

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 795 198**

51 Int. Cl.:

G10L 19/07 (2013.01)

G10L 19/02 (2013.01)

G10L 25/12 (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.02.2015 E 18200102 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.04.2020 EP 3447766**

54 Título: **Método de codificación, aparato de codificación, programa y soporte de grabación correspondientes**

30 Prioridad:

24.04.2014 JP 2014089895

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

23.11.2020

73 Titular/es:

**NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION (50.0%)
5-1, Otemachi 1-chome, Chiyoda-ku
Tokyo 100-8116, JP y
THE UNIVERSITY OF TOKYO (50.0%)**

72 Inventor/es:

**MORIYA, TAKEHIRO;
KAMAMOTO, YUTAKA;
HARADA, NOBORU;
KAMEOKA, HIROKAZU y
SUGIURA, RYOSUKE**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 795 198 T3

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

DESCRIPCIÓN

Método de codificación, aparato de codificación, programa y soporte de grabación correspondientes

5 [CAMPO TÉCNICO]
La presente invención se refiere a técnicas de codificación, y más en particular a técnicas para convertir equivalentes de parámetros del dominio de la frecuencia a coeficientes de predicción lineal.

10 [TÉCNICA ANTERIOR]
En la codificación de habla o de señales sonoras, se emplean ampliamente esquemas que realizan codificación usando coeficientes de predicción lineal obtenidos por análisis de predicción lineal de señales sonoras de entrada.

15 Por ejemplo, según las Literaturas 1 y 2 de No Patentes, las señales sonoras de entrada en cada trama son codificadas ya sea por medio de un método de codificación en el dominio de la frecuencia o ya sea por medio de un método de codificación en el dominio del tiempo. Si ha de usarse el método de codificación en el dominio de la frecuencia o en el dominio del tiempo, se determina en concordancia con las características de las señales sonoras de entrada de cada trama.

20 En ambos métodos de codificación en el dominio del tiempo o en el dominio de la frecuencia, los coeficientes de predicción lineal obtenidos mediante análisis de predicción lineal de la señal sonora de entrada se convierten a una secuencia de parámetros de LSP, la cual se codifica a continuación respecto a los códigos de LSP obtenidos, y también se genera una secuencia de parámetros de LSP cuantificados correspondientes a los códigos de LSP. En el método de codificación en el dominio del tiempo, la codificación se lleva a cabo usando coeficientes de predicción lineal determinados a partir de una secuencia de parámetros de LSP cuantificados para la trama presente y de una secuencia de parámetros de LSP cuantificados para la trama precedente como coeficientes de filtro para un filtro de síntesis que sirve como filtro en el dominio del tiempo, aplicando el filtro de síntesis a una señal generada mediante síntesis de las formas de onda contenidas en un libro de códigos adaptativos y las formas de onda contenidas en un libro de códigos fijos con el fin de determinar una señal sintetizada, y determinando índices para los respectivos libros de códigos de tal modo que la distorsión entre la señal sintetizada determinada y la señal sonora de entrada, se minimice.

35 En el método de codificación en el dominio de la frecuencia, una secuencia de parámetros de LSP cuantificados se convierte a coeficientes de predicción lineal para determinar una secuencia de coeficientes de predicción lineal cuantificados; la secuencia de coeficientes de predicción lineal cuantificados se alisa para determinar una secuencia de coeficientes de predicción lineal cuantificados ajustados; se determina una señal de la que se ha eliminado el efecto de la envolvente espectral mediante normalización de cada valor en una serie de señales del dominio de la frecuencia mediante conversión de la señal sonora de entrada al dominio de la frecuencia usando cada valor en una serie de envolvente espectral de potencia, la cual es una serie en el dominio de la frecuencia correspondiente a los coeficientes de predicción lineal cuantificados ajustados; y, la señal determinada se codifica mediante codificación de longitud variable teniendo en cuenta la información de envolvente espectral.

45 Según se ha descrito, los coeficientes de predicción lineal determinados mediante análisis de predicción lineal de la señal sonora de entrada, se emplean en común en los métodos de codificación en el dominio de la frecuencia y en el dominio del tiempo. Los coeficientes de predicción lineal se convierten en una secuencia de parámetros del dominio de la frecuencia equivalentes a los coeficientes de predicción lineal, tal como parámetros de LSP (Par de Espectro de Línea) o parámetros de ISP (Par de Espectro de Inmitancia). A continuación, los códigos de LSP (o los códigos de ISP) generados al codificar la secuencia de parámetros de LSP (o la secuencia de parámetros de ISP), son transmitidos a un aparato de descodificación. Las frecuencias de 0 a π de los parámetros de LSP usadas en cuantificación o interpolación, son a veces específicamente mencionadas de manera distintiva como frecuencias de LSP (LSF) o como frecuencias de ISP (ISF) en el caso de frecuencias de ISP; sin embargo, tales parámetros de frecuencia se mencionan como parámetros de LSP o como parámetros de ISP en la descripción de la presente solicitud.

55 Con referencia a las Figuras 1 y 2, se va a describir de forma más específica el procesamiento llevado a cabo por un aparato de codificación convencional.

60 En lo que sigue de la descripción, una secuencia de parámetros de LSP consistente en p parámetros de LSP, va a ser representada como $\theta[1], \theta[2], \dots, \theta[p]$. "p" representa el orden de predicción, el cual es un número entero igual o mayor que 1. El símbolo entre corchetes ([]) representa el índice. Por ejemplo, $\theta[i]$ representa el i^{ésimo} parámetro de LSP en una secuencia $\theta[1], \theta[2], \dots, \theta[p]$ de parámetros de LSP.

65 Un símbolo escrito en la parte superior derecha de θ entre paréntesis, indica el número de trama. Por ejemplo, una secuencia de parámetros de LSP generada por las señales sonoras en la f^{ésima} trama, se representa como $\theta^{(f)}[1], \theta^{(f)}[2], \dots, \theta^{(f)}[p]$. Sin embargo, puesto que la mayor parte del procesamiento se realiza dentro de una trama de una

manera cerrada, la indicación del número de trama superior derecha se omite para los parámetros que correspondan a la presente trama (la $k^{\text{ésima}}$ trama). La omisión de un número de trama pretende significar parámetros generados para la presente trama. Es decir, se mantiene $\theta[i] = \theta^{[i]}$.

5 Un símbolo escrito en la parte superior derecha sin paréntesis representa la potenciación. Es decir, $\theta^k[i]$ significa la $k^{\text{ésima}}$ potencia de $\theta[i]$.

10 Aunque los símbolos usados en el texto, tales como “~”, “^” y “” deberían ser originalmente indicados inmediatamente encima de la siguiente letra, éstos se indican inmediatamente antes de la letra correspondiente debido a las limitaciones en la denotación del texto. En las expresiones matemáticas, tales símbolos se indican en la posición apropiada, en particular inmediatamente encima de la letra correspondiente.

15 En la etapa S100, una señal digital sonora de habla (mencionada en adelante como señal sonora de entrada) en el dominio del tiempo por trama, que define un segmento de tiempo predeterminado, se introduce en un aparato 9 de codificación convencional. El aparato 9 de codificación realiza un procesamiento en las unidades de procesamiento descritas más adelante sobre la señal sonora de entrada sobre la base de una trama.

20 Una señal sonora de entrada por trama se introduce en una unidad 105 de análisis de predicción lineal, una unidad 120 de extracción de magnitud de característica, una unidad 150 de codificación en el dominio de la frecuencia, y una unidad 170 de codificación en el dominio del tiempo.

25 En la etapa S105, la unidad 105 de análisis de predicción lineal realiza análisis de predicción lineal sobre la señal sonora de entrada por trama, para determinar una secuencia $a[1], a[2], \dots, a[p]$ de coeficientes de predicción lineal, y la presenta a la salida. Aquí, $a[i]$ es un coeficiente de predicción lineal de $i^{\text{ésimo}}$ orden. Cada coeficiente $a[i]$ en la secuencia de coeficientes de predicción lineal es un coeficiente $a[i]$ ($i = 1, 2, \dots, p$) que se obtiene cuando la señal z sonora de entrada se modela con el modelo de predicción lineal representado por la Fórmula (1):

$$A(z) = 1 + \sum_{i=1}^p a[i]z^{-i} \quad \dots(1)$$

30 La secuencia $a[1], a[2], \dots, a[p]$ de coeficientes de predicción lineal presentada a la salida por la unidad 105 de análisis de predicción lineal, se introduce en una unidad 110 de generación de LPS.

35 En la etapa S110, la unidad 110 de generación de LSP determina y presenta a la salida una serie de parámetros de LSP, $\theta[1], \theta[2], \dots, \theta[p]$, correspondiente a la secuencia $a[1], a[2], \dots, a[p]$ de coeficientes de predicción lineal de salida desde la unidad 105 de análisis de predicción lineal. En lo que sigue de la descripción, la serie de parámetros de LSP, $\theta[1], \theta[2], \dots, \theta[p]$, será mencionada como secuencia de parámetros de LSP. La secuencia $\theta[1], \theta[2], \dots, \theta[p]$ de parámetros de LSP es una serie de parámetros que se definen como la raíz del polinomio de suma definido por la Fórmula (2) y del polinomio de diferencia definido por la Fórmula (3):

$$F_1(z) = A(z) + z^{-(p+1)}A(z^{-1}) \quad \dots(2)$$

40
$$F_2(z) = A(z) - z^{-(p+1)}A(z^{-1}) \quad \dots(3)$$

La secuencia $\theta[1], \theta[2], \dots, \theta[p]$ de parámetros de LSP es una serie en donde los valores están dispuestos en orden ascendente. Es decir, satisface:

45
$$0 < \theta[1] < \theta[2] < \dots < \theta[p] < \pi.$$

La secuencia $\theta[1], \theta[2], \dots, \theta[p]$ de parámetros de LSP presentada a la salida por la unidad 110 de generación de LSP, se introduce en una unidad 115 de codificación de LSP.

50 En la etapa S115, la unidad 115 de codificación de LSP codifica la secuencia $\theta[1], \theta[2], \dots, \theta[p]$ de parámetros de LSP presentada a la salida por la unidad 110 de generación de LSP, determina el código C1 de LSP y una serie $\hat{\theta}[1], \hat{\theta}[2], \dots, \hat{\theta}[p]$ de parámetros de LSP cuantificados correspondientes al código C1 de LSP, y los presenta a la salida. En lo que sigue de la descripción, la serie $\hat{\theta}[1], \hat{\theta}[2], \dots, \hat{\theta}[p]$ de parámetros de LSP cuantificados será mencionada como secuencia de parámetros de LSP cuantificados.

55

La secuencia $\hat{\theta}[1], \hat{\theta}[2], \dots, \hat{\theta}[p]$ de parámetros de LSP cuantificados presente a la salida de la unidad 115 de codificación de LSP, se introduce en una unidad 900 de generación de coeficientes de predicción lineal cuantificados, una unidad 165 de entrada de retardo, y una unidad 170 de codificación en el dominio del tiempo. El código C1 de LSP presentado a la salida por la unidad 115 de codificación de LSP, se introduce en una unidad 175 de salida.

En la etapa S120, la unidad 120 de extracción de magnitud de característica extrae la magnitud de la variación temporal en la señal sonora de entrada como magnitud de característica. Cuando la magnitud de característica extraída es más pequeña que un umbral predeterminado (es decir, cuando la variación temporal en la señal sonora de entrada es pequeña), la unidad 120 de extracción de magnitud de característica implementa un control de modo que la unidad 900 de generación de coeficientes de predicción lineal cuantificados realizará el consiguiente procesamiento. Al mismo tiempo, la unidad 120 de extracción de magnitud de característica introduce información indicativa del método de codificación en el dominio de la frecuencia en la unidad 175 de salida como código Cg de identificación. Mientras tanto, cuando la magnitud de característica extraída es igual a, o mayor que, el umbral predeterminado (es decir, cuando la variación temporal en la señal sonora de entrada es grande), la unidad 120 de extracción de magnitud de característica implementa un control de modo que la unidad 170 de codificación en el dominio del tiempo realizará el procesamiento consiguiente. Al mismo tiempo, la unidad 120 de extracción de magnitud de característica introduce información indicativa del método de codificación en el dominio del tiempo en la unidad 175 de salida como código Cg de identificación.

Los procesos en la unidad 900 de generación de coeficientes de predicción lineal cuantificados, en una unidad 905 de ajuste de coeficientes de predicción lineal cuantificados, en una unidad 910 de cálculo de serie de envolvente espectral de potencia alisada aproximada, y en la unidad 150 de codificación en el dominio de la frecuencia, se ejecutan cuando la magnitud de característica extraída por la unidad 120 de extracción de magnitud de característica es más pequeña que el umbral predeterminado (es decir, cuando la variación temporal en la señal sonora de entrada es pequeña) (etapa S121).

En la etapa S900, la unidad 900 de generación de coeficientes de predicción lineal cuantificados determina una serie de coeficientes de predicción lineal, $\hat{a}[1], \hat{a}[2], \dots, \hat{a}[p]$, a partir de la secuencia $\hat{\theta}[1], \hat{\theta}[2], \dots, \hat{\theta}[p]$ de parámetros de LSP cuantificados, presentada a la salida por la unidad 115 de codificación de LSP, y la presenta a la salida. En lo que sigue de la descripción, la serie $\hat{a}[1], \hat{a}[2], \dots, \hat{a}[p]$ será mencionada como secuencia de coeficientes de predicción lineal cuantificados.

La secuencia $\hat{a}[1], \hat{a}[2], \dots, \hat{a}[p]$ de coeficientes de predicción lineal cuantificados presente a la salida de la unidad 900 de generación de coeficientes de predicción lineal cuantificados se introduce en la unidad 905 de ajuste de coeficientes de predicción lineal cuantificados.

En la etapa S905, la unidad 905 de ajuste de coeficientes de predicción lineal cuantificados determina y presenta a la salida una serie $\hat{a}[1]X(\gamma R), \hat{a}[2]X(\gamma R)^2, \dots, \hat{a}[p]X(\gamma R)^p$ de valor $\hat{a}[i]X(\gamma R)^i$, que es el producto del coeficiente $\hat{a}[i]$ ($i=1, 2, \dots, p$) de orden $i^{\text{ésimo}}$ en la secuencia $\hat{a}[1], \hat{a}[2], \dots, \hat{a}[p]$ de coeficientes de predicción lineal cuantificados presentada a la salida por la unidad 900 de generación de coeficientes de predicción lineal cuantificados y el $i^{\text{ésimo}}$ factor γR de potencia de ajuste. Aquí, el factor γR de ajuste es un número entero positivo predeterminado igual a, o menor que 1. En lo que sigue de la descripción. La serie $\hat{a}[1]X(\gamma R), \hat{a}[2]X(\gamma R)^2, \dots, \hat{a}[p]X(\gamma R)^p$ será mencionada como secuencia de coeficientes de predicción lineal cuantificados ajustados.

La secuencia $\hat{a}[1]X(\gamma R), \hat{a}[2]X(\gamma R)^2, \dots, \hat{a}[p]X(\gamma R)^p$ de coeficientes de predicción lineal cuantificados ajustados presentada a la salida por la unidad 905 de ajuste de coeficientes de predicción lineal cuantificados, se introduce en la unidad 910 de cálculo de serie de envolvente espectral de potencia alisada aproximada.

En la etapa S910, mediante el uso de cada coeficiente $\hat{a}[i]X(\gamma R)^i$ en la secuencia $\hat{a}[1]X(\gamma R), \hat{a}[2]X(\gamma R)^2, \dots, \hat{a}[p]X(\gamma R)^p$ de coeficientes de predicción lineal cuantificados ajustados presentada a la salida por la unidad 905 de ajuste de coeficientes de predicción lineal cuantificados, la unidad 910 de cálculo de serie de envolvente espectral de potencia alisada aproximada genera una serie $\tilde{W}_{\gamma R}[2], \dots, \tilde{W}_{\gamma R}[N]$ de envolvente espectral de potencia alisada aproximada mediante la Fórmula (4), y la presenta a la salida. Aquí, $\exp(\cdot)$ es una función exponencial cuya base es la constante de Napier, j es la unidad imaginaria, y σ^2 es la energía residual de predicción.

$$\tilde{W}_{\gamma R}[n] = \frac{\sigma^2}{2\pi \left| 1 + \sum_{i=1}^p \hat{a}[i] \cdot (\gamma R)^i \cdot \exp(-ijn) \right|^2} \quad \dots(4)$$

Según se define mediante la Fórmula (4), la serie $\sim W_{\gamma R}[1], \sim W_{\gamma R}[2], \dots, \sim W_{\gamma R}[N]$ de envolvente espectral de potencia alisada aproximada es una serie del dominio de la frecuencia correspondiente a la secuencia $\hat{a}[1]X(\gamma R), \hat{a}[2]X(\gamma R)^2, \dots, \hat{a}[p]X(\gamma R)^p$ de coeficientes de predicción lineal cuantificados ajustados.

5 La serie $\sim W_{\gamma R}[1], \sim W_{\gamma R}[2], \dots, \sim W_{\gamma R}[N]$ de envolvente espectral de potencia alisada aproximada presentada a la salida por la unidad 910 de cálculo de serie de envolvente espectral de potencia alisada aproximada, se introduce en la unidad 150 de codificación en el dominio de la frecuencia.

10 En lo que sigue, se va a explicar el motivo de porqué una serie de valores definidos por la Fórmula (4) se denomina serie de envolvente espectral de potencia alisada aproximada.

Con un proceso auto-regresivo de orden $p^{\text{ésimo}}$ que es un modelo de todos los polos, la señal $x[t]$ sonora de entrada en el instante t está representada por la Fórmula (5) con sus propios valores en el pasado de vuelta al instante p , es decir, $x[t-1], \dots, x[t-p]$, un residuo $e[t]$ de predicción, y los coeficientes $a[1], a[2], \dots, a[p]$ de predicción lineal. A continuación, cada coeficiente $W[n]$ ($n = 1, \dots, N$) en una serie $W[1], W[2], \dots, W[N]$ de envolvente espectral de potencia en la señal sonora de entrada, se representa mediante la Fórmula (6):

$$x[t] + a[1]x[t-1] + \dots + a[p]x[t-p] = e[t] \quad \dots(5)$$

20

$$W[n] = \frac{\sigma^2}{2\pi} \frac{1}{\left| 1 + \sum_{i=1}^p a[i] \cdot \exp(-jin) \right|^2} \quad \dots(6)$$

Aquí, una serie $W_{\gamma R}[1], W_{\gamma R}[2], \dots, W_{\gamma R}[N]$ definida por:

25

$$W_{\gamma R}[n] = \frac{\sigma^2}{2\pi \left| 1 + \sum_{i=1}^p a[i](\gamma R)^i \cdot \exp(-ijn) \right|^2} \quad \dots(7)$$

en la que $a[i]$ en la Fórmula (6) se sustituye por $a[i]X(\gamma R)^i$, es equivalente a la serie $W[1], W[2], \dots, W[N]$ de envolvente espectral de potencia de la señal sonora de entrada definida por la Fórmula (6), pero con las ondas de la amplitud alisadas. En otras palabras, el procesamiento para ajustar un coeficiente de predicción lineal multiplicando el coeficiente $a[i]$ de predicción lineal por la $i^{\text{ésima}}$ potencia del factor γR de ajuste, es equivalente al procesamiento que aplanan las ondas de la amplitud de la envolvente espectral de potencia en el dominio de la frecuencia (procesamiento para alisar la envolvente espectral de potencia). Por consiguiente, la serie $W_{\gamma R}[1], W_{\gamma R}[2], \dots, W_{\gamma R}[N]$ definida por la Fórmula (7) se denomina serie de envolvente espectral de potencia alisada.

35

La serie $\sim W_{\gamma R}[1], \sim W_{\gamma R}[2], \dots, \sim W_{\gamma R}[N]$ definida por la Fórmula (4) es equivalente a una serie de aproximaciones de los valores individuales en la serie $W_{\gamma R}[1], W_{\gamma R}[2], \dots, W_{\gamma R}[N]$ de envolvente espectral de potencia alisada definida por la Fórmula (7). Por consiguiente, la serie $\sim W_{\gamma R}[1], \sim W_{\gamma R}[2], \dots, \sim W_{\gamma R}[N]$ definida por la Fórmula (4) se denomina serie de envolvente espectral de potencia alisada aproximada.

40

En la etapa S150, la unidad 150 de codificación en el dominio de la frecuencia normaliza cada valor $X[n]$ ($n = 1, \dots, N$) en una secuencia $X[1], X[2], \dots, X[N]$ de señal en el dominio de la frecuencia, generada por conversión de la señal sonora de entrada en el dominio de la frecuencia, con la raíz cuadrada de cada valor $\sim W_{\gamma R}[n]$ en la serie de envolvente espectral de potencia alisada aproximada, determinando con ello una secuencia $X_N[1], X_N[2], \dots, X_N[N]$ de señal en el dominio de la frecuencia normalizada. Es decir, se mantiene $X_N[n] = X[n]/\text{sqrt}(\sim W_{\gamma R}[n])$. Aquí, $\text{sqrt}(y)$ representa la raíz cuadrada de y . La unidad 150 de codificación en el dominio de la frecuencia codifica a continuación la secuencia $X_N[1], X_N[2], \dots, X_N[N]$ de señal en el dominio de la frecuencia normalizada mediante codificación de longitud variable, para generar códigos de señal en el dominio de la frecuencia.

45

Los códigos de señal en el dominio de la frecuencia presentados a la salida por la unidad 150 de codificación en el dominio de la frecuencia, se introducen en la unidad 175 de salida.

5 La unidad 165 de introducción de retardo y la unidad 170 de codificación en el dominio del tiempo, se ejecutan cuando la magnitud de característica extraída por la unidad 120 de extracción de magnitud de característica es igual o mayor que el umbral predeterminado (es decir, cuando la variación temporal en la señal sonora de entrada es grande) (etapa S121).

10 En la etapa S165, la unidad 165 de entrada de retardo mantiene la secuencia $\hat{\theta}[1], \hat{\theta}[2], \dots, \hat{\theta}[p]$ de parámetros de LSP cuantificados de entrada, y la presenta a la salida para la unidad 170 de codificación en el dominio del tiempo con un retardo equivalente a la duración de una trama. Por ejemplo, si la trama actual es la $f^{\text{ésima}}$ trama, la secuencia de parámetros de LSP cuantificados para la $f^{\text{ésima}}$ trama, $\hat{\theta}^{(f-1)}[1], \hat{\theta}^{(f-1)}[2], \dots, \hat{\theta}^{(f-1)}[p]$, se presenta a la salida para la unidad 170 de codificación en el dominio del tiempo.

15 En la etapa S170, la unidad 170 de codificación en el dominio del tiempo lleva a cabo la codificación determinando una señal sintetizada por aplicación del filtro de síntesis a una señal generada por síntesis de las formas de onda contenidas en el libro de códigos adaptativos y las formas de onda contenidas en el libro de códigos fijos, y determinando los índices para los respectivos libros de códigos de modo que la distorsión entre la señal sintetizada determinada y la señal sonora de entrada se minimice. Cuando se determinan los índices para los libros de códigos de modo que la distorsión entre la señal sintetizada y la señal sonora de entrada se minimice, los índices del libro de códigos se determinan de modo que se minimice el valor dado al aplicar un filtro de ponderación auditiva a una señal que representa la diferencia de la señal sintetizada respecto a la señal sonora de entrada. El filtro de ponderación auditiva es un filtro para la determinación de la distorsión cuando se selecciona el libro de códigos adaptativos o el libro de códigos fijos.

25 Los coeficientes del filtro de síntesis y del filtro de ponderación auditiva se generan mediante el uso de la secuencia de parámetros de LSP cuantificados para la $f^{\text{ésima}}$ trama, $\hat{\theta}[1], \hat{\theta}[2], \dots, \hat{\theta}[p]$, y la secuencia de parámetros de LSP cuantificados para la $(f-1)^{\text{ésima}}$ trama, $\hat{\theta}^{(f-1)}[1], \hat{\theta}^{(f-1)}[2], \dots, \hat{\theta}^{(f-1)}[p]$.

30 Específicamente, una trama se divide en primer lugar en dos subtramas, y los coeficientes de filtro para el filtro de síntesis y el filtro de ponderación auditiva se determinan como sigue.

35 En la última semi-subtrama, cada coeficiente $\hat{a}[i]$ de una secuencia $\hat{a}[1], \hat{a}[2], \dots, \hat{a}[p]$ de coeficientes de predicción lineal cuantificados, que es una secuencia de coeficientes obtenida por conversión de la secuencia de parámetros de LSP cuantificados para la $f^{\text{ésima}}$ trama, $\hat{\theta}[1], \hat{\theta}[2], \dots, \hat{\theta}[p]$, a coeficientes de predicción lineal, se emplea para los coeficientes de filtro del filtro de síntesis. Para los coeficientes de filtro del filtro de ponderación auditiva, se emplea una serie de valores:

$$40 \quad \hat{a}[1] \times (\gamma R), \hat{a}[2] \times (\gamma R)^2, \dots, \hat{a}[p] \times (\gamma R)^p,$$

que se determina multiplicando cada coeficiente $\hat{a}[i]$ de la secuencia $\hat{a}[1], \hat{a}[2], \dots, \hat{a}[p]$ de coeficientes de predicción lineal cuantificados por la $i^{\text{ésima}}$ potencia del factor γR de ajuste.

45 En la primera semi-subtrama, cada coeficiente $\sim a[i]$ en una secuencia $\sim a[1], \sim a[2], \dots, \sim a[p]$ de coeficientes de predicción lineal cuantificados interpolados, que es una secuencia de coeficientes obtenida por conversión de una secuencia $\sim \theta[1], \sim \theta[2], \dots, \sim \theta[p]$ de parámetros de LSP cuantificados interpolados a coeficientes de predicción lineal, se emplea para los coeficientes de filtro del filtro de síntesis. La secuencia $\sim \theta[1], \sim \theta[2], \dots, \sim \theta[p]$ de parámetros de LSP cuantificados interpolados es una serie de valores intermedios entre cada valor $\hat{\theta}[i]$ de la secuencia de parámetros de LSP cuantificados para la $f^{\text{ésima}}$ trama, $\hat{\theta}[1], \hat{\theta}[2], \dots, \hat{\theta}[p]$, y cada valor $\hat{\theta}^{(f-1)}[i]$ en la secuencia de parámetros de LSP cuantificados para la $(f-1)^{\text{ésima}}$ trama, $\hat{\theta}^{(f-1)}[1], \hat{\theta}^{(f-1)}[2], \dots, \hat{\theta}^{(f-1)}[p]$, en particular una serie de valores obtenidos por interpolación entre los valores $\hat{\theta}[i]$ y $\hat{\theta}^{(f-1)}[i]$. Para los coeficientes de filtro del filtro de ponderación auditiva, se emplea una serie de valores:

$$55 \quad \sim a[1] \times (\gamma R), \sim a[2] \times (\gamma R)^2, \dots, \sim a[p] \times (\gamma R)^p,$$

que se determina multiplicando cada coeficiente $\sim a[i]$ de la secuencia $\sim a[1], \sim a[2], \dots, \sim a[p]$ de coeficientes de predicción lineal cuantificados interpolados, por la $i^{\text{ésima}}$ potencia del factor γR de ajuste.

60 Esto tiene como efecto suavizar la transición entre una señal sonora descodificada y la señal sonora descodificada para la trama precedente generada en el aparato de descodificación. Obsérvese que el factor γ de ajuste en la unidad 170 de codificación en el dominio del tiempo es igual que el factor γ de ajuste usado en la unidad 910 de cálculo de serie de envolvente espectral de potencia alisada aproximada.

En la etapa S175, el aparato 9 de codificación transmite, por medio de la unidad 175 de salida, el código C1 de LSP presentado a la salida por la unidad 115 de codificación de LSP, el código Cg de identificación presentado a la salida por la unidad 120 de extracción de magnitud de característica, y cualquiera de entre los códigos de señal en el dominio de la frecuencia presentados a la salida por la unidad 150 de codificación en el dominio de la frecuencia o los códigos de señal en el dominio del tiempo presentados a la salida por la unidad 170 de codificación en el dominio del tiempo, para el aparato de descodificación.

La Literatura de Patentes 1 describe un aparato de procesamiento de habla que está capacitado para potenciar formantes de una manera más natural. En este aparato de procesamiento de habla, una unidad de análisis de habla analiza una señal de habla de entrada para encontrar LPCs y convierte los LPCs en LSPs, una unidad de descodificación de habla calcula una distancia entre órdenes adyacentes de los LSPs mediante una unidad de procesamiento analítico de LSP y calcula cantidades de ajuste de LSP de valores objetivo más grandes para los LSPs u órdenes adyacentes más cercanos por medio de una unidad de cálculo de cantidad de ajuste de LSP, una unidad de ajuste de LSP ajusta los LSPs en base a las cantidades de ajuste de LSP de tal modo que los LSPs de órdenes adyacentes más cercanos se hacen en más próximos, una unidad de conversión de LSP-LPC convierte los LSPs ajustados, y una unidad de combinación de LPC usa los LPCs y los parámetros de la fuente sonora para obtener habla con formantes aumentados.

La Literatura de Patentes 2 describe un aparato de síntesis de habla en el que las características de énfasis espectral pueden ser establecidas tomando en consideración la respuesta de frecuencia y el sentido de audición psicoacústica, y en el que el grado de libertad en cuanto a establecimiento de la respuesta es más grande. Una señal ex(n) de excitación se sintetiza por medio de un filtro de síntesis para proporcionar una señal de habla sintetizada que se envía a un filtro de énfasis espectral. El filtro de énfasis espectral enfatiza en espectro la señal de habla sintetizada y presenta a la salida la señal de espectro enfatizado resultante. Los parámetros de tracto vocal procedentes de un terminal de entrada se convierten por medio de un circuito de conversión de parámetro en frecuencias de LSP que se interpolan por medio de un circuito de interpolación de LSP con frecuencias de par espectral de línea de igual intervalo para producir frecuencias de LSP interpoladas. La función de transferencia del filtro de énfasis espectral se determina sobre la base de las frecuencias de LSP interpoladas.

