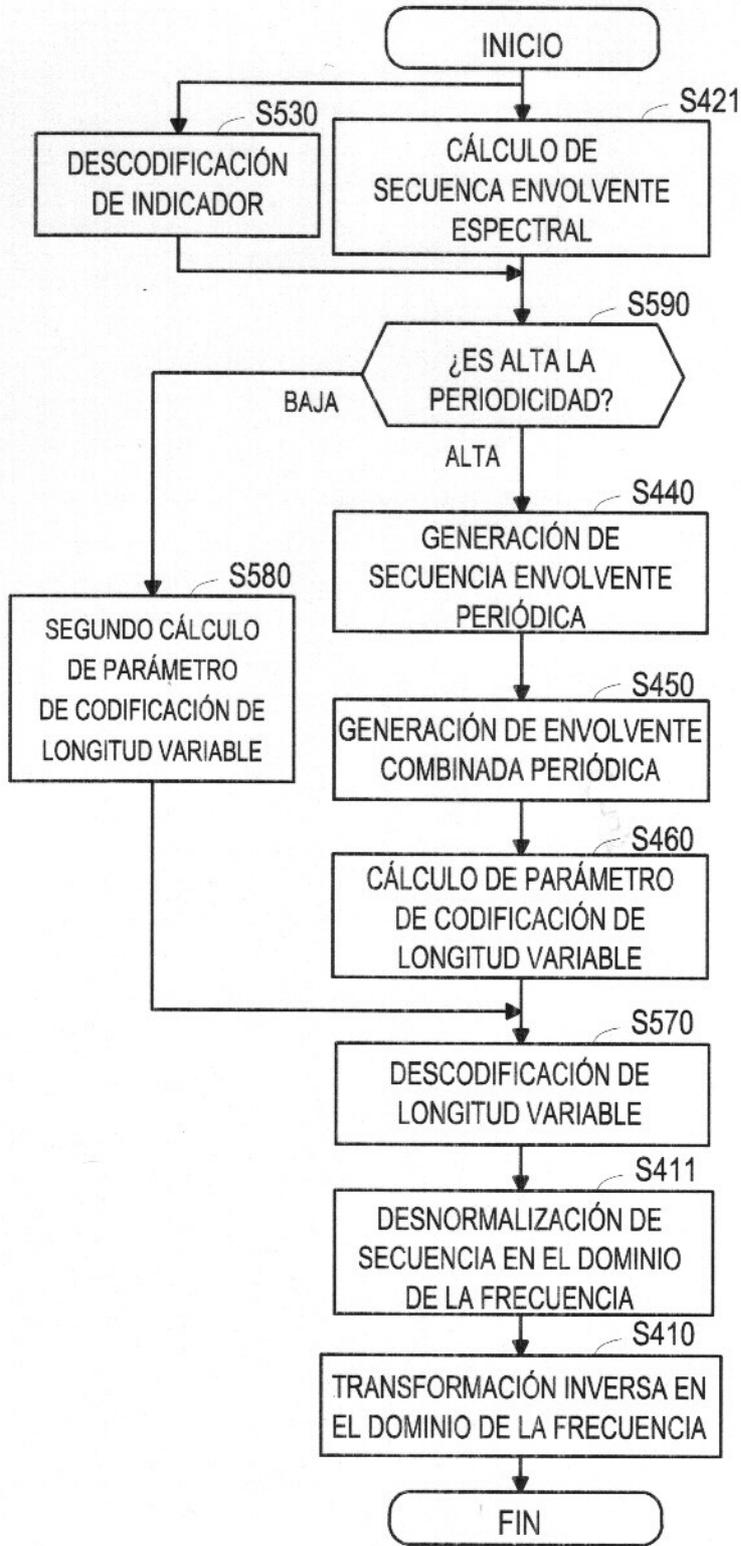


FIG. 12