[LITERATURA DE LA TÉCNICA ANTERIOR]

[LITERATURA DE PATENTES]

Literatura de Patentes 1: US 2004/042622 A1;
Literatura de Patentes 2: US 5.864.796 A

[LITERATURA NO DE PATENTES]

Literatura No de Patentes 1: Proyecto Partnership de 3ª Generación (3GPP), "Extended Adaptive Multi-Rate – Wideband (AMR-WB+) códec; Transcoding functions", Especificación Técnica (TS) 26.290, Versión 10.0.0, 2011-03.
Literatura No de Patentes 2: M. Neuendorf, et al., "MPEG Unified Speech and Audio Coding – The ISO/MPEG Standard for High-Efficiency Audio Coding of All Content Types", Audio Engineering Society Convention 132, 2012.

[COMPENDIO DE LA INVENCIÓN]

[PROBLEMAS A SER RESUELTOS POR LA INVENCIÓN]

El factor γR de ajuste sirve para conseguir una codificación con pequeña distorsión que adopta el sentido de la audición en un grado incrementado mediante aplanamiento de las ondas de la amplitud de una envolvente espectral de potencia, en mayor cantidad para una frecuencia más alta, cuando se elimina la influencia de la envolvente espectral de potencia en la señal sonora de entrada.

Con el fin de que la unidad de codificación en el dominio de la frecuencia consiga codificar con pequeña distorsión teniendo en cuenta el sentido de la audición, es necesario que la serie $\sim W_{\gamma R}[1], \sim W_{\gamma R}[2], \dots, \sim W_{\gamma R}[N]$ de envolvente espectral de potencia alisada aproximada se aproxime a la $W_{\gamma R}[1], W_{\gamma R}[2], \dots, W_{\gamma R}[N]$ de envolvente espectral de potencia alisada con una alta precisión. Dicho de otra manera, suponiendo que

$$a_{\gamma R}[i] = a[i] \times (\gamma R)^i \quad (i=1, \dots, p),$$

resulta deseable que la secuencia $\hat{a}[1]X(\gamma R), \hat{a}[2]X(\gamma R)^2, \dots, \hat{a}[p]X(\gamma R)^p$ de coeficientes de predicción lineal cuantificados ajustados sea una serie que se aproxime a la secuencia $a_{\gamma R}[1], a_{\gamma R}[2], \dots, a_{\gamma R}[p]$ de coeficientes de predicción lineal ajustados con alta precisión.

5 Sin embargo, la unidad de codificación de LSP de un aparato de codificación convencional realiza el procesamiento de codificación de modo que la distorsión entre la secuencia $\hat{\theta}[1], \hat{\theta}[2], \dots, \hat{\theta}[p]$ de parámetros de LSP cuantificados y la secuencia $\theta[1], \theta[2], \dots, \theta[p]$ de parámetros de LSP, se minimiza. Esto significa determinar la secuencia $\hat{\theta}[1], \hat{\theta}[2], \dots, \hat{\theta}[p]$ de parámetros de LSP cuantificados de modo que una envolvente espectral de potencia que no tiene en cuenta el sentido de la audición (es decir, que no haya sido alisada con el factor γR de ajuste) se aproxime con alta precisión. Por consiguiente, la distorsión entre la secuencia $\hat{a}[1]X(\gamma R), \hat{a}[2]X(\gamma R)^2, \dots, \hat{a}[p]X(\gamma R)^p$ de coeficientes de predicción lineal cuantificados ajustados generada a partir de la secuencia $\hat{\theta}[1], \hat{\theta}[2], \dots, \hat{\theta}[p]$ de parámetros de LSP cuantificados y la secuencia $a_{\gamma R}[1], a_{\gamma R}[2], \dots, a_{\gamma R}[p]$ de coeficientes de predicción lineal ajustados no se minimiza, conduciendo a una gran distorsión de codificación en la unidad de codificación en el dominio de la frecuencia.

10 Un objeto de la presente invención consiste en proporcionar técnicas de codificación que usen selectivamente codificación en el dominio de la frecuencia y codificación en el dominio del tiempo conforme a las características de la señal sonora de entrada, y que sean capaces de reducir la distorsión de codificación en cuanto a codificación en el dominio de la frecuencia en comparación con las técnicas convencionales, y que también generen parámetros de LSP que correspondan a parámetros de LSP cuantificados para la trama precedente y que van a ser usados en codificación en el dominio del tiempo, a partir de coeficientes de predicción lineal resultantes de la codificación en el dominio de la frecuencia o de coeficientes equivalentes a coeficientes de predicción lineal, tipificados mediante parámetros de LSP. Otro objeto de la presente invención consiste en generar coeficientes equivalentes a coeficientes de predicción lineal que tengan grados variables de efecto de alisamiento a partir de coeficientes equivalentes a coeficientes de predicción lineal usados, por ejemplo, en la técnica de codificación descrita con anterioridad.

[MEDIOS PARA RESOLVER LOS PROBLEMAS]

25 Con el fin de alcanzar los objetos, la presente invención proporciona un método de codificación y un aparato de codificación, así como un programa correspondiente y un soporte de registro legible con ordenador, que tienen las características de las respectivas reivindicaciones independientes. Las realizaciones preferidas están descritas en las reivindicaciones dependientes.

30 Todas las ocurrencias que siguen de la palabra "realización(es)", si se refieren a combinaciones de características diferentes de las definidas por las reivindicaciones independientes, se refieren a ejemplos que fueron presentados inicialmente, pero que no representan realizaciones de la invención actualmente reivindicada; estos ejemplos son aún mostrados con fines ilustrativos solamente.

35 Un método de generación de secuencia de parámetros en el dominio de la frecuencia según un ejemplo que es útil para la comprensión de la invención incluye, cuando p es un número entero igual a, o mayor que 1, γ_1 es una constante positiva igual a, o menor que 1, $a[1], a[2], \dots, a[p]$ son una secuencia de coeficientes de predicción lineal que se obtiene mediante análisis de predicción lineal de señales de audio en un segmento de tiempo predeterminado, y $\omega[1], \omega[2], \dots, \omega[p]$ son una secuencia de parámetros en el dominio de la frecuencia deducida a partir de la secuencia $a[1], a[2], \dots, a[p]$ de coeficientes de predicción lineal, una etapa de conversión de secuencia de parámetros para determinar una secuencia $\sim\omega[1], \sim\omega[2], \dots, \sim\omega[p]$ de parámetros en el dominio de la frecuencia convertidos usando la secuencia $\omega[1], \omega[2], \dots, \omega[p]$ de parámetros del dominio de la frecuencia como entrada. La etapa de conversión de secuencia de parámetros determina un valor de cada uno de los parámetros $\sim\omega[i]$ ($i = 1, 2, \dots, p$) en el dominio de la frecuencia convertidos, en la secuencia $\sim\omega[1], \sim\omega[2], \dots, \sim\omega[p]$ de parámetros en el dominio de la frecuencia convertidos por medio de transformación lineal que está basada en una relación de valores entre $\omega[i]$ y uno o más parámetros del dominio de la frecuencia adyacentes a $\omega[i]$ ($i = 1, 2, \dots, p$) en la secuencia $\omega[1], \omega[2], \dots, \omega[p]$ de parámetros en el dominio de la frecuencia es un parámetro en el dominio de la frecuencia equivalente $a_{\gamma_1}[1], a_{\gamma_1}[2], \dots, a_{\gamma_1}[p]$, o un valor cuantificado de dicho parámetro en el dominio de la frecuencia, donde:

$$a_{\gamma_1}[i] = a[i] \times (\gamma_1)^i$$

50 Un método de codificación según otro ejemplo que es útil para la comprensión de la invención incluye, cuando γ es un factor de ajuste que es una constante positiva igual o menor que 1, una etapa de ajuste de coeficientes de predicción lineal para generación de una secuencia $a_{\gamma}[1], a_{\gamma}[2], \dots, a_{\gamma}[p]$ de coeficientes de predicción lineal ajustados mediante ajuste de la secuencia $a[1], a[2], \dots, a[p]$ de coeficientes de predicción lineal usando el factor γ de ajuste; una etapa de generación de LSP ajustado para la generación de una secuencia $\theta_{\gamma}[1], \theta_{\gamma}[2], \dots, \theta_{\gamma}[p]$ de parámetros de LSP ajustados usando la secuencia $a_{\gamma}[1], a_{\gamma}[2], \dots, a_{\gamma}[p]$ de coeficientes de predicción lineal ajustados; una etapa de codificación de LSP ajustado para la codificación de la secuencia $\theta_{\gamma}[1], \theta_{\gamma}[2], \dots, \theta_{\gamma}[p]$ de parámetros de LSP ajustados para generar códigos de LSP ajustados, y una secuencia $\hat{\theta}_{\gamma}[1], \hat{\theta}_{\gamma}[2], \dots, \hat{\theta}_{\gamma}[p]$ de parámetros de LSP cuantificados ajustados correspondientes a los códigos de LSP ajustados; una etapa de transformación lineal de LSP para, con la secuencia $\omega[1], \omega[2], \dots, \omega[p]$ de parámetros en el dominio de la frecuencia siendo la secuencia

$\hat{\theta}_\gamma[1], \hat{\theta}_\gamma[2], \dots, \hat{\theta}_\gamma[p]$ de parámetros de LSP cuantificados ajustados, y $\gamma_1 = \gamma$ y $\gamma_2 = 1$, ejecutar la etapa de conversión de secuencia de parámetros del método de generación de secuencia de parámetros en el dominio de la frecuencia que se ha descrito en uno cualquiera de los aspectos primero a cuarto, para generar con ello la secuencia $\sim\omega[1], \sim\omega[2], \dots, \sim\omega[p]$ de parámetros en el dominio de la frecuencia convertidos como una secuencia $\hat{\theta}_{app}[1], \hat{\theta}_{app}[2], \dots, \hat{\theta}_{app}[p]$ de parámetros de LSP cuantificados aproximados; una etapa de generación de secuencia de coeficientes de predicción lineal cuantificados para la generación de una secuencia $\hat{a}_\gamma[1], \hat{a}_\gamma[2], \dots, \hat{a}_\gamma[p]$ de coeficientes de predicción lineal cuantificados ajustados mediante conversión de la secuencia $\hat{\theta}_\gamma[1], \hat{\theta}_\gamma[2], \dots, \hat{\theta}_\gamma[p]$ de parámetros de LSP cuantificados ajustados a coeficientes de predicción lineal; una etapa de cálculo de serie de envolvente espectral de potencia alisada cuantificada para el cálculo de una serie $\hat{W}_\gamma[1], \hat{W}_\gamma[2], \dots, \hat{W}_\gamma[N]$ de envolvente espectral de potencia alisada cuantificada que es una serie en el dominio de la frecuencia correspondiente a la secuencia $\hat{a}_\gamma[1], \hat{a}_\gamma[2], \dots, \hat{a}_\gamma[p]$ de coeficientes de predicción lineal cuantificados ajustados; una etapa de codificación en el dominio de la frecuencia para la generación de códigos de señal en el dominio de la frecuencia mediante codificación de una secuencia $X[1], X[2], \dots, X[N]$ de muestra del dominio de la frecuencia correspondiente a las señales de audio usando la serie $\hat{W}_\gamma[1], \hat{W}_\gamma[2], \dots, \hat{W}_\gamma[N]$ de envolvente espectral de potencia alisada cuantificada; una etapa de generación de LSP para la generación de una secuencia $\theta[1], \theta[2], \dots, \theta[p]$ de parámetros de LSP usando la secuencia $a[1], a[2], \dots, a[p]$ de coeficientes de predicción lineal; una etapa de codificación de LSP para la codificación de la secuencia $\theta[1], \theta[2], \dots, \theta[p]$ de parámetros de LSP para generar códigos de LSP y una secuencia $\hat{\theta}[1], \hat{\theta}[2], \dots, \hat{\theta}[p]$ de parámetros de LSP cuantificados correspondientes a los códigos de LSP; y una etapa de codificación en el dominio del tiempo para la codificación de las señales de audio para generar códigos de señal en el dominio del tiempo usando cualquiera de entre una secuencia de parámetros de LSP cuantificados obtenida en el etapa de codificación de LSP para un segmento de tiempo precedente o una secuencia de parámetros de LSP cuantificados aproximados obtenida en la etapa de transformación lineal de LSP para el segmento de tiempo precedente, y la secuencia de parámetros de LSP cuantificados para el segmento de tiempo predeterminado.

Un método de codificación según otro ejemplo más que es útil para la comprensión de la invención incluye, cuando γ es un factor de ajuste que es una constante positiva igual o menor que 1, una etapa de ajuste de coeficientes de predicción lineal para la generación de una secuencia $a_\gamma[1], a_\gamma[2], \dots, a_\gamma[p]$ de coeficientes de predicción lineal ajustados, mediante ajuste de la secuencia $a[1], a[2], \dots, a[p]$ de coeficientes de predicción lineal usando el factor γ de ajuste; una etapa de generación de LSP ajustado para generación de una secuencia $\theta_\gamma[1], \theta_\gamma[2], \dots, \theta_\gamma[p]$ de parámetros de LSP ajustados usando la secuencia $a_\gamma[1], a_\gamma[2], \dots, a_\gamma[p]$ de coeficientes de predicción lineal ajustados; una etapa de codificación de LSP ajustado para codificación de la secuencia $\theta_\gamma[1], \theta_\gamma[2], \dots, \theta_\gamma[p]$ de parámetros de LSP ajustados para generar códigos de LSP ajustados y una secuencia $\hat{\theta}_\gamma[1], \hat{\theta}_\gamma[2], \dots, \hat{\theta}_\gamma[p]$ de parámetros de LSP cuantificados ajustados correspondientes a los códigos de LSP ajustados; una etapa de transformación lineal de LSP, siendo la secuencia $\omega[1], \omega[2], \dots, \omega[p]$ de parámetros en el dominio de la frecuencia la secuencia $\hat{\theta}_\gamma[1], \hat{\theta}_\gamma[2], \dots, \hat{\theta}_\gamma[p]$ de parámetros de LSP cuantificados ajustados y $\gamma_1 = \gamma$ y $\gamma_2 = 1$, ejecutando la etapa de conversión de secuencia de parámetros del método de generación de secuencia de parámetros en el dominio de la frecuencia descrito en uno cualquiera de los aspectos primero a cuarto para generar con ello la secuencia $\sim\omega[1], \sim\omega[2], \dots, \sim\omega[p]$ de parámetros en el dominio de la frecuencia convertidos como secuencia $\hat{\theta}_{app}[1], \hat{\theta}_{app}[2], \dots, \hat{\theta}_{app}[p]$ de parámetros de LSP cuantificados aproximados; una etapa de cálculo de serie de envolvente espectral de potencia alisada cuantificada para calcular una serie $\hat{W}_\gamma[1], \hat{W}_\gamma[2], \dots, \hat{W}_\gamma[N]$ de envolvente espectral de potencia alisada cuantificada en base a la secuencia $\hat{\theta}_\gamma[1], \hat{\theta}_\gamma[2], \dots, \hat{\theta}_\gamma[p]$ de parámetros de LSP cuantificados ajustados; una etapa de codificación en el dominio de la frecuencia para generación de códigos de señal en el dominio de la frecuencia mediante codificación de una secuencia $X[1], X[2], \dots, X[N]$ de muestra en el dominio de la frecuencia correspondiente a las señales de audio usando la serie $\hat{W}_\gamma[1], \hat{W}_\gamma[2], \dots, \hat{W}_\gamma[N]$ de envolvente espectral de potencia alisada cuantificada; una etapa de generación de LSP para la generación de una secuencia $\theta[1], \theta[2], \dots, \theta[p]$ de parámetros de LSP usando la secuencia $a[1], a[2], \dots, a[p]$ de coeficientes de predicción lineal; una etapa de codificación de LSP para codificación de la secuencia $\theta[1], \theta[2], \dots, \theta[p]$ de parámetros de LSP para generar códigos de LSP y una secuencia $\hat{\theta}[1], \hat{\theta}[2], \dots, \hat{\theta}[p]$ de parámetros de LSP cuantificados correspondientes a los códigos de LSP; y una etapa de codificación en el dominio del tiempo para codificación de las señales de audio, para generar códigos de señal en el dominio del tiempo usando cualquiera de entre una secuencia de parámetros de LSP cuantificados obtenida en la etapa de codificación de LSP para un segmento de tiempo precedente, o bien una secuencia de parámetros de LSP cuantificados aproximados obtenida en la etapa de transformación lineal de LSP para el segmento de tiempo precedente, y la secuencia de parámetros de LSP cuantificados para el segmento de tiempo predeterminado.

[EFECTOS DE LA INVENCION]

Según las técnicas de codificación de la presente invención, es posible reducir la distorsión de codificación en codificación en el dominio de la frecuencia en comparación con las técnicas convencionales, y también obtener parámetros de LSP que correspondan a parámetros de LSP cuantificados para la trama precedente y que van a ser usados en codificación en el dominio del tiempo a partir de coeficientes de predicción lineal resultantes de la codificación en el dominio de la frecuencia o coeficientes equivalentes a coeficientes de predicción lineal, tipificados mediante parámetros de LSP. También es posible generar coeficientes equivalentes a coeficientes de predicción

lineal que tengan grados variables de efecto de alisamiento a partir de coeficientes equivalentes a los coeficientes de predicción lineal usados, por ejemplo, en la técnica de codificación descrita con anterioridad.

[BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS]

- 5 La Figura 1 es un diagrama que ilustra la configuración funcional de un aparato de codificación convencional;
 La Figura 2 es un diagrama que ilustra el flujo de proceso de un método de codificación convencional;
 La Figura 3 es un diagrama que ilustra la relación entre un aparato de codificación y un aparato de descodificación;
- 10 La Figura 4 es un diagrama que ilustra la configuración funcional de un aparato de codificación en una primera realización;
 La Figuras 5 es un diagrama que ilustra el flujo de proceso del método de codificación en la primera realización;
 La Figura 6 es un diagrama que ilustra la configuración funcional de un aparato de descodificación en la primera realización;
- 15 La Figura 7 es un diagrama que ilustra el flujo de proceso del método de codificación en la primera realización;
 La Figura 8 es un diagrama que ilustra la configuración funcional del aparato de codificación en una segunda realización;
 La Figura 9 es un diagrama para describir la naturaleza de los parámetros de LSP;
- 20 La Figura 10 es un diagrama para describir la naturaleza de los parámetros de LSP;
 La Figura 11 es un diagrama para describir la naturaleza de los parámetros de LSP;
 La Figura 12 es un diagrama que ilustra el flujo de proceso del método de codificación en la segunda realización;
- 25 La Figura 13 es un diagrama que ilustra la configuración funcional del aparato de descodificación en la segunda realización;
 La Figura 14 es un diagrama que ilustra el flujo de proceso del método de descodificación en la segunda realización;
 La Figura 15 es un diagrama que ilustra la configuración funcional de un aparato de codificación en una modificación de la segunda realización;
- 30 La Figura 16 es un diagrama que ilustra el flujo de proceso del método de codificación en la modificación de la segunda realización;
 La Figura 17 es un diagrama que ilustra la configuración funcional del aparato de codificación en una tercera realización;
- 35 La Figura 18 es un diagrama que ilustra el flujo de proceso del método de codificación en la tercera realización;
 La Figura 19 es un diagrama que ilustra la configuración funcional del aparato de descodificación en la tercera realización;
 La Figura 20 es un diagrama que ilustra el flujo de proceso del método de descodificación en la tercera realización;
- 40 La Figura 21 es un diagrama que ilustra la configuración funcional del aparato de codificación en una cuarta realización;
 La Figura 22 es un diagrama que ilustra el flujo de proceso del método de codificación en la cuarta realización;
- 45 La Figura 23 es un diagrama que ilustra la configuración funcional de un aparato de generación de secuencia de parámetros en el dominio de la frecuencia en una quinta realización.

[DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS REALIZACIONES]

50 Las realizaciones de la presente invención van a ser descritas a continuación. En los dibujos usados en la descripción que sigue, los componentes que tengan la misma función o las etapas que realizan el mismo procesamiento, se han señalado con los mismos caracteres de referencia y se omiten las descripciones repetidas.

[Primera realización]

55 Un aparato de codificación según una primera realización obtiene, en una trama para la que se realiza codificación en el dominio del tiempo, códigos de LSP mediante codificación de parámetros de LSP que han sido convertidos a partir de coeficientes de predicción lineal. En una trama para la que se realiza codificación en el dominio de la frecuencia, el aparato de codificación obtiene códigos de LSP ajustados codificando parámetros de LSP ajustados que han sido convertidos a partir de coeficientes de predicción lineal ajustados. Cuando se ha de realizar codificación en el dominio del tiempo en una trama que sigue a una trama para la que se realizó codificación en el dominio de la frecuencia, los coeficientes de predicción lineal generados por ajuste inverso de los coeficientes de predicción lineal que corresponden a parámetros de LSP correspondientes a códigos de LSP ajustados, se convierten a LSPs, los cuales son usados a continuación como parámetros de LSP en la codificación en el dominio del tiempo para la siguiente trama.

65 Un aparato de descodificación según la primera realización obtiene, en una trama para la que se realiza descodificación en el dominio del tiempo, coeficientes de predicción lineal que han sido convertidos a partir de

parámetros de LSP resultantes de la descodificación de códigos de LSP y los usa para descodificación en el dominio del tiempo. En una trama para la que se realiza descodificación en el dominio de la frecuencia, el aparato de descodificación usa parámetros de LSP ajustados, generados por descodificación de códigos de LSP ajustados para la descodificación en el dominio de la frecuencia. Cuando se ha de realizar descodificación en el dominio del tiempo en una trama siguiente a una trama para la que se ha realizado descodificación en el dominio de la frecuencia, los coeficientes de predicción lineal generados por ajuste inverso de coeficientes de predicción lineal que corresponden a parámetros de LSP correspondientes a los códigos de LSP ajustados, se convierten a LSPs, los cuales son usados a continuación como parámetros de LSP en la descodificación en el dominio del tiempo para la siguiente trama.

En los aparatos de codificación y de descodificación según la primera realización, según se ha ilustrado en la Figura 3, señales sonoras de entrada que se introducen en un aparato 1 de codificación son codificadas según una secuencia de códigos, la cual se envía a continuación desde el aparato 1 de codificación al aparato 2 de descodificación, en el que la secuencia de códigos se descodifica en señales sonoras descodificadas y se presentan a la salida.

<Aparato de codificación>

Según se ha mostrado en la Figura 4, el aparato 1 de codificación incluye, al igual que en el caso del aparato 9 de codificación convencional, una unidad 100 de entrada, una unidad 105 de análisis de predicción lineal, una unidad 110 de generación de LSP, una unidad 115 de codificación de LSP, una unidad 120 de extracción de magnitud de característica, una unidad 150 de codificación en el dominio del tiempo, y una unidad 175 de salida, por ejemplo. El aparato 1 de codificación incluye además una unidad 125 de ajuste de coeficiente de predicción lineal, una unidad 130 de generación de LSP ajustado, una unidad 135 de codificación de LSP ajustado, una unidad 140 de generación de coeficientes de predicción lineal cuantificados, una primera unidad 145 de cálculo de serie de envolvente espectral de potencia alisada cuantificada, una unidad 155 de ajuste inverso de coeficientes de predicción lineal cuantificados, y una unidad 160 de generación de LSP ajustado inverso, por ejemplo.

El aparato 1 de codificación es un dispositivo especializado construido mediante incorporación de programas espaciales en un ordenador conocido o dedicado que tiene una unidad central de procesamiento (CPU), memoria principal (memoria de acceso aleatorio o RAM), y similares, por ejemplo. El aparato 1 de codificación realiza varias clases de procesamiento bajo el control de la unidad central de procesamiento, por ejemplo. La entrada de datos en el aparato 1 de codificación o los datos resultantes de las diversas clases de procesamiento, se almacenan en la memoria principal, por ejemplo, y los datos almacenados en la memoria principal se recuperan para su uso en otro procesamiento, según sea necesario. Al menos algunos de los componentes de procesamiento del aparato 1 de codificación pueden ser implementados mediante hardware, tal como un circuito integrado.

Según se ha mostrado en la Figura 4, el aparato 1 de codificación en la primera realización difiere del aparato 9 de codificación convencional en que, cuando la magnitud de característica extraída por la unidad 120 de extracción de magnitud de característica es menor que un umbral predeterminado (es decir, cuando la variación temporal en la señal sonora de entrada es pequeña), el aparato 1 de codificación realiza la codificación de una secuencia $\theta_{\gamma R}[1]$, $\theta_{\gamma R}[2]$, ..., $\theta_{\gamma R}[p]$ de parámetros de LSP ajustados, la cual es una serie generada por conversión de una secuencia $a_{\gamma R}[1]$, $a_{\gamma R}[2]$, ..., $a_{\gamma R}[p]$ de coeficientes de predicción lineal ajustados, a parámetros de LSP, y presenta a la salida el código C_{γ} de LSP ajustado, en vez de codificar una secuencia $\theta[1]$, $\theta[2]$, ..., $\theta[p]$ de parámetros de LSP que es una serie generada por conversión de la secuencia $a[1]$, $a[2]$, ..., $a[p]$ de coeficientes de predicción lineal, a parámetros de LSP y presentar a la salida el código C_1 de LSP.

Con la configuración de la primera realización, cuando la magnitud de característica extraída por la unidad 120 de extracción de magnitud de característica en la trama precedente sea menor que el umbral predeterminado (es decir, cuando la variación temporal en la señal sonora de entrada sea pequeña), no se genera la secuencia $\wedge\theta[1]$, $\wedge\theta[2]$, ..., $\wedge\theta[p]$ de parámetros de LSP cuantificados y por lo tanto no puede ser introducida en la unidad 165 de entrada de retardo. La unidad 155 de ajuste inverso de coeficientes de predicción lineal cuantificados y la unidad 160 de generación de LSP ajustado inverso, son componentes de procesamiento añadidos para el direccionamiento de: cuando la magnitud de característica extraída por la unidad 120 de extracción de magnitud de característica en la trama precedente haya sido más pequeña que el umbral predeterminado (es decir, cuando la variación temporal en la señal sonora de entrada haya sido pequeña), éstos generan una serie de aproximaciones de la secuencia $\wedge\theta[1]$, $\wedge\theta[2]$, ..., $\wedge\theta[p]$ de parámetros de LSP cuantificados para la trama precedente, para que sea usada en la unidad 170 de codificación en el dominio del tiempo, a partir de la secuencia $\wedge a_{\gamma R}[1]$, $\wedge a_{\gamma R}[2]$, ..., $\wedge a_{\gamma R}[p]$ de coeficientes de predicción lineal cuantificados ajustados. En este caso, una secuencia $\wedge\theta'[1]$, $\wedge\theta'[2]$, ..., $\wedge\theta'[p]$ de parámetros de LSF de ajuste inverso es la serie de aproximaciones de la secuencia $\wedge\theta[1]$, $\wedge\theta[2]$, ..., $\wedge\theta[p]$ de parámetros de LSP cuantificados.

<Método de codificación>

Con referencia a la Figura 5, se va a describir el método de codificación según la primera realización. La descripción que sigue está enfocada principalmente a las diferencias frente a la técnica convencional descrita con anterioridad.

5 En la etapa S125, la unidad 125 de ajuste de coeficientes de predicción lineal determina una serie de coeficientes, $a_{\gamma R}[i] = a[1]X_{\gamma R}^i$, que es el producto de cada coeficiente $a[i]$ ($i = 1, \dots, p$) en la secuencia $a[1], a[2], \dots, a[p]$ de coeficientes de predicción lineal presentada a la salida por la unidad 105 de análisis de predicción lineal, y la i ésima potencia del factor γR de ajuste, y la presenta a la salida. En la descripción que sigue, la serie $a_{\gamma R}[1], a_{\gamma R}[2], \dots, a_{\gamma R}[p]$ determinada se denominará secuencia de coeficientes de predicción lineal ajustados.

10 La secuencia $a_{\gamma R}[1], a_{\gamma R}[2], \dots, a_{\gamma R}[p]$ de coeficientes de predicción lineal ajustados presentada a la salida por la unidad 125 de ajuste de coeficientes de predicción lineal, se introduce en la unidad 130 de generación de LSP ajustado.

15 En la etapa S130, la unidad 130 de generación de LSP ajustado determina y presenta a la salida una secuencia $\theta_{\gamma R}[1], \theta_{\gamma R}[2], \dots, \theta_{\gamma R}[p]$ de parámetros de LSP ajustados, la cual es una serie de parámetros de LSP correspondiente a la secuencia $a_{\gamma R}[1], a_{\gamma R}[2], \dots, a_{\gamma R}[p]$ de coeficientes de predicción lineal ajustados, presentada a la salida por la unidad 125 de ajuste de coeficientes de predicción lineal. La secuencia $\theta_{\gamma R}[1], \theta_{\gamma R}[2], \dots, \theta_{\gamma R}[p]$ de parámetros de LSP ajustados es una serie en donde los valores están dispuestos en orden ascendente. Es decir, ésta satisface

$$0 < \theta_{\gamma R}[1] < \theta_{\gamma R}[2] < \dots < \theta_{\gamma R}[p] < \pi.$$

20 La secuencia $\theta_{\gamma R}[1], \theta_{\gamma R}[2], \dots, \theta_{\gamma R}[p]$ de parámetros de LSP ajustados presentada a la salida por la unidad 130 de generación de LSP ajustado, se introduce en la unidad 135 de codificación de LSP ajustado.

25 En la etapa S135, la unidad 135 de codificación de LSP ajustado codifica la secuencia $\theta_{\gamma R}[1], \theta_{\gamma R}[2], \dots, \theta_{\gamma R}[p]$ de parámetros de LSP ajustados presentada a la salida por la unidad 130 de generación de LSP ajustado, y genera el código C_{γ} de LSP ajustado y una serie de parámetros de LSP ajustados cuantificados, $\hat{\theta}_{\gamma R}[1], \hat{\theta}_{\gamma R}[2], \dots, \hat{\theta}_{\gamma R}[p]$, correspondientes al código C_{γ} de LSP ajustado, y los presenta a la salida. En la descripción que sigue, la serie $\hat{\theta}_{\gamma R}[1], \hat{\theta}_{\gamma R}[2], \dots, \hat{\theta}_{\gamma R}[p]$ se denominará secuencia de parámetros de LSP cuantificados ajustados.

30 La secuencia $\hat{\theta}_{\gamma R}[1], \hat{\theta}_{\gamma R}[2], \dots, \hat{\theta}_{\gamma R}[p]$ de parámetros de LSP cuantificados ajustados presentada a la salida por la unidad 135 de codificación de LSP ajustado, se introduce en la unidad 140 de generación de coeficientes de predicción lineal cuantificados. El código C_{γ} de LSP ajustado presentado a la salida por la unidad 135 de codificación de LSP ajustado, se introduce en la unidad 175 de salida.

35 En la etapa 140, la unidad 140 de generación de coeficientes de predicción lineal cuantificados genera y presenta a la salida una serie de coeficientes de predicción lineal, $\hat{a}_{\gamma R}[1], \hat{a}_{\gamma R}[2], \dots, \hat{a}_{\gamma R}[p]$, a partir de la secuencia $\hat{\theta}_{\gamma R}[1], \hat{\theta}_{\gamma R}[2], \dots, \hat{\theta}_{\gamma R}[p]$ de parámetros de LSP cuantificados ajustados, presentada a la salida por la unidad 135 de codificación de LSP ajustado. En la descripción que sigue, la serie $\hat{a}_{\gamma R}[1], \hat{a}_{\gamma R}[2], \dots, \hat{a}_{\gamma R}[p]$ se denominará secuencia de coeficientes de predicción lineal cuantificados ajustados.

40 La secuencia $\hat{a}_{\gamma R}[1], \hat{a}_{\gamma R}[2], \dots, \hat{a}_{\gamma R}[p]$ de coeficientes de predicción lineal cuantificados ajustados presentada a la salida por la unidad 140 de generación de coeficientes de predicción lineal cuantificados, se introduce en la primera unidad 145 de cálculo de serie de envolvente espectral de potencia alisada cuantificada y en la unidad 155 de ajuste inverso de coeficientes de predicción lineal cuantificados.

45 En la etapa S145, la primera unidad 145 de cálculo de serie de envolvente espectral de potencia alisada cuantificada genera y presenta a la salida una serie $\hat{W}_{\gamma R}[1], \hat{W}_{\gamma R}[2], \dots, \hat{W}_{\gamma R}[N]$ de envolvente espectral de potencia alisada cuantificada según la Fórmula (8), usando cada coeficiente $\hat{a}_{\gamma R}[i]$ en la secuencia $\hat{a}_{\gamma R}[1], \hat{a}_{\gamma R}[2], \dots, \hat{a}_{\gamma R}[p]$ de coeficientes de predicción lineal cuantificados ajustados presentada a la salida por la unidad 140 de generación de coeficientes de predicción lineal cuantificados.

50

$$\hat{W}_{\gamma R}[n] = \frac{\sigma^2}{2\pi \left| 1 + \sum_{i=1}^p \hat{a}_{\gamma R}[i] \cdot \exp(-ijn) \right|^2} \quad \dots (8)$$

55 La serie $\hat{W}_{\gamma R}[1], \hat{W}_{\gamma R}[2], \dots, \hat{W}_{\gamma R}[N]$ de envolvente espectral de potencia alisada cuantificada, presentada a la salida por la primera unidad 145 de cálculo de serie de envolvente espectral de potencia alisada cuantificada, se introduce en la unidad 150 de codificación en el dominio de la frecuencia.

El procesamiento en la unidad 150 de codificación en el dominio de la frecuencia, es el mismo que el realizado por la unidad 150 de codificación en el dominio de la frecuencia del aparato 9 de codificación convencional salvo en que usa la serie $^{\wedge}W_{\gamma R}[1], ^{\wedge}W_{\gamma R}[2], \dots, ^{\wedge}W_{\gamma R}[N]$ de envolvente espectral de potencia alisada cuantificada en lugar de la serie $\sim W_{\gamma R}[1], \sim W_{\gamma R}[2], \dots, \sim W_{\gamma R}[N]$ de envolvente espectral de potencia alisada aproximada.

5 En la etapa S155, la unidad 155 de ajuste inverso de coeficientes de predicción lineal cuantificados determina una serie $^{\wedge}a_{\gamma}[1]/(\gamma R), ^{\wedge}a_{\gamma}[2]/(\gamma R)^2, \dots, ^{\wedge}a_{\gamma}[p]/(\gamma R)^p$ de valor $a_{\gamma}[i]/(\gamma R)^i$ determinado al dividir el valor $^{\wedge}a_{\gamma R}[i]$ en la secuencia $^{\wedge}a_{\gamma R}[1], ^{\wedge}a_{\gamma R}[2], \dots, ^{\wedge}a_{\gamma R}[p]$ de coeficientes de predicción lineal cuantificados ajustados presentada a la salida por la unidad 140 de generación de coeficientes de predicción lineal cuantificados, por la $i^{\text{ésima}}$ potencia del factor γR de ajuste, y la presenta a la salida. En la descripción que sigue, la serie $^{\wedge}a_{\gamma}[1]/(\gamma R), ^{\wedge}a_{\gamma}[2]/(\gamma R)^2, \dots, ^{\wedge}a_{\gamma}[p]/(\gamma R)^p$ se denominará secuencia de coeficientes de predicción lineal de ajuste inverso. El factor γR de ajuste se establece en el mismo valor que el factor γR de ajuste usado en la unidad 125 de ajuste de coeficientes de predicción lineal.

10 La secuencia $^{\wedge}a_{\gamma}[1]/(\gamma R), ^{\wedge}a_{\gamma}[2]/(\gamma R)^2, \dots, ^{\wedge}a_{\gamma}[p]/(\gamma R)^p$ de coeficientes de predicción lineal de ajuste inverso presentada a la salida por la unidad 155 de ajuste inverso de coeficientes de predicción lineal cuantificados, se introduce en la unidad 160 de generación de LSP de ajuste inverso.

15 En la etapa S160, la unidad 160 de generación de LSP ajustado inverso determina y presenta a la salida una serie de parámetros de LSP, $^{\wedge}\theta'[1], ^{\wedge}\theta'[2], \dots, ^{\wedge}\theta'[p]$, a partir de la secuencia $^{\wedge}a_{\gamma}[1]/(\gamma R), ^{\wedge}a_{\gamma}[2]/(\gamma R)^2, \dots, ^{\wedge}a_{\gamma}[p]/(\gamma R)^p$ de coeficientes de predicción lineal de ajuste inverso presentada a la salida por la unidad 155 de ajuste inverso de coeficientes de predicción lineal cuantificados. En la descripción que sigue, la serie $^{\wedge}\theta'[1], ^{\wedge}\theta'[2], \dots, ^{\wedge}\theta'[p]$ de parámetros de LSP se denominará secuencia de parámetros de LSP de ajuste inverso. La secuencia $^{\wedge}\theta'[1], ^{\wedge}\theta'[2], \dots, ^{\wedge}\theta'[p]$ de parámetros de LSP de ajuste inverso es una serie en donde los valores están dispuestos en orden ascendente. Es decir, es una serie que satisface:

$$20 \quad 0 < ^{\wedge}\theta'[1] < ^{\wedge}\theta'[2] < \dots < ^{\wedge}\theta'[p] < \pi.$$

25 Los parámetros $^{\wedge}\theta'[1], ^{\wedge}\theta'[2], \dots, ^{\wedge}\theta'[p]$ de LSP de ajuste inverso presentados a la salida por la unidad 160 de generación de LSP de ajuste inverso, se introducen en la unidad 165 de entrada de retardo como secuencia $^{\wedge}\theta[1], ^{\wedge}\theta[2], \dots, ^{\wedge}\theta[p]$ de parámetros de LSP cuantificados. Es decir, se usan los parámetros $^{\wedge}\theta'[1], ^{\wedge}\theta'[2], \dots, ^{\wedge}\theta'[p]$ de LSP de ajuste inverso en vez de la secuencia $^{\wedge}\theta[1], ^{\wedge}\theta[2], \dots, ^{\wedge}\theta[p]$ de parámetros de LSP cuantificados.

30 En la etapa S175, el aparato 1 de codificación envía, por medio de la unidad 175 de salida, el código C1 de LSP presentado a la salida por la unidad 115 de codificación de LSP, el código Cg de identificación presentado a la salida por la unidad 120 de extracción de magnitud de característica, el código C γ de LSP ajustado presentado a la salida por la unidad 135 de codificación de LSP ajustado, y cualesquiera de los códigos de señal en el dominio de la frecuencia presentados a la salida por la unidad 150 de codificación en el dominio de la frecuencia o los códigos de señal en el dominio del tiempo presentados a la salida por la unidad 170 de codificación en el dominio del tiempo, para el aparato 2 de descodificación.

35 <Aparato de descodificación>
Según se ha ilustrado en la Figura 6, el aparato 2 de descodificación incluye una unidad 200 de entrada, una unidad 205 de descodificación de códigos de identificación, una unidad 210 de descodificación de códigos de LSP, una unidad 215 de descodificación de códigos de LSP ajustados, una unidad 220 de generación de coeficientes de predicción lineal descodificados, una primera unidad 225 de cálculo de serie de envolvente espectral de potencia alisada descodificada, una unidad 230 de descodificación en el dominio de la frecuencia, una unidad 235 de ajuste inverso de coeficientes de predicción lineal descodificados, una unidad 240 de generación de LSP de ajuste inverso descodificado, una unidad 245 de entrada de retardo, una unidad 250 de descodificación en el dominio del tiempo, y una unidad 255 de salida, por ejemplo.

40 El aparato 2 de descodificación es un dispositivo especializado construido mediante incorporación de programas especiales en un ordenador conocido o dedicado que tiene una unidad central de procesamiento (CPU), memoria principal (memoria de acceso aleatorio o RAM), y similares, por ejemplo. El aparato 2 de descodificación realiza varias clases de procesamiento bajo el control de la unidad central de procesamiento, por ejemplo. La entrada de datos al aparato 2 de descodificación o los datos resultantes de varias clases de procesamiento, se almacenan en la memoria principal, por ejemplo, y los datos almacenados en la memoria principal se recuperan para su uso en otro procesamiento según sea necesario. Al menos algunos de los componentes de procesamiento del aparato 2 de descodificación pueden ser implementados mediante hardware tal como un circuito integrado.

45 <Método de descodificación>
Con referencia a la Figura 7, se va a describir el método de descodificación en la primera realización.

50 En la etapa S200, una secuencia de códigos, generada en el aparato 1 de codificación, se introduce en el aparato 2

de descodificación. La secuencia de códigos contiene el código C1 de LSP, el código Cg de identificación, el código Cγ de LSP ajustado, y cualesquiera otros códigos de señal en el dominio de la frecuencia o códigos de señal en el dominio del tiempo.

5 En la etapa S205, la unidad 205 de descodificación de códigos de identificación implementa un control de modo que la unidad 215 de descodificación de códigos de LSP ajustados ejecutará el procesamiento consiguiente si el código Cg de identificación contenido en la secuencia de códigos de entrada corresponde a información indicativa del método de codificación en el dominio de la frecuencia, y de modo que la unidad 210 de descodificación de códigos de LSP ejecutará el procesamiento consiguiente si el código Cg de identificación corresponde a información
10 indicativa del método de codificación de en el dominio del tiempo.

La unidad 215 de descodificación de códigos de LSP ajustados, la unidad 220 de generación de coeficientes de predicción lineal descodificados, la primera unidad 225 de cálculo de serie de envolvente espectral de potencia alisada descodificada, la unidad 230 de descodificación en el dominio de la frecuencia, la unidad 235 de ajuste
15 inverso de coeficientes de predicción lineal descodificados, y la unidad 240 de generación de LSP ajustado inverso descodificado, se ejecutan cuando el código Cg de identificación contenido en la secuencia de códigos de entrada corresponde a información indicativa del método de codificación en el dominio de la frecuencia (etapa S206).

En la etapa S215, la unidad 215 de descodificación de códigos de LSP ajustados obtiene una secuencia $\hat{\theta}_{\gamma R}[1]$, $\hat{\theta}_{\gamma R}[2]$, ..., $\hat{\theta}_{\gamma R}[p]$ de parámetros de LSP ajustados descodificados mediante descodificación del código Cγ de LSP ajustado contenido en la secuencia de códigos de entrada, y la presenta a la salida. Es decir, obtiene y presenta a la salida una secuencia $\hat{\theta}_{\gamma R}[1]$, $\hat{\theta}_{\gamma R}[2]$, ..., $\hat{\theta}_{\gamma R}[p]$ de parámetros de LSP ajustados descodificados que es una secuencia de parámetros de LSP correspondientes al código Cγ de LSP ajustado. Se usan los mismos símbolos debido a que la secuencia $\hat{\theta}_{\gamma R}[1]$, $\hat{\theta}_{\gamma R}[2]$, ..., $\hat{\theta}_{\gamma R}[p]$ de parámetros de LSP ajustados descodificados obtenida en este caso, es idéntica a la secuencia $\hat{\theta}_{\gamma R}[1]$, $\hat{\theta}_{\gamma R}[2]$, ..., $\hat{\theta}_{\gamma R}[p]$ de parámetros de LSP cuantificados ajustados generada por el aparato 1 de codificación si el código Cγ de LSP ajustado presentado a la salida por el aparato 1 de codificación se introduce de manera precisa en el aparato 2 de descodificación sin que se vea afectado por errores de código o similares.
20

La secuencia $\hat{\theta}_{\gamma R}[1]$, $\hat{\theta}_{\gamma R}[2]$, ..., $\hat{\theta}_{\gamma R}[p]$ de parámetros de LSP ajustados descodificados presentada a la salida por la unidad 215 de descodificación de códigos de LSP ajustados, se introduce en la unidad 220 de generación de coeficientes de predicción lineal descodificados.
25

En la etapa S220, la unidad 220 de generación de coeficientes de predicción lineal descodificados genera y presenta a la salida una serie de coeficientes de predicción lineal, $\hat{a}_{\gamma R}[1]$, $\hat{a}_{\gamma R}[2]$, ..., $\hat{a}_{\gamma R}[p]$, a partir de la secuencia $\hat{\theta}_{\gamma R}[1]$, $\hat{\theta}_{\gamma R}[2]$, ..., $\hat{\theta}_{\gamma R}[p]$ de parámetros de LSP ajustados descodificados presentada a la salida por la unidad 215 de descodificación de códigos de LSP ajustados. En la descripción que sigue, la serie $\hat{a}_{\gamma R}[1]$, $\hat{a}_{\gamma R}[2]$, ..., $\hat{a}_{\gamma R}[p]$ se denominará secuencia de coeficientes de predicción lineal ajustados descodificados.
30

La secuencia $\hat{a}_{\gamma R}[1]$, $\hat{a}_{\gamma R}[2]$, ..., $\hat{a}_{\gamma R}[p]$ de coeficientes de predicción lineal descodificados presentada a la salida por la unidad 220 de generación de coeficientes de predicción lineal descodificados se introduce en la primera unidad 225 de cálculo de serie de envolvente espectral de potencia alisada descodificada y en la unidad 235 de ajuste inverso de coeficientes de predicción lineal descodificados.
35

En la etapa S225, la primera unidad 225 de cálculo de serie de envolvente espectral de potencia alisada descodificada genera y presenta a la salida una serie $\hat{W}_{\gamma R}[1]$, $\hat{W}_{\gamma R}[2]$, ..., $\hat{W}_{\gamma R}[N]$ de envolvente espectral de potencia alisada descodificada según la Fórmula (8), usando cada coeficiente $\hat{a}_{\gamma R}[i]$ en la secuencia $\hat{a}_{\gamma R}[1]$, $\hat{a}_{\gamma R}[2]$, ..., $\hat{a}_{\gamma R}[p]$ de coeficientes de predicción lineal ajustados descodificados presentada a la salida por la unidad 220 de generación de coeficientes de predicción lineal descodificados.
40

La serie $\hat{W}_{\gamma R}[1]$, $\hat{W}_{\gamma R}[2]$, ..., $\hat{W}_{\gamma R}[N]$ de envolvente espectral de potencia alisada descodificada presentada a la salida por la primera unidad 225 de cálculo de serie de envolvente espectral de potencia alisada descodificada, se introduce en la unidad 230 de descodificación en el dominio de la frecuencia.
45

En la etapa S230, la unidad 230 de descodificación en el dominio de la frecuencia descodifica los códigos de señal del dominio de la frecuencia contenidos en la secuencia de códigos de entrada, para determinar una secuencia $X_N[1]$, $X_N[2]$, ..., $X_N[N]$ de señales del dominio de la frecuencia normalizada descodificada. A continuación, la unidad 230 de descodificación en el dominio de la frecuencia obtiene una secuencia $X[1]$, $X[2]$, ..., $X[N]$ de señales en el dominio de la frecuencia descodificadas, multiplicando cada valor $X_N[n]$ ($n = 1, \dots, N$) de la secuencia $X_N[1]$, $X_N[2]$, ..., $X_N[N]$ de señales del dominio de la frecuencia normalizadas descodificadas por la raíz cuadrada de cada valor $\hat{W}_{\gamma R}[n]$ de la serie $\hat{W}_{\gamma R}[1]$, $\hat{W}_{\gamma R}[2]$, ..., $\hat{W}_{\gamma R}[N]$ de envolvente espectral de potencia alisada descodificada, y la presenta la salida. Es decir, calcula $X[n] = X_N[n] \times \sqrt{\hat{W}_{\gamma R}[n]}$. A continuación convierte la secuencia $X[1]$, $X[2]$, ..., $X[N]$ de señales del dominio de la frecuencia descodificadas, al dominio del tiempo, para obtener y presentar a la salida señales sonoras descodificadas.
50
55
60

- En la etapa S235, la unidad 235 de ajuste inverso de coeficientes de predicción lineal descodificados determina y presenta a la salida una serie, $\hat{a}_{\gamma R}[1]/(\gamma R)$, $\hat{a}_{\gamma R}[2]/(\gamma R)^2$, ..., $\hat{a}_{\gamma R}[p]/(\gamma R)^p$, de valor $\hat{a}_{\gamma R}[i]/(\gamma R)^i$ dividiendo cada valor $\hat{a}_{\gamma R}[i]$ en la secuencia $\hat{a}_{\gamma R}[1]$, $\hat{a}_{\gamma R}[2]$, ..., $\hat{a}_{\gamma R}[p]$ de coeficientes de predicción lineal ajustados descodificados presentada a la salida por la unidad 220 de generación de coeficientes de predicción lineal descodificados, por la $i^{\text{ésima}}$ potencia del factor γR de ajuste. En la descripción que sigue, la serie $\hat{a}_{\gamma R}[1]/(\gamma R)$, $\hat{a}_{\gamma R}[2]/(\gamma R)^2$, ..., $\hat{a}_{\gamma R}[p]/(\gamma R)^p$ se denominará secuencia de coeficientes de predicción lineal de ajuste inverso descodificados. El factor γR de ajuste se establece como el mismo valor que el factor γR de ajuste usado en la unidad 125 de ajuste de coeficientes de predicción lineal del aparato 1 de codificación.
- 5
- 10 La secuencia $\hat{a}_{\gamma R}[1]/(\gamma R)$, $\hat{a}_{\gamma R}[2]/(\gamma R)^2$, ..., $\hat{a}_{\gamma R}[p]/(\gamma R)^p$ de coeficientes de predicción lineal de ajuste inverso descodificados, presentada a la salida por la unidad 235 de ajuste inverso de coeficientes de predicción lineal descodificados, se introduce en la unidad 240 de generación de LSP ajustado inverso descodificado.
- En la etapa S240, la unidad 240 de generación de LSP de ajuste inverso descodificado determina una serie $\hat{\theta}'[1]$, $\hat{\theta}'[2]$, ..., $\hat{\theta}'[p]$ de parámetros de LSP a partir de la secuencia $\hat{a}_{\gamma R}[1]/(\gamma R)$, $\hat{a}_{\gamma R}[2]/(\gamma R)^2$, ..., $\hat{a}_{\gamma R}[p]/(\gamma R)^p$ de coeficientes de predicción lineal de ajuste inverso descodificados, y la presenta a la salida. En la descripción que sigue, la serie $\hat{\theta}'[1]$, $\hat{\theta}'[2]$, ..., $\hat{\theta}'[p]$ de parámetros de LSP se denominará secuencia de parámetros de LSP de ajuste inverso descodificados.
- 15
- 20 Los parámetros $\hat{\theta}'[1]$, $\hat{\theta}'[2]$, ..., $\hat{\theta}'[p]$ de LSP de ajuste inverso descodificados presentada a la salida por la unidad 240 de generación de LSP de ajuste inverso descodificado, se introducen en la unidad 245 de entrada de retardo como secuencia $\hat{\theta}[1]$, $\hat{\theta}[2]$, ..., $\hat{\theta}[p]$ de parámetros de LSP descodificados.
- La unidad 210 de descodificación de códigos de LSP, la unidad 245 de entrada de retardo y la unidad 250 de descodificación en el dominio del tiempo, se ejecutan cuando el código Cg de identificación contenido en la secuencia de códigos de entrada corresponde a información indicativa del método de codificación en el dominio del tiempo (etapa S206).
- 25
- 30 En la etapa S210, la unidad 210 de descodificación de códigos de LSP descodifica el código C1 de LSP contenido en la secuencia de códigos de entrada, para obtener una secuencia $\hat{\theta}[1]$, $\hat{\theta}[2]$, ..., $\hat{\theta}[p]$ de parámetros de LSP descodificados, y la presenta a la salida. Es decir, obtiene y presenta a la salida una secuencia $\hat{\theta}[1]$, $\hat{\theta}[2]$, ..., $\hat{\theta}[p]$ de parámetros de LSP descodificados, la cual es una secuencia de parámetros de LSP correspondiente al código C1 de LSP.
- 35 La secuencia $\hat{\theta}[1]$, $\hat{\theta}[2]$, ..., $\hat{\theta}[p]$ de parámetros de LSP descodificados presentada a la salida por la unidad 210 de descodificación de códigos de LSP, se introduce en la unidad 245 de entrada de retardo y en la unidad 250 de descodificación en el dominio del tiempo.
- En la etapa S245, la unidad 245 de entrada de retardo mantiene la secuencia $\hat{\theta}[1]$, $\hat{\theta}[2]$, ..., $\hat{\theta}[p]$ de parámetros de LSP descodificados de entrada y la presenta a la salida para la unidad 250 de descodificación en el dominio del tiempo con un retardo equivalente a la duración de una trama. Por ejemplo, si la trama actual es la $f^{\text{ésima}}$ trama, la secuencia de parámetros de LSP descodificados para la $(f-1)^{\text{ésima}}$ trama, $\hat{\theta}^{(f-1)}[1]$, $\hat{\theta}^{(f-1)}[2]$, ..., $\hat{\theta}^{(f-1)}[p]$, se presenta a la salida para la unidad 250 de descodificación en el dominio del tiempo.
- 40
- 45 Cuando el código Cg de identificación contenido en los códigos de entrada corresponde a información indicativa del método de codificación en el dominio de la frecuencia, la secuencia $\hat{\theta}'[1]$, $\hat{\theta}'[2]$, ..., $\hat{\theta}'[p]$ de parámetros de LSP de ajuste inverso descodificados, presentada a la salida por la unidad 240 de generación de LSP de ajuste inverso descodificado, se introduce en la unidad 245 de entrada de retardo como secuencia $\hat{\theta}[1]$, $\hat{\theta}[2]$, ..., $\hat{\theta}[p]$ de parámetros de LSP descodificados.
- 50
- 55 En la etapa S250, la unidad 250 de descodificación en el dominio del tiempo identifica las formas de onda contenidas en el libro de códigos adaptativos y las formas de onda en el libro de códigos fijos, a partir de los códigos de señal en el dominio del tiempo contenidos en la secuencia de códigos de entrada. Aplicando el filtro de síntesis a una señal generada por síntesis de las formas de onda en el libro de códigos adaptativos y las formas de onda en el libro de códigos fijos que han sido identificados, se determina una señal sintetizada a partir de la cual se ha eliminado el efecto de la envolvente espectral, y la señal sintetizada determinada se presenta a la salida como señal sonora descodificada.
- Los coeficientes de filtro para el filtro de síntesis se generan usando la secuencia de parámetros de LSP descodificados para la $f^{\text{ésima}}$ trama, $\hat{\theta}[1]$, $\hat{\theta}[2]$, ..., $\hat{\theta}[p]$, y la secuencia de parámetros de LSP descodificados para la $(f-1)^{\text{ésima}}$ trama, $\hat{\theta}^{(f-1)}[1]$, $\hat{\theta}^{(f-1)}[2]$, ..., $\hat{\theta}^{(f-1)}[p]$.
- 60
- Específicamente, una trama se divide primero en dos subtramas, y los coeficientes de filtro para el filtro de síntesis se determinan como sigue.
- 65 En la última semi-subtrama, se usa una serie de valores

$$\hat{a}[1] \times (\gamma R), \hat{a}[2] \times (\gamma R)^2, \dots, \hat{a}[p] \times (\gamma R)^p$$

5 como coeficientes de filtro para el filtro de síntesis. Ésta se obtiene multiplicando cada coeficiente $\hat{a}[i]$ de los coeficientes $\hat{a}[1], \hat{a}[2], \dots, \hat{a}[p]$ de predicción lineal descodificados, la cual es una secuencia de coeficientes generada por conversión de la secuencia de parámetros de LSP descodificados para la f ésima trama, $\hat{\theta}[1], \hat{\theta}[2], \dots, \hat{\theta}[p]$, a coeficientes de predicción lineal, por la i ésima potencia del factor γR de ajuste.

10 En la primera semi-subtrama, una serie de valores

$$\sim a[1] \times (\gamma R), \sim a[2] \times (\gamma R)^2, \dots, \sim a[p] \times (\gamma R)^p$$

15 que se obtiene al multiplicar cada coeficiente $\sim a[i]$ de los coeficientes $\sim a[1], \sim a[2], \dots, \sim a[p]$ de predicción lineal interpolados descodificados por la i ésima potencia del factor γR de ajuste, se usa como coeficientes de filtro para el filtro de síntesis. Los coeficientes $\sim a[1], \sim a[2], \dots, \sim a[p]$ de predicción lineal interpolados descodificados son una secuencia de coeficientes generada al convertir, a coeficientes de predicción lineal, la secuencia $\sim \theta[1], \sim \theta[2], \dots, \sim \theta[p]$ de parámetros de LSP interpolados descodificados, la cual es una serie de valores intermedios entre cada valor $\hat{\theta}[i]$ en la secuencia de parámetros de LSP descodificados para la f ésima trama, $\hat{\theta}[1], \hat{\theta}[2], \dots, \hat{\theta}[p]$, y cada valor $\hat{\theta}^{(f-1)}[i]$ en la secuencia de parámetros de LSP descodificados para la $(f-1)$ ésima trama, $\theta^{(f-1)}[1], \theta^{(f-1)}[2], \dots, \theta^{(f-1)}[p]$.
 20 Es decir,

$$\sim \theta[i] = 0.5 \times \hat{\theta}^{[f-1]}[i] + 0.5 \times \hat{\theta}[i] \quad (i=1, \dots, p).$$

<Efectos de la primera realización>

25 La unidad 135 de codificación de LSP ajustado del aparato 1 de codificación, determina una secuencia $\hat{\theta}_{\gamma R}[1], \hat{\theta}_{\gamma R}[2], \dots, \hat{\theta}_{\gamma R}[p]$ de parámetros de LSP cuantificados ajustados tal que minimiza la distorsión de la cuantificación entre la secuencia $\theta_{\gamma R}[1], \theta_{\gamma R}[2], \dots, \theta_{\gamma R}[p]$ de parámetros de LSP ajustados y la secuencia $\hat{\theta}_{\gamma R}[1], \hat{\theta}_{\gamma R}[2], \dots, \hat{\theta}_{\gamma R}[p]$ de parámetros de LSP cuantificados ajustados. Ésta puede determinar la secuencia $\hat{\theta}_{\gamma R}[1], \hat{\theta}_{\gamma R}[2], \dots, \hat{\theta}_{\gamma R}[p]$ de parámetros de LSP cuantificados ajustados de modo que una serie de envolvente espectral de potencia que tiene en cuenta el sentido de la audición (es decir, que ha sido alisada con el factor γR de ajuste) se aproxime con una alta precisión. La serie $\hat{W}_{\gamma R}[1], \hat{W}_{\gamma R}[2], \dots, \hat{W}_{\gamma R}[N]$ de envolvente espectral de potencia alisada cuantificada, la cual es una serie de envolvente espectral de potencia obtenida por expansión de la secuencia $\hat{\theta}_{\gamma R}[1], \hat{\theta}_{\gamma R}[2], \dots, \hat{\theta}_{\gamma R}[p]$ de parámetros de LSP cuantificados ajustados en el dominio de la frecuencia, puede aproximarse a la serie $W_{\gamma R}[1], W_{\gamma R}[2], \dots, W_{\gamma R}[N]$ de envolvente espectral de potencia alisada con alta precisión. Cuando la magnitud de código del código C1 de LSP es la misma que la del código C_{γ} de LSP ajustado, la primera realización produce una distorsión de codificación más pequeña en codificación en el dominio de la frecuencia que la técnica convencional. Adicionalmente, suponiendo una distorsión de codificación igual a la del método de codificación convencional, el código C_{γ} de LSP ajustado consigue una magnitud de código bastante más pequeña, en comparación con el método convencional, que el código C1 de LSP. De ese modo, con una distorsión de codificación igual a la del método convencional, la magnitud de código puede reducirse en comparación con el método convencional, mientras que con la misma magnitud de código que el método convencional, se puede reducir la distorsión de codificación en comparación con el método convencional.

<Segunda realización>

45 El aparato 1 de codificación y el aparato 2 de descodificación de la primera realización, son caros en términos de cálculo en la unidad 160 de generación de LSP de ajuste inverso, y en particular en la unidad 240 de generación de LSP ajustado inverso descodificado. Para direccionar todo esto, un aparato 3 de codificación en una segunda realización genera directamente una secuencia $\hat{\theta}[1]_{app}, \hat{\theta}[2]_{app}, \dots, \hat{\theta}[p]_{app}$ de parámetros de LSP cuantificados aproximados, la cual es una serie de aproximaciones de los valores de la secuencia $\hat{\theta}[1], \hat{\theta}[2], \dots, \hat{\theta}[p]$ de parámetros de LSP cuantificados, a partir de la secuencia $\hat{\theta}_{\gamma R}[1], \hat{\theta}_{\gamma R}[2], \dots, \hat{\theta}_{\gamma R}[p]$ de parámetros de LSP cuantificados ajustados sin la intermediación de coeficientes de predicción lineal. De forma similar, un aparato 4 de descodificación en la segunda realización genera directamente una secuencia $\hat{\theta}[1]_{app}, \hat{\theta}[2]_{app}, \dots, \hat{\theta}[p]_{app}$ de parámetros de LSP aproximados descodificados que es una serie de aproximaciones de los valores de la secuencia $\hat{\theta}[1], \hat{\theta}[2], \dots, \hat{\theta}[p]$ de parámetros de LSP descodificados, a partir de la secuencia $\hat{\theta}_{\gamma R}[1], \hat{\theta}_{\gamma R}[2], \dots, \hat{\theta}_{\gamma R}[p]$ de parámetros de LSP ajustados descodificados sin la intermediación de coeficientes de predicción lineal.

<Aparato de codificación>

La Figura 8 muestra la configuración funcional del aparato 3 de codificación de la segunda realización.

60 El aparato 3 de codificación difiere del aparato 1 de codificación de la primera realización en que no incluye la unidad

155 de ajuste inverso de coeficientes de predicción lineal cuantificados, ni la unidad 160 de generación de LSP ajustado inverso, pero incluye en cambio una unidad 300 de transformación lineal de LSP.

5 Utilizando la naturaleza de los parámetros de LSP, la unidad 300 de transformación lineal de LSP aplica transformación lineal aproximada a una secuencia $\hat{\theta}_{\gamma R}[1], \hat{\theta}_{\gamma R}[2], \dots, \hat{\theta}_{\gamma R}[p]$ de parámetros de LSP cuantificados ajustados, para generar una secuencia $\hat{\theta}[1]_{app}, \hat{\theta}[2]_{app}, \dots, \hat{\theta}[p]_{app}$ de parámetros de LSP cuantificados aproximados.

10 En primer lugar, se va a describir la naturaleza de los parámetros de LSP.

Aunque la unidad 300 de transformación lineal de LSP aplica transformación aproximada a una serie de parámetros de LSP cuantificados, se va a discutir en primer lugar la naturaleza de una secuencia de parámetros de LSP sin cuantificar debido a que la naturaleza de una serie de parámetros de LSP cuantificados es básicamente igual que la naturaleza de una secuencia de parámetros de LSP sin cuantificar.

15 Una secuencia $\theta[1], \theta[2], \dots, \theta[p]$ de parámetros de LSP es una secuencia de parámetros en el dominio de la frecuencia que está correlacionada con la envolvente espectral de potencia de la señal sonora de entrada. Cada valor en la secuencia de parámetros de LSP está correlacionado con la posición en frecuencia del extremo de la envolvente espectral de potencia de la señal sonora de entrada. El extremo de la envolvente espectral de potencia está presente en una posición de frecuencia entre $\theta[i]$ y $\theta[i+1]$; y con una pendiente más pronunciada de una tangente alrededor del extremo, el intervalo entre $\theta[i]$ y $\theta[i+1]$ (es decir, el valor de $\theta[i+1] - \theta[i]$) se hace más pequeño. En otras palabras, cuanto más grande sea la diferencia de altura en las ondas de la amplitud de la envolvente espectral de potencia, el intervalo entre $\theta[i]$ y $\theta[i+1]$ resulta ser menor incluso para cada i ($i = 1, 2, \dots, p-1$). A la inversa, cuando no existe apenas diferencia de altura en las ondas de la envolvente espectral de potencia, el intervalo entre $\theta[i]$ y $\theta[i+1]$ está cerca de ser un intervalo igual para cada valor de i .

20 Según se haga el factor γ de ajuste más pequeño, la diferencia de altura en las ondas de la amplitud de la serie $W_{\gamma}[1], W_{\gamma}[2], \dots, W_{\gamma}[N]$ de envolvente espectral de potencia alisada, definida por la Fórmula (7), se hace más pequeña que la diferencia de altura en las ondas de la amplitud de la serie $W[1], W[2], \dots, W[N]$ de envolvente espectral de potencia definida por la Fórmula (6). Se puede decir por consiguiente que un valor más pequeño del factor γ de ajuste hace que el intervalo entre $\theta[i]$ y $\theta[i+1]$ esté más cerca de ser un intervalo igual. Cuando γ no tiene ninguna influencia (es decir, $\gamma = 0$), esto corresponde al caso de una envolvente espectral de potencia plana.

30 Cuando el factor de ajuste $\gamma = 0$, los parámetros $\theta_{\gamma=0}[1], \theta_{\gamma=0}[2], \dots, \theta_{\gamma=0}[p]$ de LSP ajustados son:

$$35 \theta_{\gamma=0}(i) = \frac{i\pi}{p+1},$$

en cuyo caso el intervalo entre $\theta[i]$ y $\theta[i+1]$ es igual para todo $i = 1, \dots, p-1$. Cuando $\gamma = 1$, la secuencia $\theta_{\gamma=1}[1], \theta_{\gamma=1}[2], \dots, \theta_{\gamma=1}[p]$ de parámetros de LSP ajustados y la secuencia $\theta[1], \theta[2], \dots, \theta[p]$ de parámetros de LSP, son equivalentes. Los parámetros de LSP ajustados satisfacen la propiedad:

$$40 0 < \theta_{\gamma}[1] < \theta_{\gamma}[2] \dots < \theta_{\gamma}[p] < \pi.$$

45 La Figura 9 es un ejemplo de la relación entre el factor γ de ajuste y el parámetro $\theta_{\gamma}[i]$ ($i = 1, 2, \dots, p$) de LSP ajustado. El eje horizontal representa el valor del factor γ de ajuste y el eje vertical representa el valor del parámetro de LSP ajustado. El punteado ilustra los valores de $\theta_{\gamma}[1], \theta_{\gamma}[2], \dots, \theta_{\gamma}[16]$ por orden desde la parte inferior suponiendo el orden de predicción $p = 16$. El valor de cada $\theta_{\gamma}[i]$ se deduce determinando una secuencia $a_{\gamma}[1], a_{\gamma}[2], \dots, a_{\gamma}[p]$ de coeficientes de predicción lineal ajustados para cada valor de γ mediante un procesamiento similar al de la unidad 125 de ajuste de coeficientes de predicción lineal mediante el uso de una secuencia $a[1], a[2], \dots, a[p]$ de coeficientes de predicción lineal que ha sido obtenida por análisis de predicción lineal sobre una determinada señal sonora de habla, y a continuación convirtiendo la secuencia $a_{\gamma}[1], a_{\gamma}[2], \dots, a_{\gamma}[p]$ de coeficientes de predicción lineal ajustados en parámetros de LSP mediante un procesamiento similar al de la unidad 130 de generación de LSP ajustado. Cuando $\gamma = 1$, $\theta_{\gamma=1}[i]$ es equivalente a $\theta[i]$.

55 Según se ha mostrado en la Figura 9, dado $0 < \gamma < 1$, el parámetro de LSP $\theta_{\gamma}[1]$ es un punto de división interna entre $\theta_{\gamma=0}[1]$ y $\theta_{\gamma=1}[1]$. En un plano de dos dimensiones, donde el eje horizontal representa el valor del factor γ de ajuste y el eje vertical representa el valor del parámetro de LSP, cada parámetro $\theta_{\gamma}[i]$ de LSP, cuando se ve localmente, está en una relación lineal con el incremento o el decremento de γ . Dados dos factores γ_1 y γ_2 ($0 \leq \gamma_1 \leq \gamma_2 \leq 1$) de ajuste diferentes, la magnitud de la pendiente de una línea recta que conecta un punto $(\gamma_1, \theta_{\gamma_1}[1])$ y un punto $(\gamma_2, \theta_{\gamma_2}[1])$ en el plano de dos dimensiones, está correlacionada con el intervalo relativo entre los parámetros de LSP que preceden

y siguen a $\theta_{\gamma_1[i]}$ en la secuencia de parámetros de LSP, $\theta_{\gamma_1[1]}$, $\theta_{\gamma_1[2]}$, ..., $\theta_{\gamma_1[p]}$ (es decir, $\theta_{\gamma_1[i-1]}$ y $\theta_{\gamma_1[i+1]}$, y $\theta_{\gamma_1[i]}$. Específicamente, cuando

$$|\theta_{\gamma_1[i]} - \theta_{\gamma_1[i-1]}| > |\theta_{\gamma_1[i+1]} - \theta_{\gamma_1[i]}| \quad \dots(9)$$

5

entonces se conservan las siguientes propiedades:

$$|\theta_{\gamma_2[i+1]} - \theta_{\gamma_2[i]}| < |\theta_{\gamma_1[i+1]} - \theta_{\gamma_1[i]}|,$$

10 y

$$|\theta_{\gamma_2[i]} - \theta_{\gamma_2[i-1]}| > |\theta_{\gamma_1[i]} - \theta_{\gamma_1[i-1]}| \quad \dots(10).$$

Cuando

15

$$|\theta_{\gamma_1[i]} - \theta_{\gamma_1[i-1]}| < |\theta_{\gamma_1[i+1]} - \theta_{\gamma_1[i]}| \quad \dots(11)$$

entonces se conservan las siguientes propiedades:

20

$$|\theta_{\gamma_2[i+1]} - \theta_{\gamma_2[i]}| > |\theta_{\gamma_1[i+1]} - \theta_{\gamma_1[i]}|,$$

y

25

$$|\theta_{\gamma_2[i]} - \theta_{\gamma_2[i-1]}| < |\theta_{\gamma_1[i]} - \theta_{\gamma_1[i-1]}| \quad \dots(12).$$

Las Fórmulas (9) y (10) indican que cuando $\theta_{\gamma_1[i]}$ está más cerca de $\theta_{\gamma_1[i+1]}$ con respecto al punto medio entre $\theta_{\gamma_1[i+1]}$ y $\theta_{\gamma_1[i-1]}$, $\theta_{\gamma_2[i]}$ asumirá un valor que es bastante más cercano a $\theta_{\gamma_2[i+1]}$ (Véase la Figura 10). Esto significa que en un plano de dos dimensiones, donde el eje horizontal es el valor γ y donde el eje vertical es el valor del parámetro de LSP, la pendiente de la línea recta L2 que conecta el punto $(\gamma_1, \theta_{\gamma_1[1]})$ y el punto $(\gamma_2, \theta_{\gamma_2[i]})$ es mayor que la pendiente de la línea recta L1 que conecta un punto $(0, \theta_{\gamma=0[1]})$ y un punto $(\gamma_1, \theta_{\gamma_1[1]})$ (véase la Figura 11).

30

Las Fórmulas (11) y (12) indican que cuando $\theta_{\gamma_1[1]}$ está más cerca de $\theta_{\gamma_1[i-1]}$ con respecto al punto medio entre $\theta_{\gamma_1[i+1]}$ y $\theta_{\gamma_1[i-1]}$, $\theta_{\gamma_2[i]}$ asumirá un valor que está bastante más cerca de $\theta_{\gamma_2[i-1]}$. Esto significa que en un plano de dos dimensiones donde el eje horizontal es el valor γ y el eje vertical es el valor del parámetro de LSP, la pendiente de una línea recta que conecta el punto $(\gamma_1, \theta_{\gamma_1[i]})$ y el punto $(\gamma_2, \theta_{\gamma_2[i]})$ es más pequeña que la pendiente de una línea recta que conecta el punto $(0, \theta_{\gamma=0[i]})$ y el punto $(\gamma_1, \theta_{\gamma_1[i]})$.

35

En base a las propiedades anteriores, la relación entre $\theta_{\gamma_1[1]}$, $\theta_{\gamma_1[2]}$, ..., $\theta_{\gamma_1[p]}$ y $\theta_{\gamma_2[1]}$, $\theta_{\gamma_2[2]}$, ..., $\theta_{\gamma_2[p]}$ puede ser modelada con la Fórmula (13), donde $\Theta_{\gamma_1} = (\theta_{\gamma_1[1]}, \theta_{\gamma_1[2]}, \dots, \theta_{\gamma_1[p]})^T$ y $\Theta_{\gamma_2} = (\theta_{\gamma_2[1]}, \theta_{\gamma_2[2]}, \dots, \theta_{\gamma_2[p]})^T$.

40

$$\Theta_{\gamma_2} \approx K(\Theta_{\gamma_1} - \Theta_{\gamma=0}) (\gamma_2 - \gamma_1) + \Theta_{\gamma_1} \quad \dots(13)$$

donde K es una matriz p x p definida por la Fórmula (14):

$$K = \begin{pmatrix} x_1 & y_1 & & & & 0 \\ z_2 & x_2 & y_2 & & & \\ & z_3 & x_3 & y_3 & & \\ & & \ddots & \ddots & \ddots & \\ & & & \ddots & \ddots & \\ 0 & & & & z_p & x_p \end{pmatrix} \dots(14)$$

5 En este caso, se mantiene que $0 < \gamma_1, \gamma_2 < 1$, y $\gamma_1 \neq \gamma_2$. Aunque las Fórmulas (9) a (12) describen las relaciones en la suposición de que $\gamma_1 < \gamma_2$, el modelo de la Fórmula (13) no tiene ninguna limitación en cuanto a la relación de magnitud entre γ_1 y γ_2 ; éstas pueden ser cualquiera de $\gamma_1 < \gamma_2$ o $\gamma_1 > \gamma_2$.

10 La matriz K es una matriz de banda que tiene valores distintos de cero solamente en los componentes de la diagonal y en los elementos adyacentes a los mismos, y es una matriz que representa las correlaciones descritas con anterioridad que se mantienen entre los parámetros de LSP correspondientes a los componentes de la diagonal y los parámetros de LSP vecinos. Obsérvese que aunque la Fórmula (14) ilustra una matriz de banda con un ancho de banda de tres, el ancho de banda no se limita a tres.

Suponiendo que

$$15 \quad \tilde{\Theta}_{\gamma_2} = K(\Theta_{\gamma_1} - \Theta_{\gamma=0})(\gamma_2 - \gamma_1) + \Theta_{\gamma_1} \dots(13a),$$

entonces:

$$20 \quad \sim\Theta_{\gamma_2} = (\sim\theta_{\gamma_2}[1], \sim\theta_{\gamma_2}[2], \dots, \sim\theta_{\gamma_2}[p])^T$$

es una aproximación de Θ_{γ_2} .

La Fórmula de expansión (13a) proporciona la Fórmula (15) que sigue:

$$25 \quad \tilde{\theta}_{\gamma_2}[i] = z_i(\theta_{\gamma_1}[i-1] - \theta_{\gamma=0}[i-1]) + y_i(\theta_{\gamma_1}[i+1] - \theta_{\gamma=0}[i+1]) + x_i(\theta_{\gamma_1}[i] - \theta_{\gamma=0}[i]) + \theta_{\gamma_1}[i] \dots(15)$$

donde $i = 2, \dots, p-1$.

30 En un plano de dos dimensiones donde el eje horizontal representa el valor de γ y el eje vertical representa el valor del parámetro de LSP, se supone que $\theta_{\gamma_2}[i]$ indica el valor sobre el eje vertical correspondiente a γ_2 sobre una extensión de línea recta L1 que conecta entre el punto $(\gamma_1, \theta_{\gamma_1}[i])$ y el punto $(0, \theta_{\gamma=0}[i])$, en particular el valor sobre el eje vertical correspondiente a γ_2 como aproximado mediante una aproximación en línea recta desde la pendiente de la línea recta L1 que conecta $\theta_{\gamma_1}[i]$ y $\theta_{\gamma=0}[i]$ (véase la Figura 11). Entonces, se mantiene

$$35 \quad \bar{\theta}_{\gamma_2}[i] = \frac{\theta_{\gamma_1}[i] - \theta_{\gamma=0}[i]}{\gamma_1}(\gamma_2 - \gamma_1) + \theta_{\gamma_1}[i]$$

Cuando $\gamma_1 > \gamma_2$, esto significa interpolación de línea recta, mientras que cuando $\gamma_1 < \gamma_2$, significa extrapolación de línea recta.

40 En la fórmula (14), dado que:

$$x_i = \frac{1}{\gamma_1}, \quad y_i = 0, \quad z_i = 0,$$

5 entonces $\sim\theta_{\gamma_2}[i] = \theta_{\gamma_2}[i]$, y $\sim\theta_{\gamma_2}[i]$ obtenido con el modelo de la Fórmula (13a) se empareja con la estimación $\theta_{\gamma_2}[i]$ del valor del parámetro de LSP correspondiente a γ_2 como aproximado por aproximación de línea recta con una línea recta que conecta el punto $(\gamma_1, \theta_{\gamma_1}[i])$ y el punto $(0, \theta_{\gamma=0}[i])$ sobre el plano de dos dimensiones.

Dado que u_i y v_i son valores positivos iguales a, o menores que 1, suponiendo

$$10 \quad x_i = u_i + v_i + \frac{\gamma_2 - \gamma_1}{\gamma_1}, \quad y_i = -v_i, \quad z_i = -u_i \quad \dots(16)$$

en la Fórmula (14) anterior, la Fórmula (15) se puede reescribir como:

$$\begin{aligned} \tilde{\theta}_{\gamma_2}[i] &= u_i(\theta_{\gamma_1}[i] - \theta_{\gamma=0}[i] - (\theta_{\gamma_1}[i-1] - \theta_{\gamma=0}[i-1])) \\ &\quad + v_i(\theta_{\gamma_1}[i] - \theta_{\gamma=0}[i] - (\theta_{\gamma_1}[i+1] - \theta_{\gamma=0}[i+1])) \\ &\quad + \frac{\gamma_2 - \gamma_1}{\gamma_1}(\theta_{\gamma_1}[i] - \theta_{\gamma=0}[i]) + \theta_{\gamma_1}[i] \\ &= u_i(\theta_{\gamma_1}[i] - \theta_{\gamma_1}[i-1] - (\theta_{\gamma=0}[i] - \theta_{\gamma=0}[i-1])) \\ &\quad + v_i(\theta_{\gamma_1}[i] - \theta_{\gamma_1}[i+1] - (\theta_{\gamma=0}[i] - \theta_{\gamma=0}[i+1])) + \bar{\theta}_{\gamma_2}[i] \\ &= u_i\left(\theta_{\gamma_1}[i] - \theta_{\gamma_1}[i-1] - \frac{\pi}{p+1}\right) - v_i\left(\theta_{\gamma_1}[i+1] - \theta_{\gamma_1}[i] - \frac{\pi}{p+1}\right) + \bar{\theta}_{\gamma_2}[i] \quad \dots(17) \end{aligned}$$

15 La Fórmula (17) significa ajustar el valor de $\theta_{\gamma_2}[i]$ ponderando la diferencia entre el i ésimo parámetro $\theta_{\gamma_1}[i]$ de LSP en la secuencia $\theta_{\gamma_1}[1], \theta_{\gamma_1}[2], \dots, \theta_{\gamma_1}[p]$ de parámetros de LSP, y sus valores de parámetro de LSP precedente y siguiente (es decir, $\theta_{\gamma_1}[i] - \theta_{\gamma_1}[i-1]$ y $\theta_{\gamma_1}[i+1] - \theta_{\gamma_1}[i]$) para obtener $\sim\theta_{\gamma_2}[i]$. Es decir, las correlaciones tales como las mostradas en las Fórmulas (9) a (12) anteriores se reflejan en los elementos de la porción de banda (elementos distintos de cero) de la matriz K en la Fórmula (13a).

20 Los valores $\sim\theta_{\gamma_2}[1], \sim\theta_{\gamma_2}[2], \dots, \sim\theta_{\gamma_2}[p]$ dados por la Fórmula (13a), son valores aproximados (valores estimados) de los valores $\theta_{\gamma_2}[1], \theta_{\gamma_2}[2], \dots, \theta_{\gamma_2}[p]$ de parámetros de LSP cuando la secuencia $a[1]X(\gamma_2), \dots, a[p]X(\gamma_2)^p$ de coeficientes de predicción lineal se convierte a parámetros de LSP.

25 Especialmente cuando $\gamma_2 > \gamma_1$, la matriz de la Fórmula (14) tiende a tener valores positivos en los componentes de la diagonal y valores negativos en los elementos de las proximidades a los mismos, según se indicado mediante las Fórmulas (16) y (17).

30 La matriz K es una matriz preestablecida, la cual se aprende previamente usando datos de aprendizaje, por ejemplo. La manera de aprender la matriz K se va a discutir más adelante.

35 Propiedades similares se aplican también a parámetros de LSP cuantificados. Es decir, los vectores $\theta_{\gamma_1}, \theta_{\gamma_2}$ en la secuencia de parámetros de LSP de la Fórmula (13) pueden ser sustituidos por los vectores $\hat{\theta}_{\gamma_1}, \hat{\theta}_{\gamma_2}$ en la secuencia de parámetros de LSP cuantificados, respectivamente. Específicamente, $\hat{\theta}_{\gamma_1} = (\hat{\theta}_{\gamma_1}[1], \hat{\theta}_{\gamma_1}[2], \dots, \hat{\theta}_{\gamma_1}[p])^T$ y $\hat{\theta}_{\gamma_2} = (\hat{\theta}_{\gamma_2}[1], \hat{\theta}_{\gamma_2}[2], \dots, \hat{\theta}_{\gamma_2}[p])^T$, entonces se cumple la siguiente fórmula:

$$\hat{\theta}_{\gamma_2} \approx K(\hat{\theta}_{\gamma_1} - \hat{\theta}_{\gamma=0})(\gamma_2 - \gamma_1) + \hat{\theta}_{\gamma_1} \quad \dots(13b).$$

40 Puesto que la matriz K es una matriz de banda, el coste de cálculo requerido para calcular las Fórmulas (13), (13a) y (13b) es muy pequeño.

La unidad 300 de transformación lineal de LSP incluida en el aparato 3 de codificación de la segunda realización genera una secuencia $\hat{\theta}[1]_{app}, \hat{\theta}[2]_{app}, \dots, \hat{\theta}[p]_{app}$ de parámetros de LSP cuantificados aproximados a partir de la secuencia $\hat{\theta}_{\gamma R}[1], \hat{\theta}_{\gamma R}[2], \dots, \hat{\theta}_{\gamma R}[p]$ de parámetros de LSP cuantificados ajustados basada en la Fórmula (13b).
 5 Obsérvese que el factor γR de ajuste usado en la generación de la secuencia $\hat{\theta}_{\gamma R}[1], \hat{\theta}_{\gamma R}[2], \dots, \hat{\theta}_{\gamma R}[p]$ de parámetros de LSP cuantificados ajustados es igual que el factor γR de ajuste usado en la unidad 125 de ajuste de coeficientes de predicción lineal.

Método de codificación

10 Con referencia a la Figura 12, se va a describir el método de codificación en la segunda realización. La descripción que sigue se enfoca principalmente sobre las diferencias con la realización anterior.

El procesamiento realizado en la unidad 135 de codificación de LSP ajustado es el mismo que en la primera realización. Sin embargo, la secuencia $\hat{\theta}_{\gamma R}[1], \hat{\theta}_{\gamma R}[2], \dots, \hat{\theta}_{\gamma R}[p]$ de parámetros de LSP cuantificados ajustados presentada a la salida por la unidad 135 de codificación de LSP ajustado, se introduce también en la unidad 300 de transformación lineal de LSP además de en la unidad 140 de generación de coeficientes de predicción lineal cuantificados.

20 La unidad 300 de transformación lineal de LSP, dado que $\hat{\Theta}_{\gamma 1} = (\hat{\theta}_{\gamma R}[1], \hat{\theta}_{\gamma R}[2], \dots, \hat{\theta}_{\gamma R}[p])^T$, determina y presenta a la salida una secuencia $\hat{\theta}[1]_{app}, \hat{\theta}[2]_{app}, \dots, \hat{\theta}[p]_{app}$ de parámetros de LSP cuantificados aproximados conforme a:

$$\begin{pmatrix} \hat{\theta}[1]_{app} \\ \vdots \\ \hat{\theta}[p]_{app} \end{pmatrix} = K(\hat{\Theta}_{\gamma 1} - \hat{\Theta}_{\gamma R=0})(\gamma_2 - \gamma_1) + \hat{\Theta}_{\gamma 1} \quad \dots(18).$$

25 Es decir, usando la Fórmula (13b), la unidad 300 de transformación lineal de LSP determina una serie de aproximaciones, $\hat{\theta}[1]_{app}, \hat{\theta}[2]_{app}, \dots, \hat{\theta}[p]_{app}$ de la secuencia de parámetros de LSP cuantificados. Puesto que γ_1 y γ_2 son constantes, la matriz K' que se genera al multiplicar los elementos individuales de la matriz K por $(\gamma_2 - \gamma_1)$ puede ser usada en lugar de la matriz K de la Fórmula (18), y la secuencia $\hat{\theta}[1]_{app}, \hat{\theta}[2]_{app}, \dots, \hat{\theta}[p]_{app}$ de parámetros de LSP cuantificados aproximados puede ser determinada también mediante:

$$\begin{pmatrix} \hat{\theta}[1]_{app} \\ \vdots \\ \hat{\theta}[p]_{app} \end{pmatrix} = K'(\hat{\Theta}_{\gamma 1} - \hat{\Theta}_{\gamma R=0}) + \hat{\Theta}_{\gamma 1} \quad \dots(18a).$$

30 La secuencia $\hat{\theta}[1]_{app}, \hat{\theta}[2]_{app}, \dots, \hat{\theta}[p]_{app}$ de parámetros de LSP cuantificados aproximados presentada a la salida por la unidad 300 de transformación lineal de LSP, se introduce en la unidad 165 de entrada de retardo como secuencia $\hat{\theta}[1], \hat{\theta}[2], \dots, \hat{\theta}[p]$ de parámetros de LSP cuantificados. Es decir, en la unidad 170 de codificación en el dominio del tiempo, cuando la magnitud de característica extraída por la unidad 120 de extracción de magnitud de característica para la trama precedente es más pequeña que el umbral predeterminado (es decir, cuando la variación temporal en la señal sonora de entrada sea pequeña, es decir, cuando se haya realizado la codificación en el dominio de la frecuencia), se usa la secuencia $\hat{\theta}[1]_{app}, \hat{\theta}[2]_{app}, \dots, \hat{\theta}[p]_{app}$ de parámetros de LSP cuantificados aproximados para la trama precedente en lugar de la secuencia $\hat{\theta}[1], \hat{\theta}[2], \dots, \hat{\theta}[p]$ de parámetros de LSP cuantificados para la trama precedente.

<Aparato de descodificación>La Figura 13 muestra la configuración funcional del aparato 4 de descodificación en la segunda realización.

45 El aparato 4 de descodificación difiere del aparato 2 de descodificación de la primera realización en que no incluye la unidad 235 de ajuste inverso de coeficientes de predicción lineal descodificados, ni la unidad 240 de generación de LSP de ajuste inverso descodificado, sino que incluye en cambio una unidad 400 de transformación lineal de LSP descodificado.

50 <Método de descodificación>

Con referencia a la Figura 14, se va a describir el método de descodificación de la segunda realización. La descripción que sigue se enfoca principalmente a las diferencias con la realización anterior.

El procesamiento en la unidad 215 de descodificación de códigos de LSP ajustados es el mismo que en la primera realización. Sin embargo, la secuencia $\hat{\theta}_{\gamma R}[1], \hat{\theta}_{\gamma R}[2], \dots, \hat{\theta}_{\gamma R}[p]$ de parámetros de LSP ajustados descodificados presentada a la salida por la unidad 215 de descodificación de códigos de LSP ajustados, se introduce también en la unidad 400 de transformación lineal de LSP descodificado además de en la unidad 220 de generación de coeficientes de predicción lineal descodificados.

La unidad 400 de transformación lineal de LSP descodificado determina una secuencia $\hat{\theta}[1]_{app}, \hat{\theta}[2]_{app}, \dots, \hat{\theta}[p]_{app}$ de parámetros de LSP aproximados descodificados según la Fórmula (18) con $\hat{\Theta}_{\gamma 1} = (\hat{\theta}_{\gamma R}[1], \hat{\theta}_{\gamma R}[2], \dots, \hat{\theta}_{\gamma R}[p])^T$ y la presenta a la salida. Es decir, se usa la Fórmula (13b) para determinar una serie de aproximaciones, $\hat{\theta}[1]_{app}, \hat{\theta}[2]_{app}, \dots, \hat{\theta}[p]_{app}$, de la secuencia de parámetros de LSP descodificados. Al igual que con la unidad 300 de transformación lineal de LSP, la secuencia $\hat{\theta}[1]_{app}, \hat{\theta}[2]_{app}, \dots, \hat{\theta}[p]_{app}$ de parámetros de LSP aproximados descodificados puede ser determinada mediante el uso de la Fórmula (18a).

La secuencia $\hat{\theta}[1]_{app}, \hat{\theta}[2]_{app}, \dots, \hat{\theta}[p]_{app}$ de parámetros de LSP aproximados descodificados presentada a la salida por la unidad 400 de transformación lineal de LSP descodificado, se introduce en la unidad 245 de entrada de retardo como secuencia $\hat{\theta}[1], \hat{\theta}[2], \dots, \hat{\theta}[p]$ de parámetros de LSP descodificados. Esto significa que en la unidad 250 de descodificación en el dominio del tiempo, cuando el código Cg de identificación para la trama precedente corresponde a información indicativa del método de codificación en el dominio de la frecuencia, la secuencia $\hat{\theta}[1]_{app}, \hat{\theta}[2]_{app}, \dots, \hat{\theta}[p]_{app}$ de parámetros de LSP cuantificados aproximados para la trama precedente se usa en lugar de la secuencia $\hat{\theta}[1], \hat{\theta}[2], \dots, \hat{\theta}[p]$ de parámetros de LSP descodificados para la trama precedente.

<Proceso de aprendizaje para la matriz K de transformación>

La matriz K de transformación usada en la unidad 300 de transformación lineal de LSP y en la unidad 400 de transformación de LSP descodificado, se determina por adelantado mediante el proceso siguiente, y se pre-almacena en almacenes (no representados) del aparato 3 de codificación y del aparato 4 de descodificación.

(Etapa 1). Para datos de muestra preparados para señales sonoras de habla correspondientes a M tramas, cada dato de muestra se somete a análisis de predicción lineal para obtener coeficientes de predicción lineal. Una secuencia de coeficientes de predicción lineal producida por análisis de predicción lineal del m-ésimo ($1 \leq m \leq M$) dato de muestra, se representa como $a^{(m)}[1], a^{(m)}[2], \dots, a^{(m)}[p]$, y se menciona como secuencia $a^{(m)}[1], a^{(m)}[2], \dots, a^{(m)}[p]$ de coeficientes de predicción lineal correspondiente al m-ésimo dato de muestra.

(Etapa 2) Para cada m, se determinan parámetros $\theta_{\gamma=1}^{(m)}[1], \theta_{\gamma=1}^{(m)}[2], \dots, \theta_{\gamma=1}^{(m)}[p]$ de LSP a partir de la secuencia $a^{(m)}[1], a^{(m)}[2], \dots, a^{(m)}[p]$ de coeficientes de predicción lineal. Los parámetros $\theta_{\gamma=1}^{(m)}[1], \theta_{\gamma=1}^{(m)}[2], \dots, \theta_{\gamma=1}^{(m)}[p]$ de LSP se codifican de una manera similar a la unidad 115 de codificación de LSP, generando con ello una secuencia $\hat{\theta}_{\gamma=1}^{(m)}[1], \hat{\theta}_{\gamma=1}^{(m)}[2], \dots, \hat{\theta}_{\gamma=1}^{(m)}[p]$ de parámetros de LSP cuantificados. Aquí,

$$\hat{\Theta}_{\gamma 1}^{(m)} = (\hat{\theta}_{\gamma=1}^{(m)}[1], \dots, \hat{\theta}_{\gamma=1}^{(m)}[p])^T.$$

(Etapa 3) para cada m, estableciendo γL como una constante positiva predeterminada menor que 1 (por ejemplo, $\gamma L = 0,92$), se calcula un coeficiente de predicción lineal ajustado,

$$a_{\gamma}^{(m)}[i] = a^{(m)}[i] \times (\gamma L)^i$$

(Etapa 4) Para cada m, se determina una secuencia $\theta_{\gamma L}^{(m)}[1], \dots, \theta_{\gamma L}^{(m)}[p]$ de parámetros de LSP ajustados, a partir de la secuencia $a_{\gamma L}^{(m)}[1], \dots, a_{\gamma L}^{(m)}[p]$ de coeficientes de predicción lineal ajustados. La secuencia $\theta_{\gamma L}^{(m)}[1], \dots, \theta_{\gamma L}^{(m)}[p]$ de parámetros de LSP ajustados se codifica de una manera similar a la unidad 135 de codificación de LSP ajustado, generando con ello una secuencia $\hat{\theta}_{\gamma L}^{(m)}[1], \dots, \hat{\theta}_{\gamma L}^{(m)}[p]$ de parámetros de LSP cuantificados. Aquí,

$$\hat{\Theta}_{\gamma 2}^{(m)} = (\hat{\theta}_{\gamma L}^{(m)}[1], \dots, \hat{\theta}_{\gamma L}^{(m)}[p])^T.$$

Mediante las Etapas 1 a 4, se obtienen M pares de secuencias $(\hat{\Theta}_{\gamma 1}^{(m)}, \hat{\Theta}_{\gamma 2}^{(m)})$ de parámetros de LSP cuantificados. Esta configuración se usa como conjunto Q de datos de aprendizaje, donde $Q = \{(\hat{\Theta}_{\gamma 1}^{(m)}, \hat{\Theta}_{\gamma 2}^{(m)}) \mid m = 1, \dots, M\}$. Obsérvese que todos los valores del factor γL de ajuste usados en la generación del conjunto Q de datos de aprendizaje, son valores fijos comunes.

(Etapa 5) Cada par de secuencia $(\hat{\Theta}_{\gamma 1}^{(m)}, \hat{\Theta}_{\gamma 2}^{(m)})$ de parámetros de LSP contenidas en los datos Q de aprendizaje, se sustituye por el modelo de la Fórmula (13b), donde $\gamma 1 = \gamma L$, $\gamma 2 = 1$, y $\hat{\Theta}_{\gamma 1}^{(m)} = \hat{\Theta}_{\gamma 2}^{(m)}$, y $\hat{\Theta}_{\gamma 2} = \hat{\Theta}_{\gamma 1}^{(m)}$, y los coeficientes para la matriz K se aprenden con el criterio de error cuadrático. Es decir, un vector en el que los componentes en la porción de banda de la matriz K están dispuestos por orden desde la parte superior, se define como:

5
10
15
20
25
30
35
40

zz4 = -0,39319, xx4 = 1,23032, yy4 = -0,67921,
 zz5 = -0,39166, xx5 = 1,18521, yy5 = -0,69088,
 zz6 = -0,34784, xx6 = 1,04839, yy6 = -0,60619,
 zz7 = -0,41279, xx7 = 1,13305, yy7 = -0,63247,
 zz8 = -0,36450, xx8 = 0,95694, yy8 = -0,53039,
 zz9 = -0,43984, xx9 = 1,01910, yy9 = -0,51707,
 zz10 = -0,40120, xx10 = 0,90395, yy10 = -0,44594,
 zz11 = -0,49262, xx11 = 1,07345, yy11 = -0,51892,
 zz12 = -0,41695, xx12 = 0,96596, yy12 = -0,49247,
 zz13 = -0,45002, xx13 = 1,00336, yy13 = -0,48790,
 zz14 = -0,46854, xx14 = 0,93258, yy14 = -0,41927,
 zz15 = -0,45020, xx15 = 0,88783.

15 Cuando $\gamma_2 > \gamma_1$, como en el ejemplo anterior, en el que $\gamma_1 = \gamma_L = 0,92$ y $\gamma_2 = 1$, los componentes de la diagonal de la matriz K' asumen valores próximos a 1 como en el ejemplo anterior, mientras que los componentes vecinos a los componentes de la diagonal asumen valores negativos.

20 A la inversa, cuando $\gamma_1 > \gamma_2$, los componentes de la diagonal de la matriz K' asumen valores negativos como en el ejemplo que se muestra a continuación, mientras que los componentes vecinos a los componentes de la diagonal asumen valores positivos. Los valores obtenidos al multiplicar $(\gamma_2 - \gamma_1)$ y los elementos de la porción de banda de la matriz K con $p = 15$, $\gamma_1 = 1$ y $\gamma_2 = \gamma_L = 0,92$, principalmente los valores de los elementos de la porción de banda de la matriz K' pueden ser como se indica a continuación, por ejemplo:

25
30
35
40

xx1 = -0,557012055, yy1 = 0,2138533042,
 zz2 = 0,110112745, xx2 = -0,534830085, yy2 = 0,2440903,
 zz3 = 0,149879603, xx3 = -0,522734808, yy3 = 0,23494022,
 zz4 = 0,144479327, xx4 = -0,533013231, yy4 = 0,259021145,
 zz5 = 0,136523255, xx5 = -0,502606738, yy5 = 0,248139539,
 zz6 = 0,138005088, xx6 = -0,478327709, yy6 = 0,244219107,
 zz7 = 0,133771751, xx7 = -0,467186849, yy7 = 0,243988642,
 zz8 = 0,13667916, xx8 = -0,408737408, yy8 = 0,192803054,
 zz9 = 0,160602461, xx9 = -0,427436157, yy9 = 0,190554547,
 zz10 = 0,147621742, xx10 = -0,383087812, yy10 = 0,165954888,
 zz11 = 0,18358465, xx11 = -0,0434034351, yy11 = 0,183004742,
 zz12 = 0,166249458, xx12 = -0,0409482196, yy12 = 0,170107295,
 zz13 = 0,162343147, xx13 = -0,0409804718, yy13 = 0,165221097,
 zz14 = 0,178158258, xx14 = -0,0400889431, yy14 = 0,123020055,
 zz15 = 0,171958144, xx15 = -0,0447472325.

40 Cuando $\gamma_1 > \gamma_2$, esto corresponde a un caso en que $\hat{\Theta}^{(m)}_{\gamma_1}$ se establece como:

$$\hat{\Theta}^{(m)}_{\gamma_1} = (\hat{\theta}_{\gamma_L}^{(m)}[1], \dots, \hat{\theta}_{\gamma_L}^{(m)}[p])^T$$

45 En la Etapa 2 de <Proceso de Aprendizaje para la Matriz K de Transformación>, $\hat{\Theta}^{(m)}_{\gamma_2}$ se establece como:

$$\hat{\Theta}^{(m)}_{\gamma_2} = (\hat{\theta}_{\gamma=1}^{(m)}[1], \dots, \hat{\theta}_{\gamma=1}^{(m)}[p])^T$$

50 en la etapa 4, y cada par de secuencias $(\hat{\Theta}^{(m)}_{\gamma_1}, \hat{\Theta}^{(m)}_{\gamma_2})$ de parámetros de LSP contenidas en los datos Q de aprendizaje, se sustituye por el modelo de la Fórmula (13b) con $\gamma_1 = 1$, $\gamma_2 = \gamma_L$, $\hat{\theta}_{\gamma_1} = \hat{\Theta}^{(m)}_{\gamma_1}$ y $\hat{\theta}_{\gamma_2} = \hat{\Theta}^{(m)}_{\gamma_2}$, en la Etapa 5 y los coeficientes para la matriz K son aprendidos con el criterio de error cuadrático.

<Efectos de la segunda realización>

55 El aparato 3 de codificación según la segunda realización proporciona efectos similares a los del aparato 1 de codificación de la primera realización debido a que, al igual que en la primera realización, tiene una configuración en donde la unidad 900 de generación de coeficientes de predicción lineal cuantificados, la unidad 905 de ajuste de coeficientes de predicción lineal cuantificados, y la unidad 910 de cálculo de serie de envolvente espectral de potencia alisada aproximada del aparato 9 de codificación convencional, se sustituyen por la unidad 125 de ajuste de coeficientes de predicción lineal, la unidad 130 de generación de LSP ajustado, la unidad 135 de codificación de LSP ajustado, la unidad 140 de generación de coeficientes de predicción lineal cuantificados, y la primera unidad
 60 145 de cálculo de serie de envolvente espectral de potencia alisada cuantificada. Es decir, cuando la distorsión de codificación es igual a la de un método convencional, la magnitud de código puede ser reducida en comparación con el método convencional, mientras que cuando la magnitud de código es igual que en el método convencional, la distorsión de codificación puede ser reducida en comparación con el método convencional.

Adicionalmente, el costo de cálculo del aparato 3 de codificación en la segunda realización es bajo debido a que K es una matriz de banda en el cálculo de la Fórmula (18). Sustituyendo la unidad 155 de ajuste inverso de coeficientes de predicción lineal cuantificados y la unidad 160 de generación de LSP ajustado inverso en la primera realización por la unidad 300 de transformación lineal de LSP, se puede generar una serie de aproximaciones de la secuencia $\theta[1], \theta[2], \dots, \theta[p]$ de parámetros de LSP cuantificados con una cantidad más pequeña de cálculo que en la primera realización.

<Modificación de la segunda realización>

El aparato 3 de codificación en la segunda realización decide si ha de codificar en el dominio del tiempo o en el dominio de la frecuencia en base a la magnitud de la variación temporal en la señal sonora de entrada para cada trama. Sin embargo, incluso para una trama en la que la variación temporal en la señal sonora de entrada sea grande y se haya seleccionado codificación en el dominio de la frecuencia, es posible que realmente una señal sonora reproducida por codificación en el dominio del tiempo conduzca a una distorsión más pequeña con relación a la señal sonora de entrada que una señal reproducida por codificación en el dominio de la frecuencia. De igual modo, incluso para una trama en la que la variación temporal en la señal sonora de entrada sea pequeña y se haya seleccionado codificación en el dominio del tiempo, es posible que realmente una señal sonora reproducida por codificación en el dominio de la frecuencia conduzca a una distorsión más pequeña en relación con la señal sonora de entrada que una señal sonora reproducida por codificación en el dominio del tiempo. Es decir, el aparato 3 de codificación en la segunda realización no puede seleccionar siempre uno de los métodos de codificación en el dominio del tiempo o en el dominio de la frecuencia, que proporcione una distorsión más pequeña en relación con la señal sonora de entrada. Para direccionar todo esto, un aparato 8 de codificación, en una modificación de la segunda realización, realiza codificación tanto codificación en el dominio del tiempo como en el dominio de la frecuencia sobre cada trama y selecciona cualquiera de ellas que produzca una distorsión más pequeña en relación con la señal sonora de entrada.

<Aparato de codificación>

La Figura 15 muestra la configuración funcional del aparato 8 de codificación según una modificación de la segunda realización.

El aparato 8 de codificación difiere del aparato 3 de codificación de la segunda realización en que no incluye la unidad 120 de extracción de magnitud de característica e incluye una unidad 375 de selección y salida de códigos, en lugar de la unidad 175 de salida.

<Método de codificación>

Con referencia a la Figura 16, se va a describir el método de codificación en la modificación de la segunda realización. La descripción que sigue se enfoca principalmente a las diferentes respecto a la segunda realización.

En el método de codificación según la modificación de la segunda realización, la unidad 110 de generación de LSP, la unidad 115 de codificación de LSP, la unidad 125 de ajuste de coeficientes de predicción lineal, la unidad 130 de generación de LSP ajustado, la unidad 135 de codificación de LSP ajustado, la unidad 140 de generación de coeficientes de predicción lineal cuantificados, la primera unidad 145 de cálculo de serie de envolvente espectral de potencia alisada cuantificada, la unidad 165 de entrada de retardo y la unidad 300 de transformación lineal de LSP, son también ejecutadas además de la unidad 100 de entrada y la unidad 105 de análisis de predicción lineal para todas las tramas con independencia de si la variación temporal en la señal sonora de entrada es grande o pequeña. Las operaciones de esos componentes son las mismas que en la segunda realización. Sin embargo, la secuencia $\theta[1]_{app}, \theta[2]_{app}, \dots, \theta[p]_{app}$ de parámetros de LSP cuantificados aproximados generada por la unidad 300 de transformación lineal de LSP, se introduce en la unidad 165 de entrada de retardo.

La unidad 165 de entrada de retardo mantiene la secuencia $\theta[1], \theta[2], \dots, \theta[p]$ de parámetros de LSP cuantificados introducida desde la unidad 115 de codificación de LSP, y la secuencia $\theta[1]_{app}, \theta[2]_{app}, \dots, \theta[p]_{app}$ de parámetros de LSP cuantificados aproximados introducida desde la unidad 300 de transformación lineal de LSP al menos durante la duración de una trama. Cuando el método de codificación en el dominio de la frecuencia ha sido seleccionado por la unidad 375 de selección y salida de códigos para la trama precedente (es decir, cuando el código Cg de identificación presentado a la salida por la unidad 375 de selección y salida de código para la trama precedente es información indicativa del método de codificación en el dominio de la frecuencia), la unidad 165 de entrada de retardo presenta a la salida la secuencia $\theta[1]_{app}, \theta[2]_{app}, \dots, \theta[p]_{app}$ de parámetros de LSP cuantificados aproximados para la trama precedente introducida desde la unidad 300 de transformación lineal de LSP para la unidad 170 de codificación en el dominio del tiempo como secuencia $\theta[1], \theta[2], \dots, \theta[p]$ de parámetros de LSP cuantificados para la trama precedente. Cuando se ha seleccionado el método de codificación en el dominio del tiempo por parte de la unidad 375 de selección y salida de código para la trama precedente (es decir, cuando el código Cg de identificación presentado a la salida por la unidad 375 de selección y salida de código para la trama precedente es información indicativa del método de codificación en el dominio del tiempo), la unidad 165 de entrada de retardo presenta a la salida la secuencia $\theta[1], \theta[2], \dots, \theta[p]$ de parámetros de LSP cuantificados para la trama precedente introducida desde la unidad 115 de codificación de LSP para la unidad 170 de codificación en el dominio del tiempo (etapa S165).

Al igual que con la unidad 150 de codificación en el dominio de la frecuencia en la segunda realización, la unidad 150 de codificación en el dominio de la frecuencia genera y presenta a la salida códigos de señal en el dominio de la frecuencia, y también determina y presenta a la salida la distorsión o un valor estimado de la distorsión de la señal sonora correspondiente a los códigos de señal en el dominio de la frecuencia con relación a la señal sonora de entrada. La distorsión, o una estimación de la misma, puede ser determinada ya sea en el dominio del tiempo o ya sea en el dominio de la frecuencia. Esto significa que la unidad 150 de codificación en el dominio de la frecuencia puede determinar la distorsión o un valor estimado de la distorsión de una serie de señales sonoras en el dominio de la frecuencia correspondientes a códigos de señal en el dominio de la frecuencia con relación a la serie de señales sonoras en el dominio de la frecuencia que se obtiene mediante conversión de la señal sonora de entrada al dominio de la frecuencia.

La unidad 170 de codificación en el dominio del tiempo, al igual que la unidad 170 de codificación en el dominio del tiempo en la segunda realización, genera y presenta a la salida códigos de señal en el dominio del tiempo, y también determina la distorsión, o un valor estimado de la distorsión, de la señal sonora correspondiente a los códigos de señal en el dominio del tiempo con relación a la señal sonora de entrada.

La entrada a la unidad 375 de selección y salida de códigos la constituyen los códigos de señal en el dominio de la frecuencia generados por la unidad 150 de codificación en el dominio de la frecuencia, la distorsión o un valor estimado de la distorsión determinada por la unidad 150 de codificación en el dominio de la frecuencia, los códigos de señal en el dominio de tiempo generados por la unidad 170 de codificación en el dominio del tiempo, y la distorsión o un valor estimado de la distorsión determinada por la unidad 170 de codificación en el dominio del tiempo.

Cuando la distorsión o el valor estimado de la distorsión introducido desde la unidad 150 de codificación en el dominio de la frecuencia es más pequeña que la distorsión o el valor estimado de la distorsión introducido desde la unidad 170 de codificación en el dominio del tiempo, la unidad 375 de selección y salida de código presenta a la salida los códigos de señal en el dominio de la frecuencia y el código Cg de identificación que es información indicativa del método de codificación en el dominio de la frecuencia. Cuando la distorsión o el valor estimado de la distorsión introducido desde la unidad 170 de codificación en el dominio del tiempo, la unidad 375 de selección y salida de código presenta a la salida los códigos de señal en el dominio del tiempo y el código Cg de identificación que es información indicativa del método de codificación en el dominio del tiempo. Cuando la distorsión o un valor estimado de la distorsión introducido desde la unidad 150 de codificación en el dominio de la frecuencia es igual a la distorsión o un valor estimado de la distorsión introducido desde la unidad 170 de codificación en el dominio del tiempo, la unidad 375 de selección y salida de código presenta a la salida ya sea los códigos de señal en el dominio del tiempo o ya sea los códigos de señal en el dominio de la frecuencia conforme a reglas predeterminadas, así como el código Cg de identificación que es información indicativa del método de codificación correspondiente a los códigos que están en la salida. Es decir, de los códigos de señal en el dominio de la frecuencia introducidos desde la unidad 150 de codificación en el dominio de la frecuencia y de los códigos de señal en el dominio del tiempo introducidos desde la unidad 170 de codificación en el dominio del tiempo, la unidad 375 de selección y salida de código presenta a la salida uno cualquiera que conduce a una distorsión más pequeña de la señal sonora reproducida a partir de los códigos relativos a la señal sonora de entrada, y también presenta a la salida información indicativa del método de codificación que produce una distorsión más pequeña como código Cg de identificación (etapa S375).

La unidad 375 de selección y salida de código puede estar configurada también para seleccionar una cualquiera de las señales sonoras reproducidas a partir de los códigos respectivos que tenga una distorsión más pequeña con relación a la señal sonora de entrada. En una configuración de ese tipo, la unidad 150 de codificación en el dominio de la frecuencia y la unidad 170 de codificación en el dominio del tiempo, reproducen señales sonoras a partir de los códigos y las presentan a la salida en vez de la distorsión o un valor estimado de la distorsión. La unidad 375 de selección y salida de código presenta a la salida ya sea la señal sonora reproducida por la unidad 150 en el dominio de la frecuencia o ya sea la señal sonora reproducida por la unidad 170 de codificación en el dominio del tiempo, respectivamente, a partir de los códigos de señal en el dominio de la frecuencia y de los códigos de señal en el dominio del tiempo, que tenga una distorsión más pequeña con relación a la señal sonora de entrada, y también presenta a la salida información indicativa del método de codificación que produce una distorsión más pequeña como código Cg de identificación.

Alternativamente, la unidad 375 de selección y salida de código puede estar configurada para la selección de uno cualquiera que tenga una magnitud de código más pequeña. En una configuración de ese tipo, la unidad 150 de codificación en el dominio de la frecuencia presenta a la salida códigos de señal en el dominio de la frecuencia como en la segunda realización. La unidad 170 de codificación en el dominio del tiempo presenta a la salida códigos de señal en el dominio del tiempo como en la segunda realización. La unidad 375 de selección y salida de código presenta a la salida ya sea los códigos de señal en el dominio de la frecuencia o ya sea los códigos de señal en el dominio del tiempo, que tienen una magnitud de código más pequeña, y también presenta a la salida información indicativa del método de codificación que produce una magnitud de código más pequeña como código Cg de

identificación.

<Aparato de descodificación>

Una secuencia de códigos presentada a la salida por el aparato 8 de codificación en la modificación de la segunda realización, puede ser descodificada por el aparato 4 de descodificación de la segunda realización al igual que en el caso de una secuencia de códigos presentada a la salida por el aparato 3 de codificación de la segunda realización.

<Efectos de modificación de la segunda realización>

El aparato 8 de codificación en la modificación de la segunda realización proporciona efectos similares a los del aparato 3 de codificación de la segunda realización, y además tiene el efecto de reducir la magnitud de código a la salida en comparación con el aparato 3 de codificación de la segunda realización.

[Tercera realización]

El aparato 1 de codificación de la primera realización y el aparato 3 de codificación de la segunda realización, convierten una vez la secuencia $\hat{\theta}_{\gamma R}[1], \hat{\theta}_{\gamma R}[2], \dots, \hat{\theta}_{\gamma R}[p]$ de parámetros de LSP cuantificados ajustados a coeficientes de predicción lineal y a continuación calculan la serie $\hat{W}_{\gamma R}[1], \hat{W}_{\gamma R}[2], \dots, \hat{W}_{\gamma R}[N]$ de envolvente espectral de potencia alisada cuantificada. Un aparato 5 de codificación en la tercera realización calcula directamente la serie $\hat{W}_{\gamma R}[1], \hat{W}_{\gamma R}[2], \dots, \hat{W}_{\gamma R}[N]$ de envolvente espectral de potencia alisada cuantificada a partir de la secuencia $\hat{\theta}_{\gamma R}[1], \hat{\theta}_{\gamma R}[2], \dots, \hat{\theta}_{\gamma R}[p]$ de parámetros de LSP cuantificados ajustados sin convertir la secuencia de parámetros de LSP cuantificados ajustados a coeficientes de predicción lineal. De forma similar, un aparato 6 de descodificación en la tercera realización, calcula directamente la serie $\hat{W}_{\gamma R}[1], \hat{W}_{\gamma R}[2], \dots, \hat{W}_{\gamma R}[N]$ de envolvente espectral de potencia alisada descodificada a partir de la secuencia $\hat{\theta}_{\gamma R}[1], \hat{\theta}_{\gamma R}[2], \dots, \hat{\theta}_{\gamma R}[p]$ de parámetros de LSP ajustados descodificados sin convertir la secuencia de parámetros de LSP ajustados descodificados a coeficientes de predicción lineal.

<Aparato de codificación>

La Figura 17 muestra la configuración funcional del aparato 5 de codificación según la tercera realización.

El aparato 5 de codificación difiere del aparato 3 de codificación de la segunda realización en que no incluye la unidad 140 de generación de coeficientes de predicción lineal cuantificados, ni la primera unidad 145 de cálculo de serie de envolvente espectral de potencia alisada cuantificada, sino que incluye en cambio una segunda unidad 146 de cálculo de serie de envolvente espectral de potencia alisada cuantificada.

<Método de codificación>

Con referencia a la Figura 18, se va a describir el método de codificación de la tercera realización. La descripción que sigue se enfoca principalmente a las diferencias respecto a las realizaciones anteriores.

En la etapa S146, la segunda unidad 146 de cálculo de serie de envolvente espectral de potencia alisada cuantificada usa los parámetros $\hat{\theta}_{\gamma R}[1], \hat{\theta}_{\gamma R}[2], \dots, \hat{\theta}_{\gamma R}[p]$ de LSP cuantificados ajustados presentados a la salida por la unidad 135 de codificación de LSP ajustado, para determinar una serie $\hat{W}_{\gamma R}[1], \hat{W}_{\gamma R}[2], \dots, \hat{W}_{\gamma R}[N]$ de envolvente espectral de potencia alisada cuantificada según la Fórmula (19), y la presenta a la salida.

$$\hat{W}_{\gamma R}[k] = \sqrt{\frac{\delta^2}{2\pi |A(\exp(j\omega_k))|^2}},$$

$$|A(\exp(j\omega_k))|^2 = \begin{cases} 2^{p-1} \left[(1 - \cos\omega_k) \prod_{n=1}^{p/2} (\cos\hat{\theta}_{\gamma R}[2n] - \cos\omega_k)^2 + (1 + \cos\omega_k) \prod_{n=1}^{p/2} (\cos\hat{\theta}_{\gamma R}[2n-1] - \cos\omega_k)^2 \right] & (p: \text{odd}) \\ 2^{p-1} \left[(1 - \cos\omega_k)(1 + \cos\omega_k) \prod_{n=1}^{(p-1)/2} (\cos\hat{\theta}_{\gamma R}[2n] - \cos\omega_k)^2 + \prod_{n=1}^{(p+1)/2} (\cos\hat{\theta}_{\gamma R}[2n-1] - \cos\omega_k)^2 \right] & (p: \text{even}) \end{cases}$$

$$\omega_k = -\frac{2\pi k}{N} \quad \dots(19)$$

<Aparato de descodificación>

La Figura 19 muestra la configuración funcional del aparato 6 de descodificación de la tercera realización.

El aparato 6 de descodificación difiere del aparato 4 de descodificación de la segunda realización en que no incluye la unidad 220 de generación de coeficientes de predicción lineal descodificados, ni la primera unidad 225 de cálculo de serie de envolvente espectral de potencia alisada descodificada, sino que incluye en cambio una segunda unidad 226 de cálculo de serie de envolvente espectral de potencia alisada descodificada.

<Método de descodificación>

Con referencia a la Figura 20, se va a describir el método de descodificación de la tercera realización. La descripción que sigue se enfoca principalmente a las diferencias respecto a las realizaciones anteriores.

5 En la etapa S226, al igual que con la segunda unidad 146 de cálculo de serie de envolvente espectral de potencia alisada cuantificada, la segunda unidad 226 de cálculo de serie de envolvente espectral de potencia alisada descodificada usa la secuencia $\hat{\theta}_{\gamma R}[1], \hat{\theta}_{\gamma R}[2], \dots, \hat{\theta}_{\gamma R}[p]$ de parámetros de LSP ajustados descodificados para determinar una serie $\hat{W}_{\gamma R}[1], \hat{W}_{\gamma R}[2], \dots, \hat{W}_{\gamma R}[N]$ de envolvente espectral de potencia alisada descodificada según la Fórmula (19) que antecede, y la presenta a la salida.

10 [Cuarta realización]
La secuencia $\hat{\theta}[1], \hat{\theta}[2], \dots, \hat{\theta}[p]$ de parámetros de LSP cuantificados es una serie que satisface

$$0 < \hat{\theta}[1] < \dots < \hat{\theta}[p] < \pi.$$

15 Es decir, es una serie en la que los parámetros están dispuestos en orden ascendente. Mientras tanto, la secuencia $\hat{\theta}[1]_{app}, \hat{\theta}[2]_{app}, \dots, \hat{\theta}[p]_{app}$ de parámetros de LSP cuantificados aproximados generada por la unidad 300 de transformación lineal de LSP, se produce mediante transformación aproximada, de modo que no podría estar en orden ascendente. Para direccionar todo esto, la cuarta realización añade procesamiento para reordenar la secuencia $\hat{\theta}[1]_{app}, \hat{\theta}[2]_{app}, \dots, \hat{\theta}[p]_{app}$ de parámetros de LSP cuantificados aproximados presentada a la salida por
20 la unidad 300 de transformación lineal de LSP en orden ascendente.

<Aparato de codificación>

La Figura 21 muestra la configuración funcional de un aparato 7 de codificación en la cuarta realización.

25 El aparato 7 de codificación difiere del aparato 5 de codificación de la segunda realización en que incluye además una unidad 700 de modificación de serie de LSP aproximado.

<Método de codificación>

30 Con referencia a la Figura 22, se va a describir el método de codificación de la cuarta realización. La descripción que sigue se enfoca principalmente a las diferencias con las realizaciones anteriores.

La unidad 700 de modificación de serie de LSP aproximada presenta a la salida una serie en la que los valores $\hat{\theta}[i]_{app}$ en la secuencia $\hat{\theta}[1]_{app}, \hat{\theta}[2]_{app}, \dots, \hat{\theta}[p]_{app}$ de parámetros de LSP cuantificados aproximados presentada a la salida por la unidad 300 de transformación lineal de LSP, han sido reordenados en orden ascendente a modo de
35 secuencia $\hat{\theta}'[1]_{app}, \hat{\theta}'[2]_{app}, \dots, \hat{\theta}'[p]_{app}$ de parámetros de LSP cuantificados aproximados modificados. La primera secuencia $\hat{\theta}'[1]_{app}, \hat{\theta}'[2]_{app}, \dots, \hat{\theta}'[p]_{app}$ de parámetros de LSP cuantificados aproximados modificados, presentada a la salida por la unidad 700 de modificación de serie de LSP aproximada, se introduce en la unidad 165 de entrada de retardo como secuencia $\hat{\theta}[1], \hat{\theta}[2], \dots, \hat{\theta}[p]$ de parámetros de LSP cuantificados.

40 Adicionalmente a la mera reordenación de los valores en la secuencia de parámetros de LSP cuantificados aproximados, cada valor $\hat{\theta}[i]_{app}$ puede ser ajustado como $\hat{\theta}'[i]_{app}$ de tal modo que $|\hat{\theta}'[i+1]_{app} - \hat{\theta}'[i]_{app}|$ sea igual a, o mayor que, un umbral predeterminado para cada valor de $i = 1, \dots, p-1$.

[Modificación]

45 Mientras que las realizaciones anteriores han sido descritas suponiendo el uso de parámetros de LSP, se puede emplear una secuencia de parámetros de ISP en vez de una secuencia de parámetros de LSP. Una secuencia $ISP[1], \dots, ISP[p]$ de parámetros de ISP es equivalente a una serie consistente en una secuencia de parámetros de LSP de orden $(p-1)^{ésimo}$ y coeficientes k_p PARCOR de orden $p^{ésimo}$ (el orden mayor). Es decir,

50 $ISP[i] = \theta[i]$ for $i=1, \dots, p-1,$

y

$$ISP[p] = k_p.$$

55 El procesamiento específico va a ser ilustrado para un caso en que la entrada a la unidad 300 de transformación lineal de LSP es una secuencia de parámetros de ISP en la segunda realización.

Supóngase que la entrada a la unidad 300 de transformación lineal de LSP es una secuencia $\hat{ISP}_{\gamma R}[1], \hat{ISP}_{\gamma R}[2], \dots, \hat{ISP}_{\gamma R}[p]$ de parámetros de ISP cuantificados ajustados. Aquí,

60 $\hat{ISP}_{\gamma R}[1] = \hat{\theta}_{\gamma R}[1],$

y

$$\hat{ISP}_{\gamma R}[p] = \hat{k}_p.$$

El valor \hat{k}_p es el valor de k_p cuantificado.

5 La unidad 300 de transformación lineal de LSP determina una secuencia $\hat{ISP}[1]_{app}, \dots, \hat{ISP}[p]_{app}$ de parámetros de ISP cuantificados aproximados mediante el proceso que sigue, y la presenta a la salida.

(Etapa 1) Dado $\hat{\theta}_{\gamma 1} = (\hat{ISP}_{\gamma R}[1], \dots, \hat{ISP}_{\gamma R}[p-1])^T$, p se sustituye por $p-1$, y $\hat{\theta}[1]_{app}, \dots, \hat{\theta}[p-1]_{app}$ se determinan calculando la Fórmula (18). Aquí,

10

$$\hat{ISP}[i]_{app} = \hat{\theta}[i]_{app} \quad (i=1, \dots, p-1).$$

(Etapa 2) Se determina $\hat{ISP}[p]_{app}$ definido por la fórmula que sigue:

15

$$\hat{ISP}[p]_{app} = \hat{ISP}_{\gamma R}[p] \cdot (1/\gamma R)^p.$$

[Quinta realización]

20

La unidad 300 de transformación lineal de LSP incluida en los aparatos 3, 5, 7, 8 de codificación y la unidad 400 de transformación lineal de LSP descodificado incluida en los aparatos 4, 6 de descodificación, pueden ser también implementadas como aparatos separados de generación de secuencia de parámetros en el dominio de la frecuencia.

25

La descripción que sigue ilustra un caso en que la unidad 300 de transformación lineal de LSP incluida en los aparatos 3, 5, 7, 8 de codificación y la unidad 400 de transformación lineal de LSP descodificado incluida en los aparatos 4, 6 de descodificación, se implementan como aparatos separados de generación de secuencia de parámetros en el dominio de la frecuencia.

<Aparato de generación de secuencia de parámetros en el dominio de la frecuencia>

30

Un aparato 10 de generación de secuencia de parámetros en el dominio de la frecuencia conforme a la quinta realización, incluye una unidad 20 de conversión de secuencia de parámetros por ejemplo, según se muestra en la Figura 23, y recibe parámetros $\omega[1], \omega[2], \dots, \omega[p]$ del dominio de la frecuencia como entrada, y presenta a la salida parámetros $\sim\omega[1], \sim\omega[2], \dots, \sim\omega[p]$ en el dominio de la frecuencia convertidos.

35

Los parámetros $\omega[1], \omega[2], \dots, \omega[p]$ del dominio de la frecuencia que van a ser introducidos, son una secuencia de parámetros en el dominio de la frecuencia deducidos a partir de coeficientes de predicción lineal, $a[1], a[2], \dots, a[p]$, los cuales se obtienen mediante análisis de predicción lineal de señales sonoras en un segmento de tiempo predeterminado. Los parámetros $\omega[1], \omega[2], \dots, \omega[p]$ del dominio de la frecuencia pueden ser una secuencia $\theta[1], \theta[2], \dots, \theta[p]$ de parámetros de LSP usada en métodos de codificación convencionales, o una secuencia $\hat{\theta}[1], \hat{\theta}[2], \dots, \hat{\theta}[p]$ de parámetros de LSP cuantificados, por ejemplo. Alternativamente, éstos pueden ser la secuencia $\theta_{\gamma R}[1], \theta_{\gamma R}[2], \dots, \theta_{\gamma R}[p]$ de parámetros de LSP ajustados o la secuencia $\hat{\theta}_{\gamma R}[1], \hat{\theta}_{\gamma R}[2], \dots, \hat{\theta}_{\gamma R}[p]$ de parámetros de LSP cuantificados ajustados, usada en las realizaciones mencionadas con anterioridad, por ejemplo. Además, éstos pueden ser parámetros del dominio de la frecuencia equivalentes a parámetros de LSP, tal como la secuencia de parámetros de ISP descrita en la modificación anterior, por ejemplo. Una secuencia de parámetros en el dominio de la frecuencia deducida a partir de los coeficientes $a[1], a[2], \dots, a[p]$ de predicción lineal, son una serie en el dominio de la frecuencia deducida a partir de una secuencia de coeficientes de predicción lineal y representada por el mismo número de elementos que el orden de predicción, tipificada mediante una secuencia de parámetros de LSP, una secuencia de parámetros de ISP, una secuencia de parámetros de LSF, o una secuencia de parámetros de ISF, cada una de ellas deducida a partir de la secuencia $a[1], a[2], \dots, a[p]$ de coeficientes de predicción lineal, o una secuencia de parámetros en el dominio de la frecuencia en la que todos los parámetros $\omega[1], \omega[2], \dots, \omega[p-1]$ del dominio de la frecuencia están presentes desde 0 a π y, cuando todos los coeficientes de predicción lineal contenidos en la secuencia de coeficientes de predicción lineal son 0, los parámetros $\omega[1], \omega[2], \dots, \omega[p-1]$ del dominio de la frecuencia están presentes desde 0 a π a intervalos iguales.

45

55

La unidad 20 de conversión de secuencia de parámetros, de forma similar a la unidad 300 de transformación lineal de LSP y a la unidad 400 de transformación lineal de LSP descodificado, aplica transformación lineal aproximada a la secuencia $\omega[1], \omega[2], \dots, \omega[p-1]$ de parámetros del dominio de la frecuencia haciendo uso de la naturaleza de los parámetros de LSP para generar una secuencia $\sim\omega[1], \sim\omega[2], \dots, \sim\omega[p]$ de parámetros en el dominio de la frecuencia convertidos. La unidad 20 de conversión de secuencia de parámetros determina el valor del parámetro $\sim\omega[i]$ en el dominio de la frecuencia convertido según uno de los métodos que se muestran a continuación para cada $i = 1, 2, \dots, p$, por ejemplo:

60

1. El valor del parámetro $\tilde{\omega}[i]$ en el dominio de la frecuencia convertido, se determina mediante transformación lineal que se basa en la relación de valores entre $\omega[i]$ y uno o más parámetros del dominio de la frecuencia adyacentes a $\omega[i]$. Por ejemplo, la transformación lineal se realiza de modo que los intervalos entre valores de parámetros sean más uniformes o menos uniformes en la secuencia $\tilde{\omega}[i]$ de parámetros en el dominio de la frecuencia convertidos que en la secuencia $\omega[i]$ de parámetros en el dominio de la frecuencia. La transformación lineal que hace que el intervalo de parámetro sea más uniforme, corresponde al procesamiento que aplanas las ondas de la amplitud de la envolvente espectral de potencia en el dominio de la frecuencia (procesamiento para alisar la envolvente espectral de potencia). La transformación lineal que hace que el intervalo de parámetro sea menos uniforme, corresponde al procesamiento que enfatiza la alta diferencia en las ondas de la amplitud de la envolvente espectral de potencia en el dominio de la frecuencia (procesamiento para quitar alisamiento de la envolvente espectral de potencia).

2. Cuando $\omega[i]$ está más cerca de $\omega[i+1]$ con relación al punto medio entre $\omega[i+1]$ y $\omega[i-1]$, entonces $\tilde{\omega}[i]$ se determina de modo que $\tilde{\omega}[i]$ esté más cerca de $\tilde{\omega}[i+1]$ con relación al punto medio entre $\tilde{\omega}[i+1]$ y $\tilde{\omega}[i-1]$, y que el valor $\tilde{\omega}[i+1] - \tilde{\omega}[i]$ sea más pequeño que $\omega[i+1] - \omega[i]$. Cuando $\omega[i]$ está más cerca de $\omega[i-1]$ con relación al punto medio entre $\omega[i+1]$ y $\omega[i-1]$, entonces $\tilde{\omega}[i]$ se determina de modo que $\tilde{\omega}[i]$ esté más cerca de $\tilde{\omega}[i-1]$ con relación al punto medio entre $\tilde{\omega}[i+1]$ y $\tilde{\omega}[i-1]$, y que el valor de $\tilde{\omega}[i] - \tilde{\omega}[i-1]$ sea menor que $\omega[i] - \omega[i-1]$. Esto corresponde al procesamiento que enfatiza la diferencia de altura en las ondas de la amplitud de la envolvente espectral de potencia en el dominio de la frecuencia (procesamiento para quitar el alisamiento de la envolvente espectral de potencia).

3. Cuando $\omega[i]$ está más cerca de $\omega[i+1]$ con relación al punto medio entre $\omega[i+1]$ y $\omega[i-1]$, entonces se determina $\tilde{\omega}[i]$ de modo que $\tilde{\omega}[i]$ esté más cerca de $\tilde{\omega}[i+1]$ con relación al punto medio entre $\tilde{\omega}[i+1]$ y $\tilde{\omega}[i-1]$, y que el valor $\tilde{\omega}[i+1] - \tilde{\omega}[i]$ sea mayor que $\omega[i+1] - \omega[i]$. Cuando $\omega[i]$ está más cerca de $\omega[i-1]$ con relación al punto medio entre $\omega[i+1]$ y $\omega[i-1]$, entonces $\tilde{\omega}[i]$ se determina de modo que $\tilde{\omega}[i]$ esté más cerca de $\tilde{\omega}[i-1]$ con relación al punto medio entre $\tilde{\omega}[i+1]$ y $\tilde{\omega}[i-1]$ y que el valor de $\tilde{\omega}[i] - \tilde{\omega}[i-1]$ sea mayor que $\omega[i] - \omega[i-1]$. Esto corresponde al procesamiento que aplanas las ondas de la amplitud de la envolvente espectral de potencia en el dominio de la frecuencia (procesamiento para alisar la envolvente espectral de potencia).

Por ejemplo, la unidad 20 de conversión de secuencia de parámetros determina los parámetros $\tilde{\omega}[1]$, $\tilde{\omega}[2]$, ..., $\tilde{\omega}[p]$ del dominio de la frecuencia convertidos conforme a la Fórmula (20) que sigue, y la presenta a la salida.

$$\begin{pmatrix} \tilde{\omega}[1] \\ \tilde{\omega}[2] \\ \vdots \\ \tilde{\omega}[p] \end{pmatrix} = K \begin{pmatrix} \omega[1] - \frac{\pi}{p+1} \\ \omega[2] - \frac{2\pi}{p+1} \\ \vdots \\ \omega[p] - \frac{p\pi}{p+1} \end{pmatrix} (\gamma_2 - \gamma_1) + \begin{pmatrix} \omega[1] \\ \omega[2] \\ \vdots \\ \omega[p] \end{pmatrix} \quad \dots (20)$$

Aquí, γ_1 y γ_2 son coeficientes positivos iguales a, o menores que 1. La Fórmula (20) puede ser deducida estableciendo $\Theta_{\gamma_1} = (\omega[1], \omega[2], \dots, \omega[p])^T$ y $\Theta_{\gamma_2} = (\tilde{\omega}[1], \tilde{\omega}[2], \dots, \tilde{\omega}[p])^T$ en la Fórmula (13), la cual modela parámetros de LSP y que define

$$\Theta_{\gamma=0} = \left(\frac{\pi}{p+1}, \frac{2\pi}{p+1}, \dots, \frac{p\pi}{p+1} \right) \cdot$$

En este caso, los parámetros $\omega[1]$, $\omega[2]$, ..., $\omega[p]$ en el dominio de la frecuencia son una secuencia de parámetros en el dominio de la frecuencia o los valores cuantificados de los mismos equivalentes a:

$$a[1] \times (\gamma_1), a[2] \times (\gamma_1)^2, \dots, a[p] \times (\gamma_1)^p,$$

que es una secuencia de coeficientes que han sido ajustados multiplicando cada coeficiente $a[i]$ de los coeficientes $a[1]$, $a[2]$, ..., $a[p]$ de predicción lineal, por la ^{iésima} potencia del factor γ_1 . Los parámetros $\tilde{\omega}[1]$, $\tilde{\omega}[2]$, ..., $\tilde{\omega}[p]$ en el dominio de la frecuencia convertidos, son una serie que se aproxima a una secuencia de parámetros en el dominio de la frecuencia equivalente a:

$$a[1] \times (\gamma^2), a[2] \times (\gamma^2)^2, \dots, a[p] \times (\gamma^2)^p,$$

5 que es una secuencia de coeficientes que ha sido ajustada multiplicando cada coeficiente $a[i]$ de los coeficientes $a[1], a[2], \dots, a[p]$ de predicción lineal por la i ésima potencia del factor γ^2 .

<Efectos de la quinta realización>

10 Al igual que con los aparatos 3, 5, 7, 8 de codificación o los aparatos 4, 6 de descodificación, el aparato de generación de secuencia de parámetros en el dominio de la frecuencia en la quinta realización está capacitado para determinar parámetros en el dominio de la frecuencia convertidos, a partir de parámetros en el dominio de la frecuencia con una cantidad de cálculo más pequeña que cuando se determinan parámetros en el dominio de la frecuencia convertidos a partir de parámetros en el dominio de la frecuencia por medio de coeficientes de predicción lineal como en el aparato 1 de codificación y en el aparato 2 de descodificación.

15 La presente invención no se limita a las realizaciones descritas con anterioridad y no hace falta decir que pueden hacerse modificaciones, según sea necesario, sin apartarse del alcance de la invención. Las diversas clases de procesamiento ilustradas en las realizaciones anteriores podrían ser también llevadas a cabo en paralelo o por separado conforme a la capacidad de procesamiento del dispositivo que las ejecuta o de una necesidad determinada además de ser llevadas a cabo cronológicamente en los órdenes descritos en la presente memoria.

20 <Programa y soporte de grabación>

25 Cuando las diversas funciones de procesamiento de los aparatos descritos en las realizaciones se implementan mediante un ordenador, los detalles de procesamiento de las funciones que se supone que van a ser proporcionadas en los aparatos se describen mediante un programa. El programa se ejecuta a continuación mediante el ordenador de modo que se implementan varias funciones de procesamiento de los aparatos individuales en el ordenador.

30 Un programa que describe los detalles de procesamiento puede estar grabado en soporte de grabación legible con ordenador. El soporte de grabación legible con ordenador puede ser cualquier clase de medio, tal como un dispositivo de grabación magnética, un disco óptico, un soporte de grabación magneto-óptico, y memoria semiconductora, por ejemplo.

35 Un programa de ese tipo puede ser distribuido mediante venta, concesión o préstamo de un soporte de grabación portable, tal como un DVD o un CD-ROM, por ejemplo, que tenga el programa grabado en el mismo. Alternativamente, el programa puede estar almacenado en un dispositivo de almacenaje en un ordenador de un servidor y transferido a otros ordenadores a partir del ordenador del servidor a través de una red con el fin de distribuir el programa.

40 Cuando un ordenador debe ejecutar un programa de ese tipo, el ordenador almacena en primer lugar el programa grabado en un soporte de grabación portable o el programa se transfiere desde el ordenador del servidor una vez en su propio dispositivo de almacenaje, por ejemplo. A continuación, cuando lleva a cabo el procesamiento, el ordenador lee el programa almacenado en su soporte de grabación y realiza el procesamiento conforme al programa que haya sido leído. Como forma alternativa de ejecución del programa, el ordenador puede leer directamente el programa desde un soporte de grabación portable y realizar el procesamiento conforme al programa, o el ordenador puede realizar un procesamiento secuencialmente conforme a un programa que haya recibido cada vez que se transfiere un programa desde el ordenador del servidor hasta el ordenador. El procesamiento descrito con anterioridad puede también ser implementado como lo que se conoce como servicio de un proveedor de servicio de aplicación (ASP), el cual implementa funciones de procesamiento solamente mediante peticiones de ejecución y adquisición de resultados sin transferencia de programas desde el ordenador de un servidor hasta un ordenador.

50 Los programas en las realizaciones descritas en la presente memoria están destinados a contener información que se usa en procesamiento mediante un ordenador electrónico y subordinados a programas (tal como datos que no sean una instrucción directa en un ordenador sino que tengan propiedades que controlen el procesamiento del ordenador).

55 Adicionalmente, mientras que los aparatos de la presente invención han sido descritos como que están implementados a través de la ejecución de programas predeterminados en un ordenador en tales realizaciones, al menos parte de esos detalles de procesamiento pueden también ser implementados mediante hardware.

REIVINDICACIONES

1. Un método de codificación que comprende:

- 5 cuando p es un número entero igual o mayor que 1, γ es un factor de ajuste que es una constante positiva igual a, o menor que 1, una secuencia de coeficientes de predicción lineal que se obtiene mediante análisis de predicción lineal de señales de audio en un segmento de tiempo predeterminado está representada como $a[1], a[2], \dots, a[p]$;
- 10 una etapa de ajuste de coeficientes de predicción lineal para generación de una secuencia $a_\gamma[1], a_\gamma[2], \dots, a_\gamma[p]$ de coeficientes de predicción lineal ajustados mediante ajuste de la secuencia $a[1], a[2], \dots, a[p]$ de coeficientes de predicción lineal calculando $a_\gamma[i] = a[i] \times \gamma^i$ usando el factor γ de ajuste;
- una etapa de generación de par de espectro de línea, LDP, ajustado para generación de una secuencia $\theta_\gamma[1], \theta_\gamma[2], \dots, \theta_\gamma[p]$ de parámetros de LSP ajustados usando la secuencia $a_\gamma[1], a_\gamma[2], \dots, a_\gamma[p]$ de coeficientes de predicción lineal ajustados;
- 15 una etapa de codificación de LSP ajustado para codificación de la secuencia $\theta_\gamma[1], \theta_\gamma[2], \dots, \theta_\gamma[p]$ de parámetros de LSP ajustados para generar códigos de LSP ajustados y una secuencia $^{\wedge}\theta_\gamma[1], ^{\wedge}\theta_\gamma[2], \dots, ^{\wedge}\theta_\gamma[p]$ de parámetros de LSP cuantificados ajustados correspondientes a los códigos de LSP ajustados;
- una etapa de transformación lineal de LSP para, con la secuencia $\omega[1], \omega[2], \dots, \omega[p]$ de parámetros en el dominio de la frecuencia que es la secuencia $^{\wedge}\theta_\gamma[1], ^{\wedge}\theta_\gamma[2], \dots, ^{\wedge}\theta_\gamma[p]$ de parámetros de LSP cuantificados ajustados, ejecutar una etapa de conversión de secuencia de parámetros para la determinación de una secuencia $\sim\omega[1], \sim\omega[2], \dots, \sim\omega[p]$ de parámetros en el dominio de la frecuencia convertidos, usando la secuencia $\omega[1], \omega[2], \dots, \omega[p]$ de parámetros en el dominio de la frecuencia como entrada para generar con ello la secuencia $\sim\omega[1], \sim\omega[2], \dots, \sim\omega[p]$ de parámetros en el dominio de la frecuencia convertidos como secuencia $^{\wedge}\theta_{app}[1], ^{\wedge}\theta_{app}[2], \dots, ^{\wedge}\theta_{app}[p]$ de parámetros de LSP cuantificados aproximados;
- 20 una etapa de cálculo de serie de envolvente espectral de potencia alisada cuantificada para calcular una serie $^{\wedge}W_\gamma[1], ^{\wedge}W_\gamma[2], \dots, ^{\wedge}W_\gamma[N]$ de envolvente espectral de potencia alisada cuantificada en base a la secuencia $^{\wedge}\theta_\gamma[1], ^{\wedge}\theta_\gamma[2], \dots, ^{\wedge}\theta_\gamma[p]$ de parámetros de LSP cuantificados ajustados;
- una etapa de codificación en el dominio de la frecuencia para generación de códigos de señal en el dominio de la frecuencia mediante codificación de una secuencia $X[1], X[2], \dots, X[N]$ de muestra en el dominio de la frecuencia correspondientes a las señales de audio usando la serie $^{\wedge}W_\gamma[1], ^{\wedge}W_\gamma[2], \dots, ^{\wedge}W_\gamma[N]$ de envolvente espectral de potencia alisada cuantificada;
- 30 una etapa de generación de LSP para la generación de una secuencia $\theta[1], \theta[2], \dots, \theta[p]$ de parámetros de LSP usando la secuencia $a[1], a[2], \dots, a[p]$ de coeficientes de predicción lineal;
- una etapa de codificación de LSP para codificación de la secuencia $\theta[1], \theta[2], \dots, \theta[p]$ de parámetros de LSP para generar códigos de LSP y una secuencia $^{\wedge}\theta[1], ^{\wedge}\theta[2], \dots, ^{\wedge}\theta[p]$ de parámetros de LSP cuantificados correspondientes a los códigos de LSP, y
- 35 una etapa de codificación en el dominio del tiempo para codificación de las señales de audio para generar códigos de señal en el dominio del tiempo usando cualquiera de entre una secuencia de parámetros de LSP cuantificados obtenida en la etapa de codificación de LSP para un segmento de tiempo precedente que antecede al segmento de tiempo predeterminado o bien una secuencia de parámetros de LSP cuantificados aproximados obtenida en la etapa de transformación lineal de LSP para el segmento de tiempo precedente, y la secuencia de parámetros de LSP cuantificados para el segmento de tiempo predeterminado, en donde,
- 40 la etapa de conversión de secuencia de parámetros determina un valor de cada parámetro $\sim\omega[i]$ ($i = 1, 2, \dots, p$) del dominio de la frecuencia convertido, en la secuencia $\sim\omega[1], \sim\omega[2], \dots, \sim\omega[p]$ de parámetros en el dominio de la frecuencia convertidos, mediante transformación lineal que se basa en una relación de valores entre $\omega[i]$ y uno o más parámetros del dominio de la frecuencia adyacentes a $\omega[i]$.

2. Un método de codificación según la reivindicación 1, que comprende además:

- 50 una etapa de generación de secuencia de coeficientes de predicción lineal cuantificados para generar una secuencia $^{\wedge}a_\gamma[1], ^{\wedge}a_\gamma[2], \dots, ^{\wedge}a_\gamma[p]$ de coeficientes de predicción lineal cuantificados ajustados mediante conversión de la secuencia $^{\wedge}\theta_\gamma[1], ^{\wedge}\theta_\gamma[2], \dots, ^{\wedge}\theta_\gamma[p]$ de parámetros de LSP cuantificados ajustados en coeficientes de predicción lineal,
- 55 en donde la serie $^{\wedge}W_\gamma[1], ^{\wedge}W_\gamma[2], \dots, ^{\wedge}W_\gamma[N]$ de envolvente espectral de potencia alisada cuantificada calculada en la etapa de cálculo de serie de envolvente espectral de potencia alisada cuantificada es una serie en el dominio de la frecuencia correspondiente a la secuencia $^{\wedge}a_\gamma[1], ^{\wedge}a_\gamma[2], \dots, ^{\wedge}a_\gamma[p]$ de coeficientes de predicción lineal cuantificados ajustados.

3. El método de codificación según la reivindicación 1 o 2, que comprende además:

una etapa de salida para la presentación a la salida ya sea de los códigos de señal en el dominio de la frecuencia generados en la etapa de codificación en el dominio de la frecuencia, o ya sea de los códigos de

señal en el dominio del tiempo generados en la etapa de codificación en el dominio del tiempo, en donde en la etapa de codificación en el dominio del tiempo,

5 cuando los códigos de señal en el dominio de la frecuencia han sido presentados a la salida en la etapa de salida para el segmento de tiempo precedente, se realiza codificación que usa la secuencia de parámetros de LSP cuantificados aproximados obtenida en la etapa de transformación lineal de LSP para el segmento de tiempo precedente, y
 10 cuando los códigos de señal en el dominio del tiempo han sido presentados a la salida en la etapa de salida para el segmento de tiempo precedente, se realiza codificación que usa la secuencia de parámetros de LSP cuantificados en la etapa de generación de LSP para el segmento de tiempo precedente.

4. Un aparato (5) de codificación que comprende:

15 cuando p es un número entero igual o mayor que 1, γ es un factor de ajuste que es una constante positiva igual a, o menor que 1, se obtiene una secuencia de coeficientes de predicción lineal mediante análisis de predicción lineal de señales de audio en un segmento de tiempo predeterminado que está representada como $a[1], a[2], \dots, a[p]$;
 20 una unidad (125) de ajuste de coeficientes de predicción lineal que está configurada para generar una secuencia $a_\gamma[1], a_\gamma[2], \dots, a_\gamma[p]$ de coeficientes de predicción lineal ajustados, mediante ajuste de la secuencia $a[1], a[2], \dots, a[p]$ de coeficientes de predicción lineal mediante el cálculo de $a_\gamma[i] = a[i] \times \gamma$ usando el factor γ de ajuste;
 25 una unidad (130) de generación de par de espectro de línea, LSP, ajustado, que está configurada para generar una secuencia $\theta_\gamma[1], \theta_\gamma[2], \dots, \theta_\gamma[p]$ de parámetros de LSP ajustados, usando la secuencia $a_\gamma[1], a_\gamma[2], \dots, a_\gamma[p]$ de coeficientes de predicción lineal ajustados;
 30 una unidad (135) de codificación de LSP ajustado, que está configurada para codificar la secuencia $\theta_\gamma[1], \theta_\gamma[2], \dots, \theta_\gamma[p]$ de parámetros de LSP ajustados para generar códigos de LSP ajustados y una secuencia $\hat{\theta}_\gamma[1], \hat{\theta}_\gamma[2], \dots, \hat{\theta}_\gamma[p]$ de parámetros de LSP cuantificados ajustados que se determina mediante cuantificación de valores en la secuencia de parámetros de LSP ajustados correspondientes a los códigos de LSP ajustados;
 35 una unidad (300) de transformación lineal de LSP que, con una secuencia $\omega[1], \omega[2], \dots, \omega[p]$ de parámetros en el dominio de la frecuencia que son la secuencia $\hat{\theta}_\gamma[1], \hat{\theta}_\gamma[2], \dots, \hat{\theta}_\gamma[p]$ de parámetros de LSP cuantificados ajustados, está configurada para ejecutar una unidad (20) de conversión de secuencia de parámetros para determinación de una secuencia $\sim\omega[1], \sim\omega[2], \dots, \sim\omega[p]$ de parámetros en el dominio de la frecuencia convertidos usando la secuencia $\omega[1], \omega[2], \dots, \omega[p]$ de parámetros en el dominio de la frecuencia como entrada para generar con ello la secuencia $\sim\omega[1], \dots, \sim\omega[p]$ de parámetros en el dominio de la frecuencia convertidos como una secuencia $\hat{\theta}_{app}[1], \hat{\theta}_{app}[2], \dots, \hat{\theta}_{app}[p]$ de parámetros de LSP cuantificados aproximados;
 40 una unidad (145, 146) de cálculo de serie de envolvente espectral de potencia alisada cuantificada que está configurada para calcular una serie $\hat{W}_\gamma[1], \hat{W}_\gamma[2], \dots, \hat{W}_\gamma[N]$ de envolvente espectral de potencia alisada cuantificada en base a la secuencia $\hat{\theta}_\gamma[1], \hat{\theta}_\gamma[2], \dots, \hat{\theta}_\gamma[p]$ de parámetros de LSP cuantificados ajustados;
 45 una unidad (150) de codificación en el dominio de la frecuencia que está configurada para generar códigos de señal en el dominio de la frecuencia mediante codificación de una secuencia $X[1], X[2], \dots, X[N]$ de muestra en el dominio de la frecuencia correspondiente a las señales de audio usando la serie $\hat{W}_\gamma[1], \hat{W}_\gamma[2], \dots, \hat{W}_\gamma[N]$ de envolvente espectral de potencia alisada cuantificada;
 50 una unidad (110) de generación de LSP que está configurada para generar una secuencia $\theta[1], \theta[2], \dots, \theta[p]$ de parámetros de LSP usando la secuencia $a[1], a[2], \dots, a[p]$ de coeficientes de predicción lineal;
 una unidad (115) de codificación de LSP que está configurada para codificar la secuencia $\theta[1], \theta[2], \dots, \theta[p]$ de parámetros de LSP para generar códigos de LSP y una secuencia $\hat{\theta}[1], \hat{\theta}[2], \dots, \hat{\theta}[p]$ de parámetros de LSP cuantificados correspondientes a los códigos de LSP, y
 55 una unidad (170) de codificación en el dominio del tiempo que está configurada para codificar las señales de audio para generar códigos de señal en el dominio del tiempo usando ya sea una secuencia de parámetros de LSP cuantificados obtenida en la unidad (115) de codificación de LSP para un segmento de tiempo precedente que antecede al segmento de tiempo predeterminado o bien una secuencia de parámetros de LSP cuantificados aproximados obtenida en la unidad (300) de transformación lineal de LSP para el segmento de tiempo precedente, y la secuencia de parámetros de LSP cuantificados para el segmento de tiempo predeterminado;
 en donde,
 60 la unidad (20) de conversión de secuencia de parámetros determina un valor de cada parámetro $\sim\omega[i]$ ($i = 1, 2, \dots, p$) en el dominio de la frecuencia convertido, en la secuencia $\sim\omega[1], \sim\omega[2], \dots, \sim\omega[p]$ de parámetros del dominio de la frecuencia convertidos mediante transformación lineal que se basa en una relación de valores entre $\omega[i]$ y uno o más parámetros del dominio de la frecuencia adyacentes a $\omega[i]$.

5. El aparato de codificación según la reivindicación 4, que comprende además:

una unidad (140) de generación de secuencia de coeficientes de predicción lineal cuantificados que está configurada para generar una secuencia $\hat{a}_\gamma[1], \hat{a}_\gamma[2], \dots, \hat{a}_\gamma[p]$ de coeficientes de predicción lineal cuantificados ajustados mediante conversión de la secuencia $\hat{\theta}_\gamma[1], \hat{\theta}_\gamma[2], \dots, \hat{\theta}_\gamma[p]$ de parámetros de LSP cuantificados ajustados en coeficientes de predicción lineal;

5 en donde la serie $\hat{W}_\gamma[1], \hat{W}_\gamma[2], \dots, \hat{W}_\gamma[N]$ de envolvente espectral de potencia alisada cuantificada calculada en la unidad (145) de cálculo de serie de envolvente espectral de potencia alisada cuantificada, es una serie en el dominio de la frecuencia correspondiente a la secuencia $\hat{a}_\gamma[1], \hat{a}_\gamma[2], \dots, \hat{a}_\gamma[p]$ de coeficientes de predicción lineal cuantificados ajustados.

10 6. Un programa que comprende instrucciones que, cuando se ejecuta el programa mediante un ordenador, provocan que el ordenador lleve a cabo las etapas del método de codificación según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3.

15 7. Un soporte de grabación legible con ordenador que tiene un programa grabado en el mismo que comprende instrucciones que, cuando el programa se ejecuta por medio de un ordenador, provocan que el ordenador lleve a cabo las etapas del método de codificación según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3.

20

APARATO 9 DE CODIFICACIÓN
SEÑAL SONORA DE ENTRADA

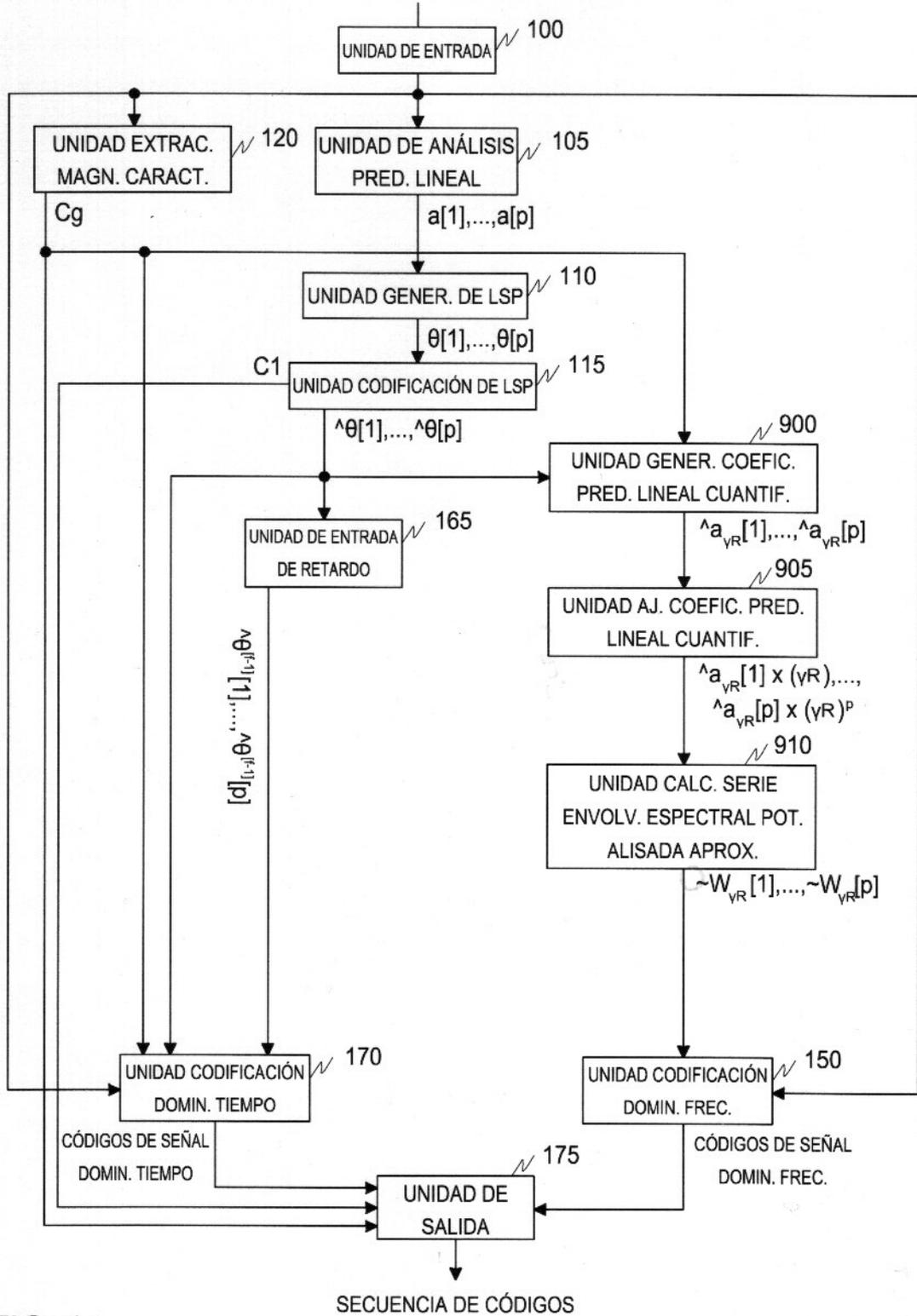


FIG. 1

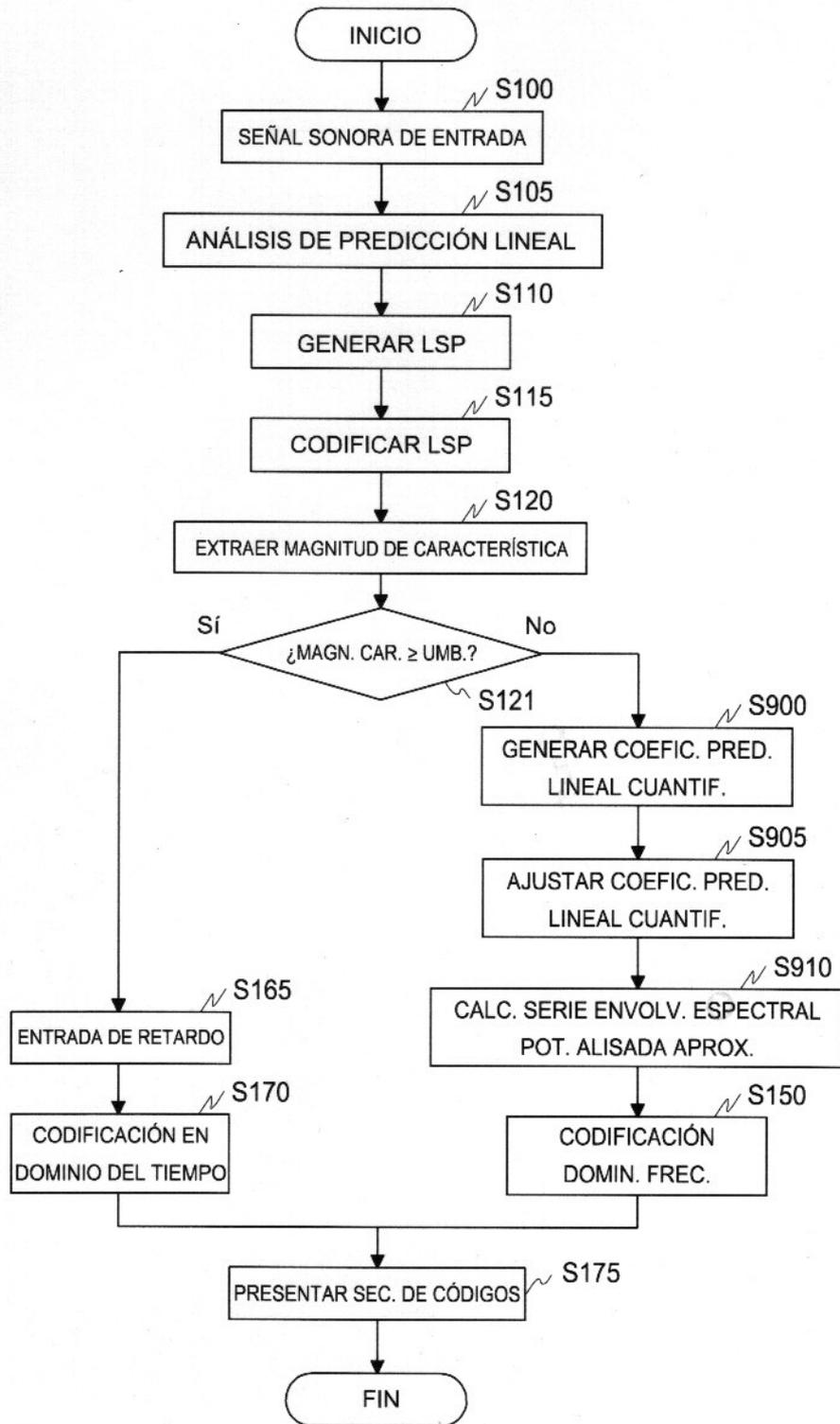


FIG. 2

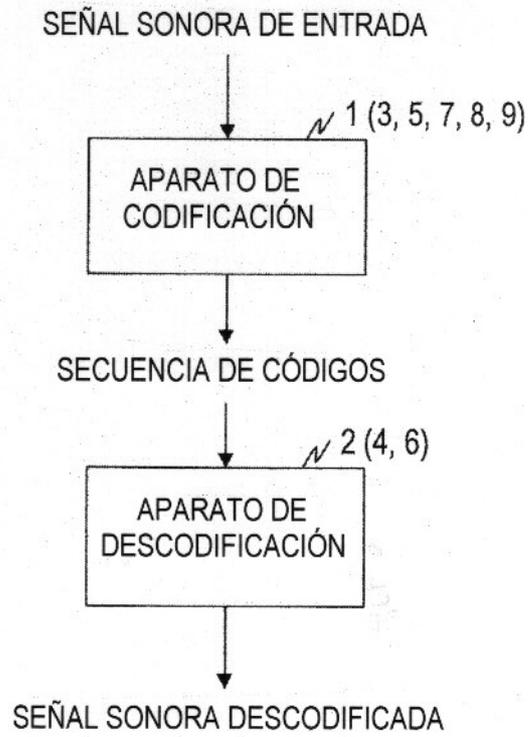


FIG. 3

APARATO 1 DE CODIFICACIÓN
SEÑAL SONORA DE ENTRADA

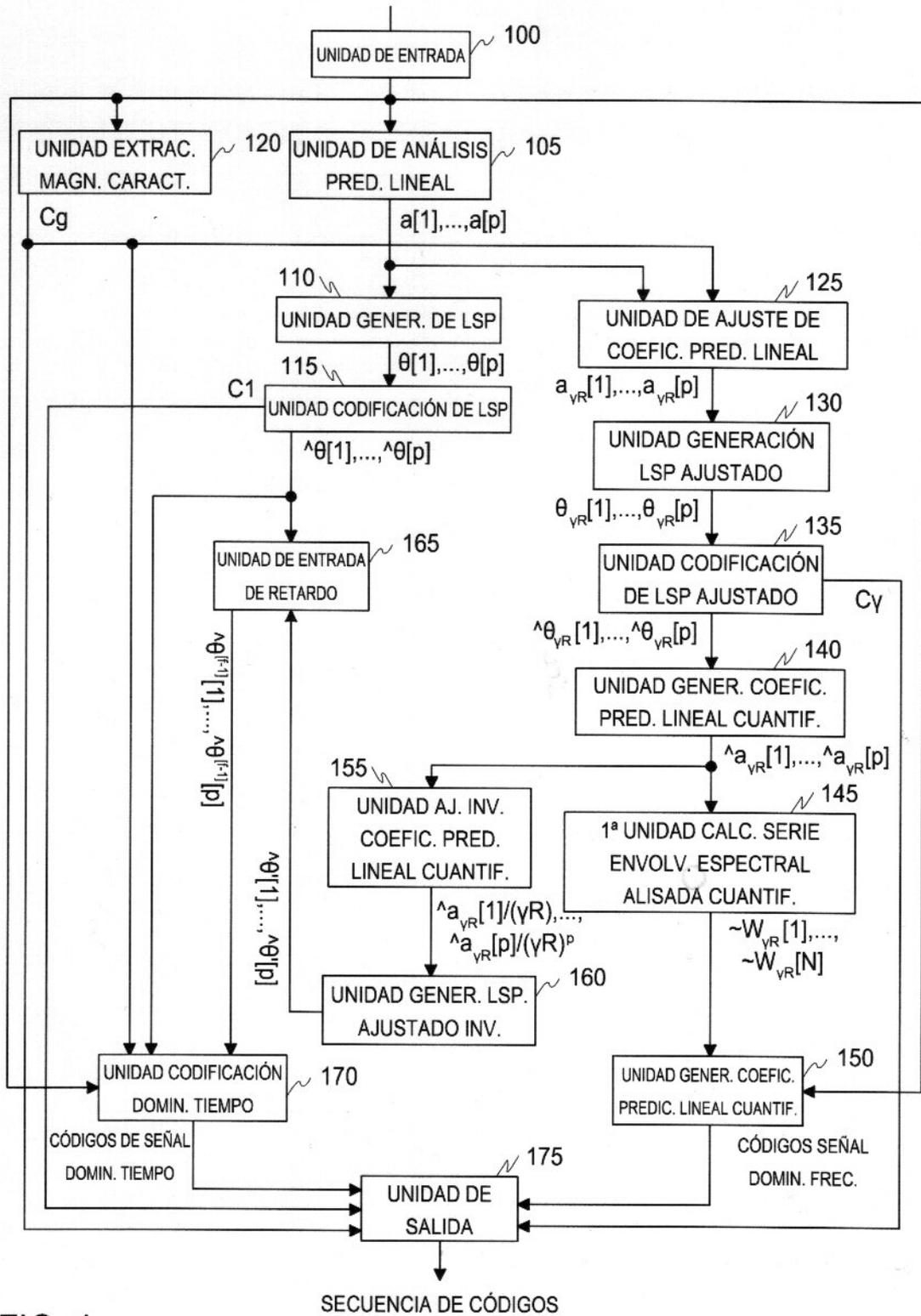


FIG. 4

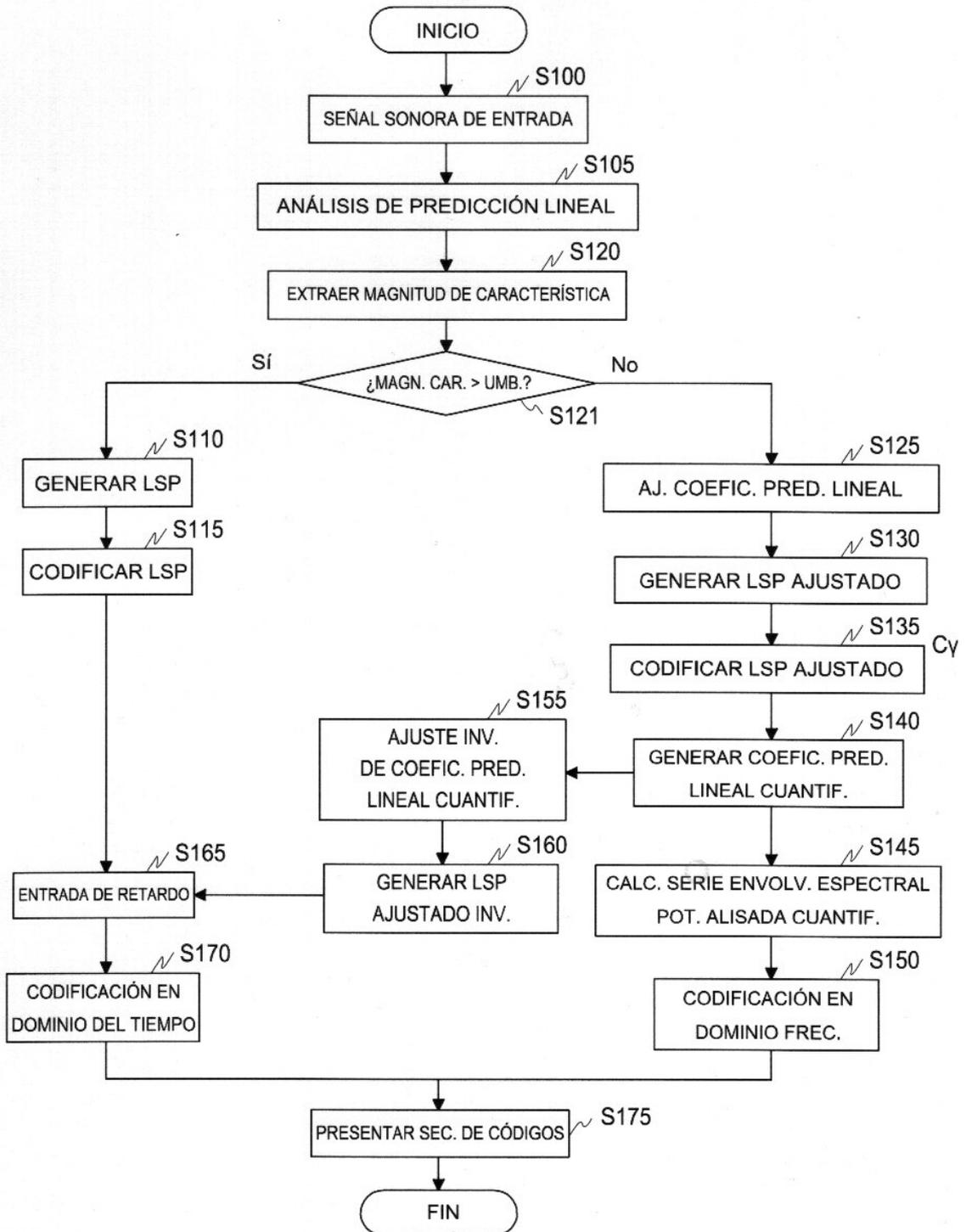


FIG. 5

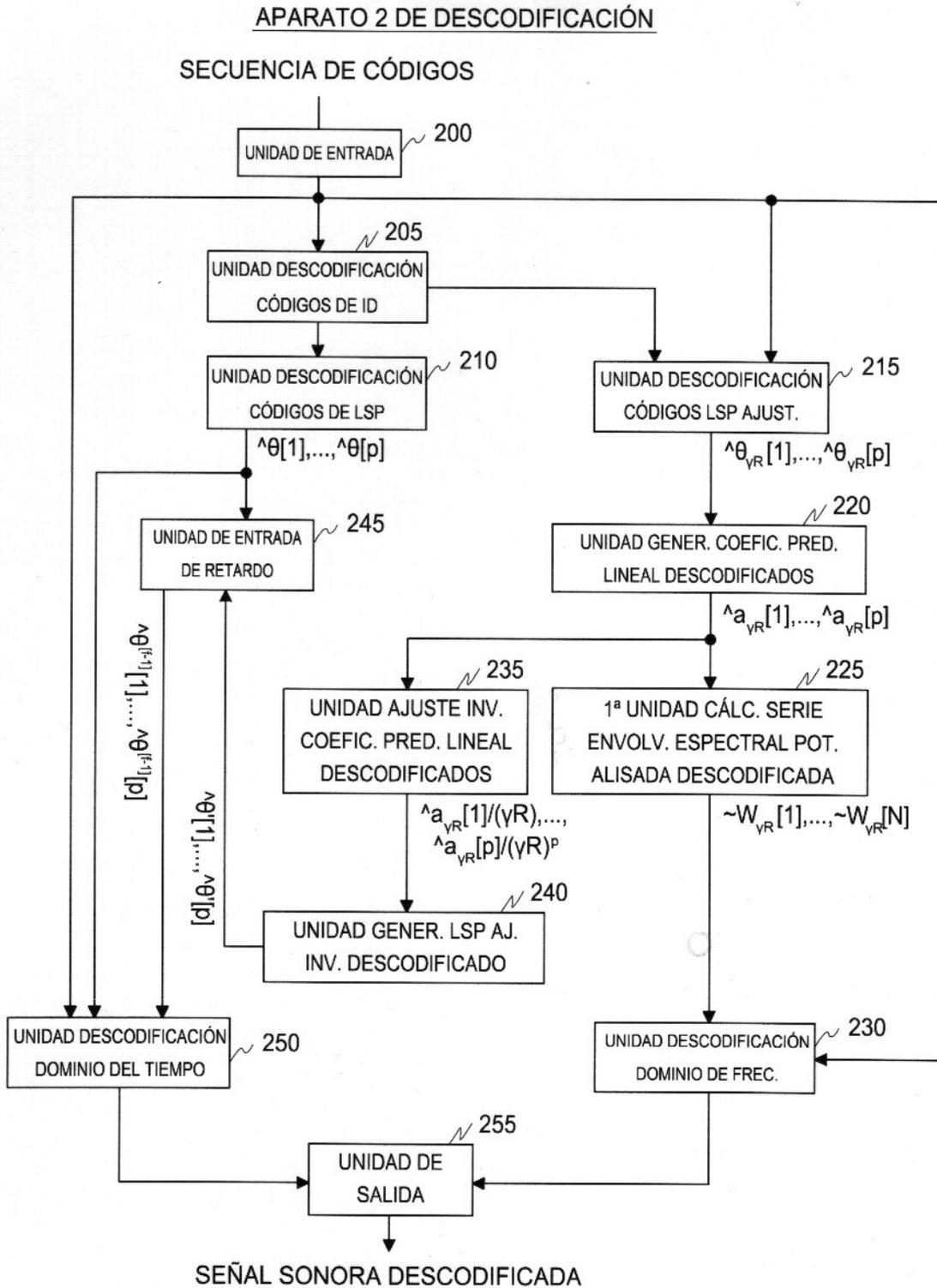


FIG. 6

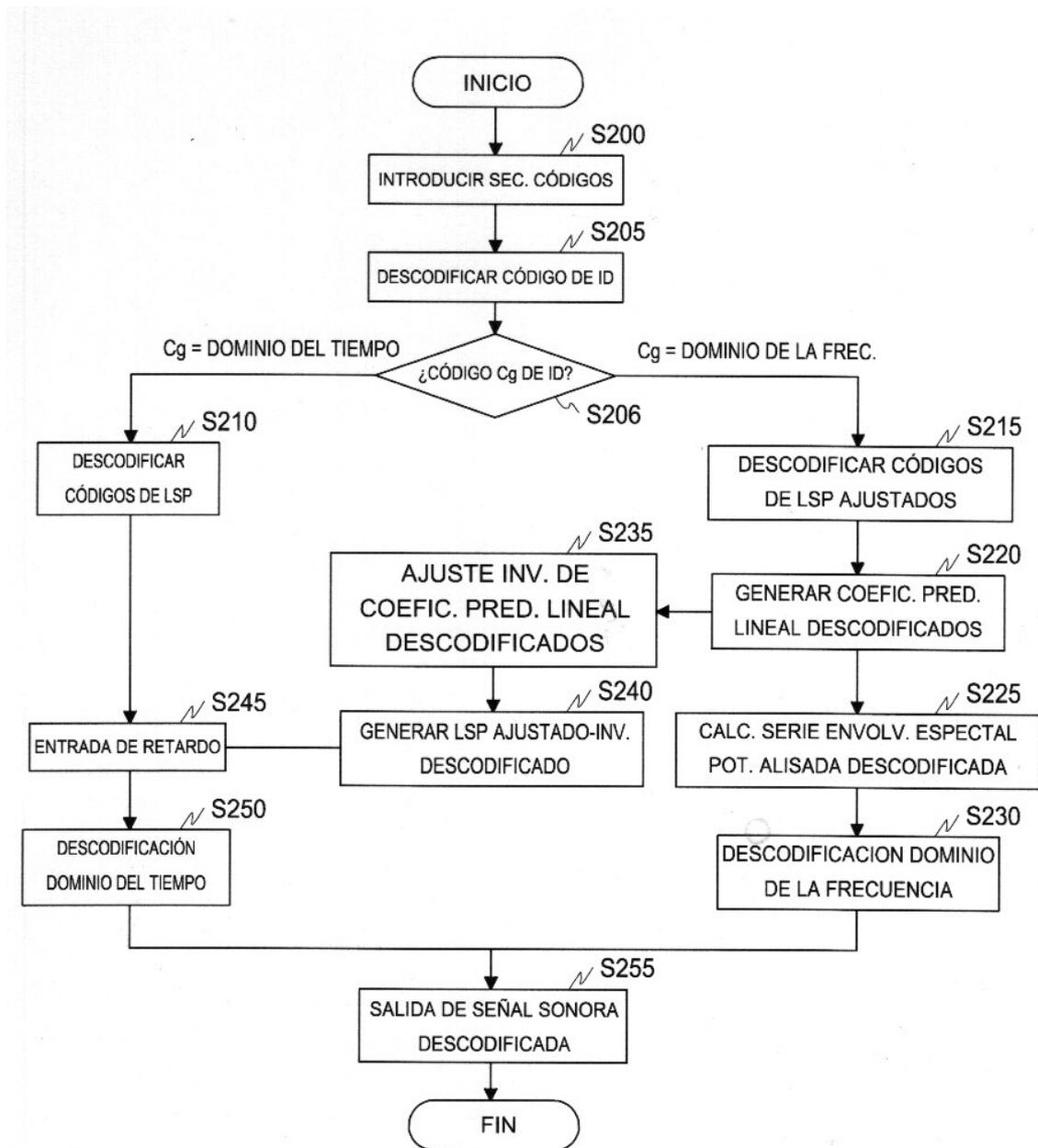


FIG. 7

APARATO 3 DE CODIFICACIÓN
SEÑAL SONORA DE ENTRADA

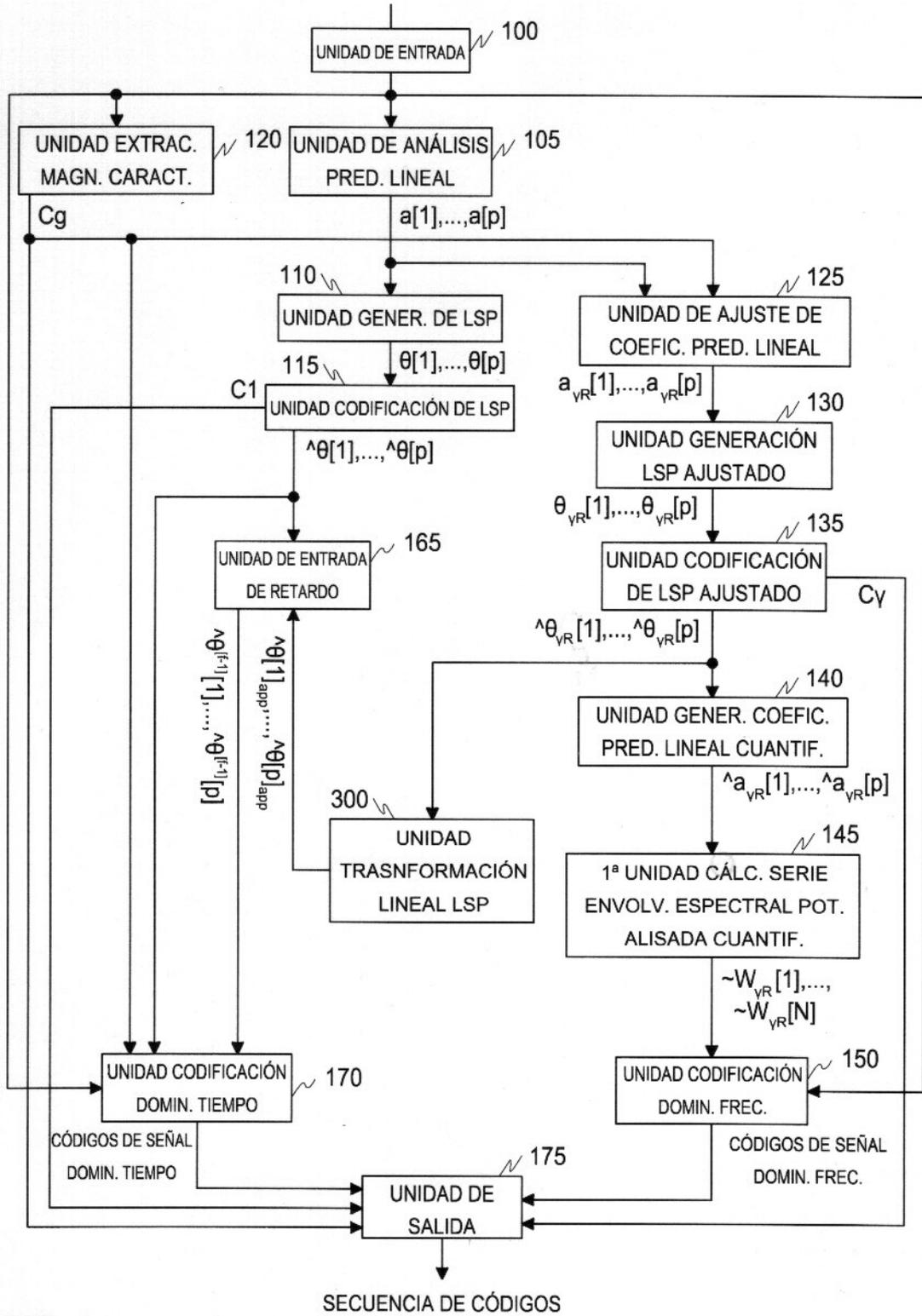


FIG. 8

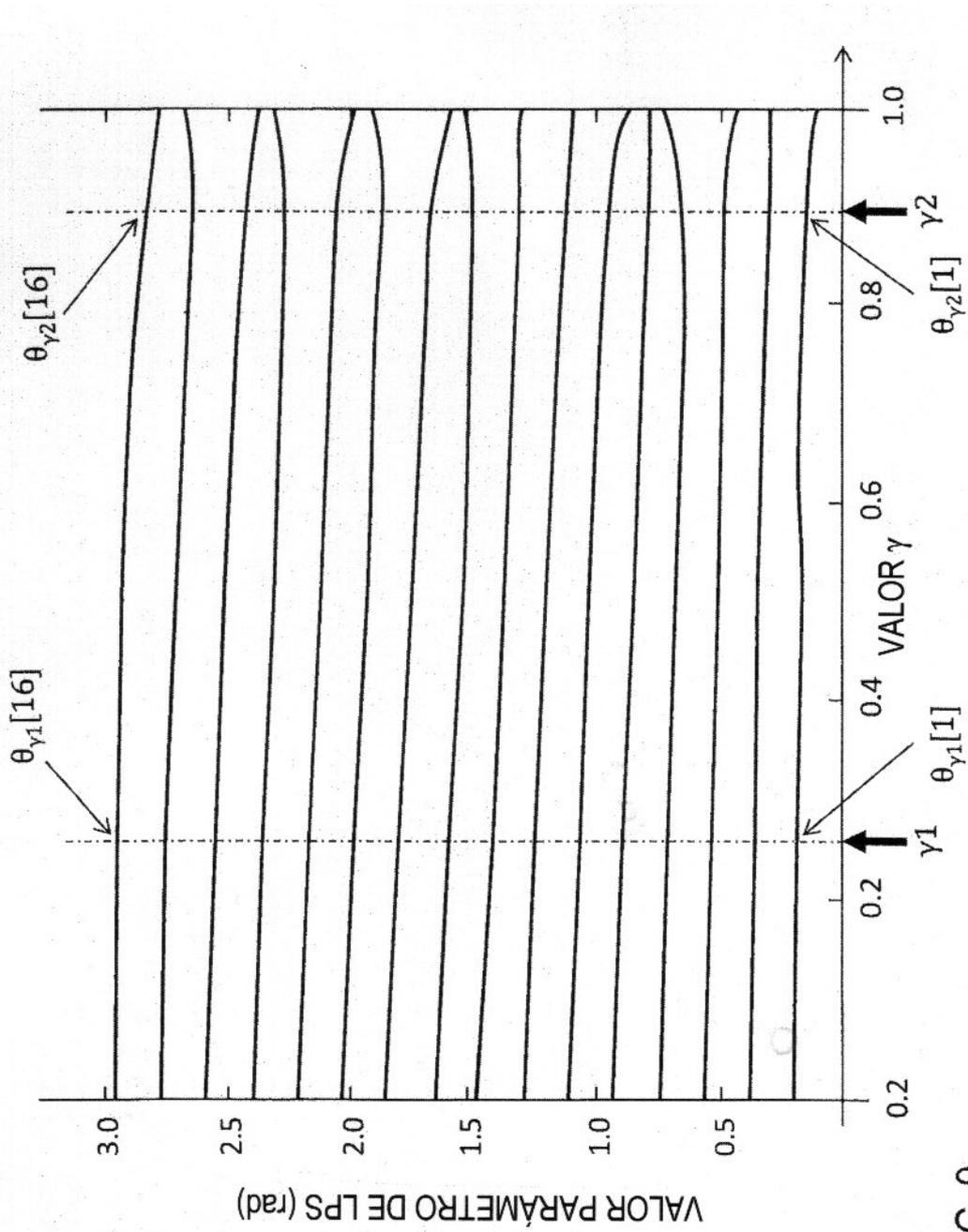


FIG. 9

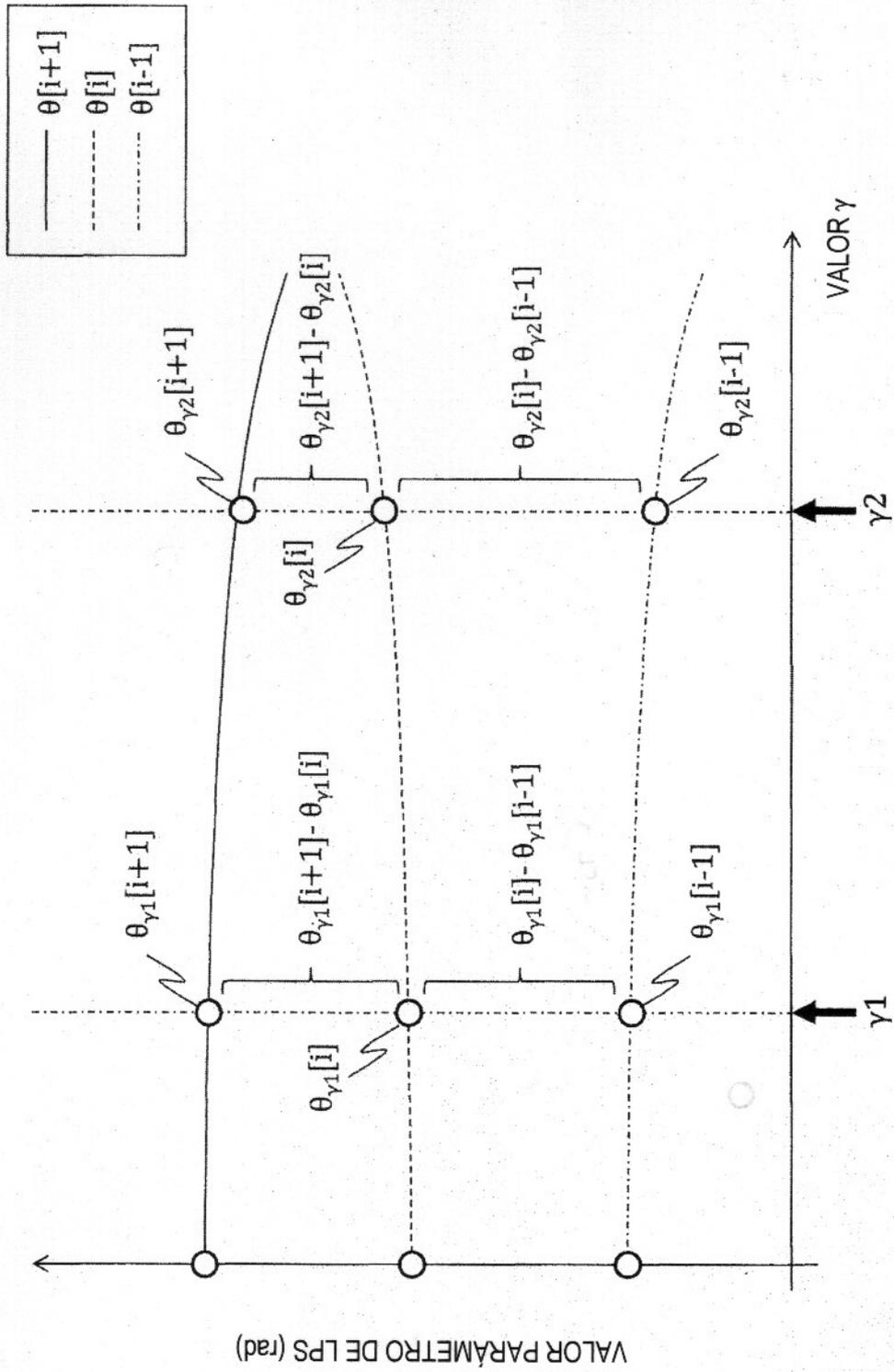


FIG. 10

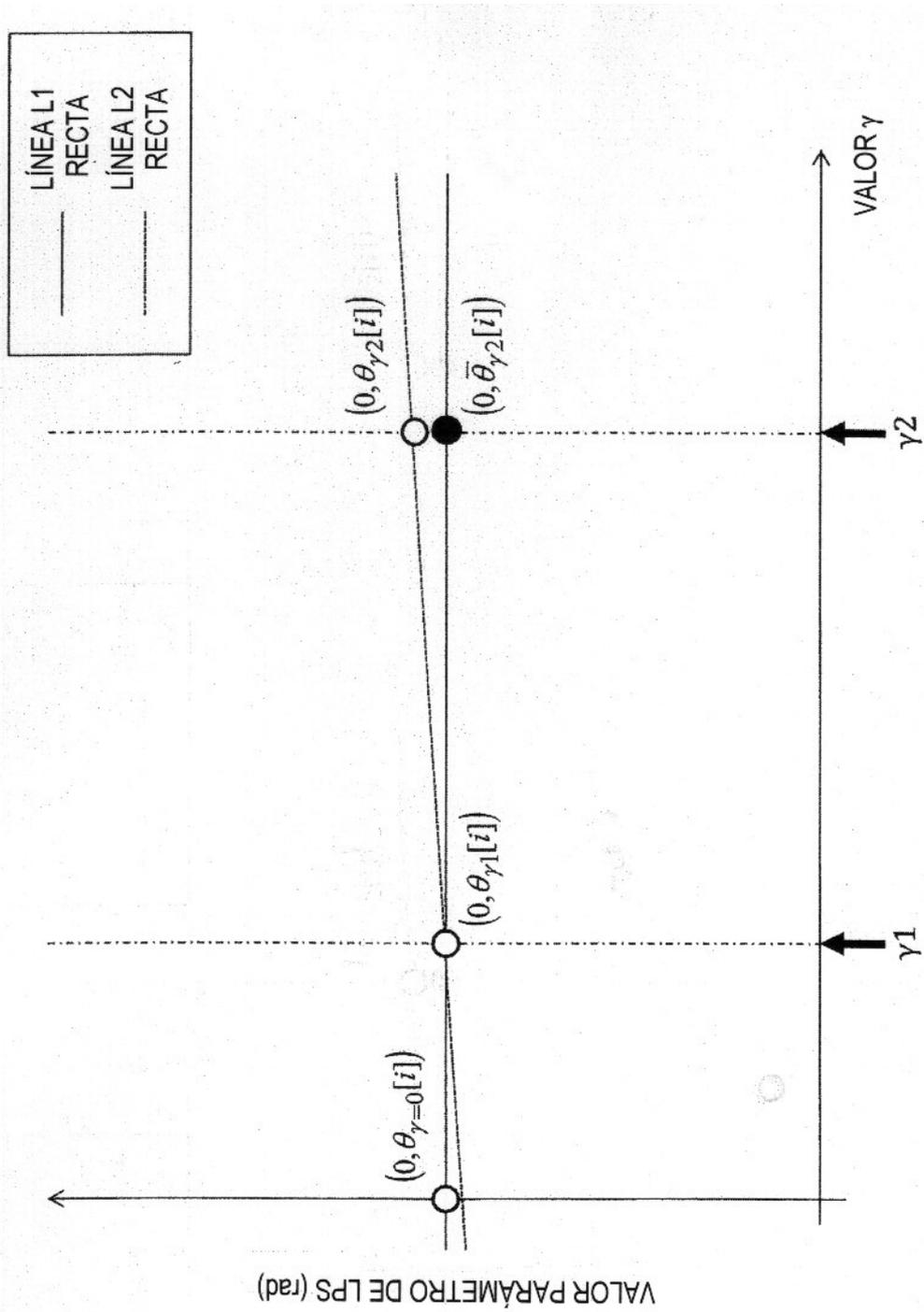


FIG. 11

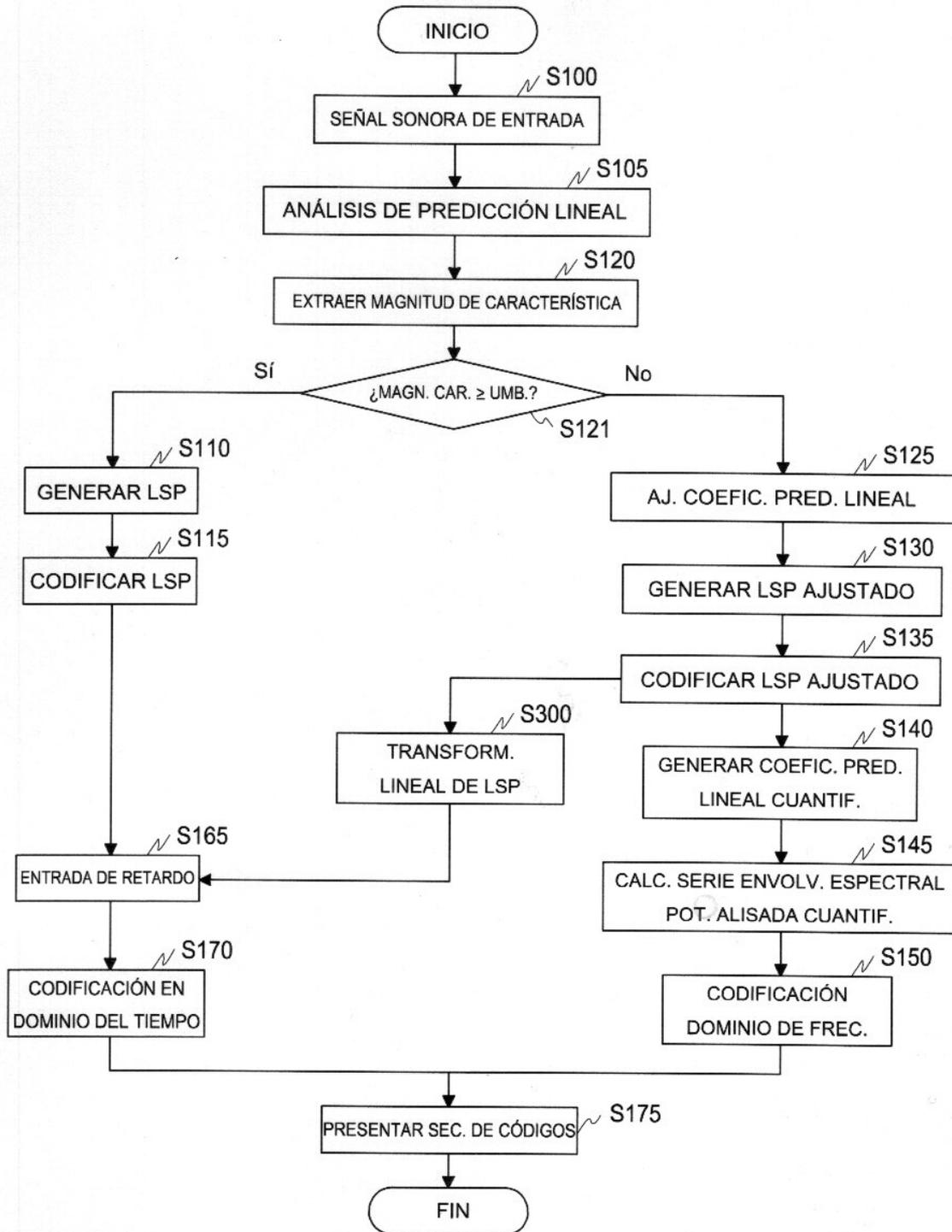


FIG. 12

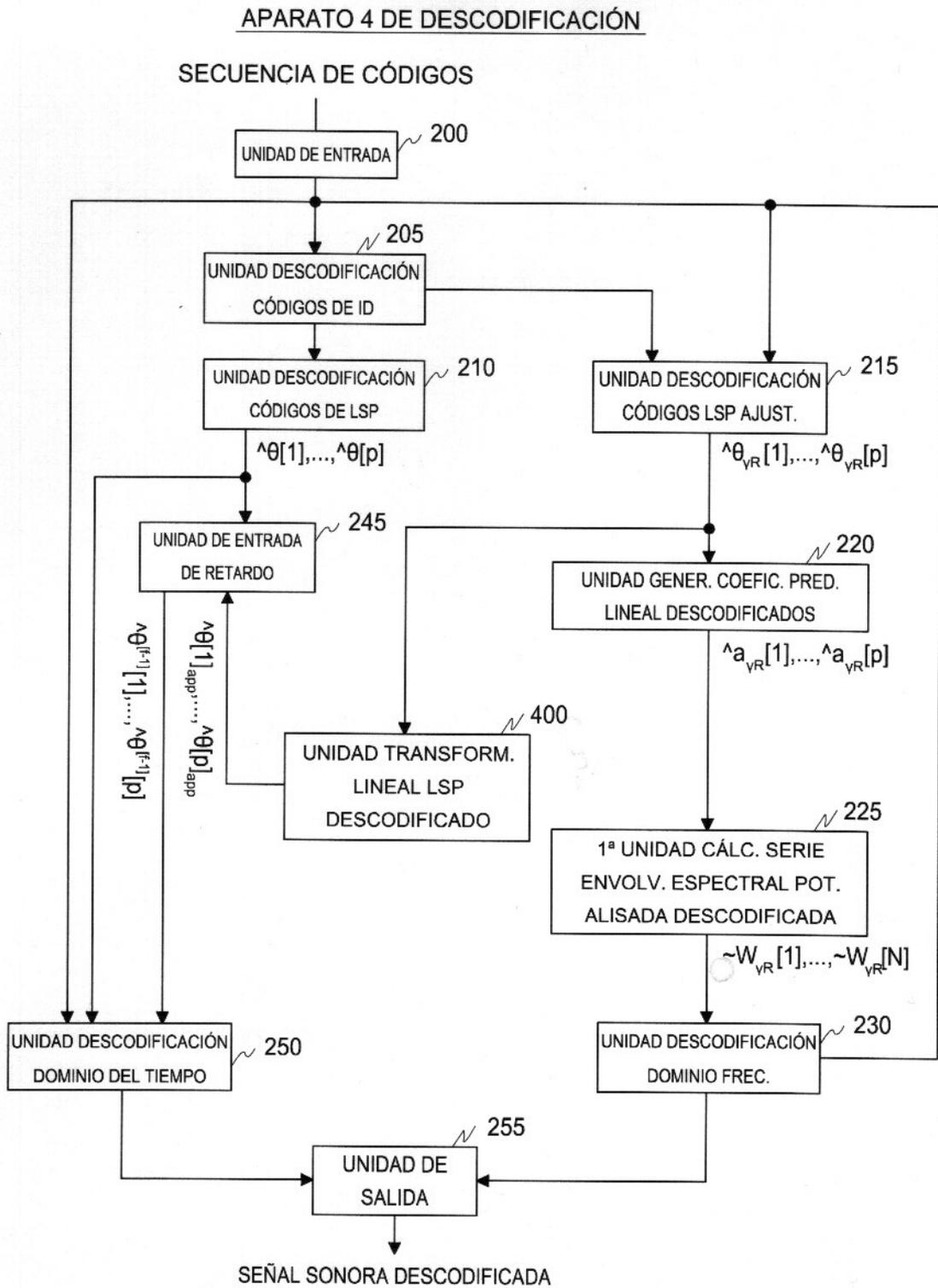


FIG. 13

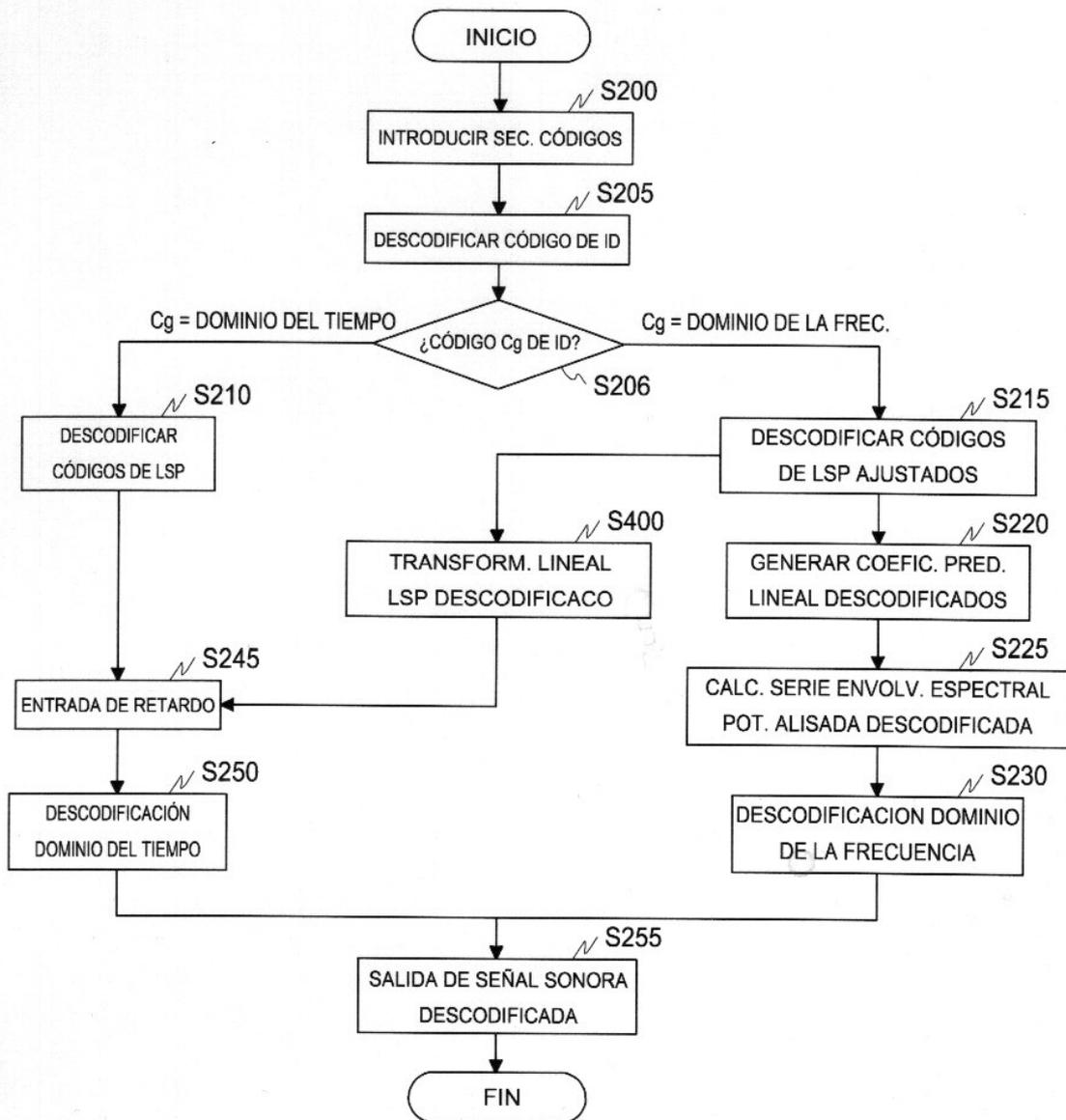


FIG. 14

APARATO 8 DE CODIFICACIÓN
SEÑAL SONORA DE ENTRADA

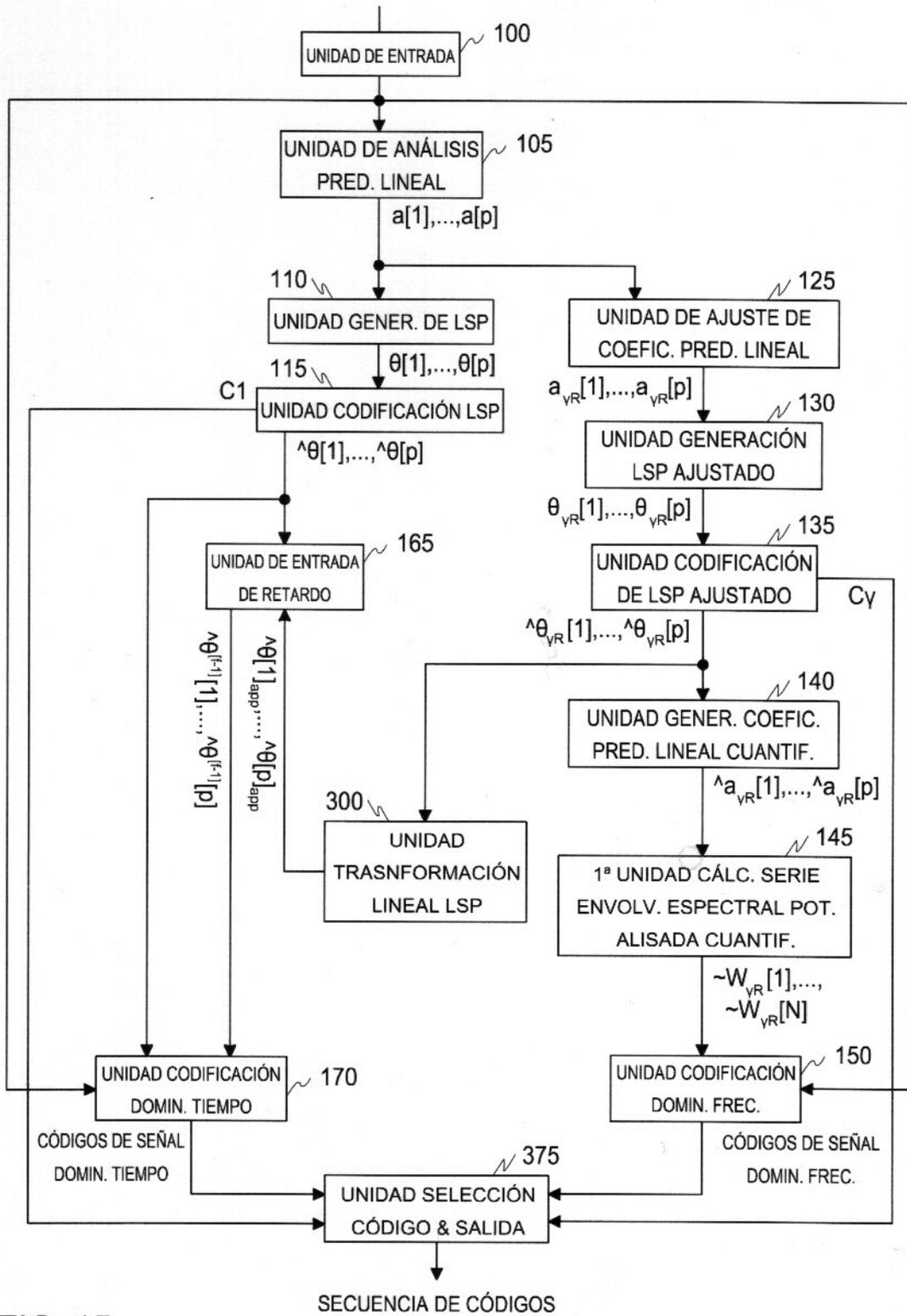


FIG. 15

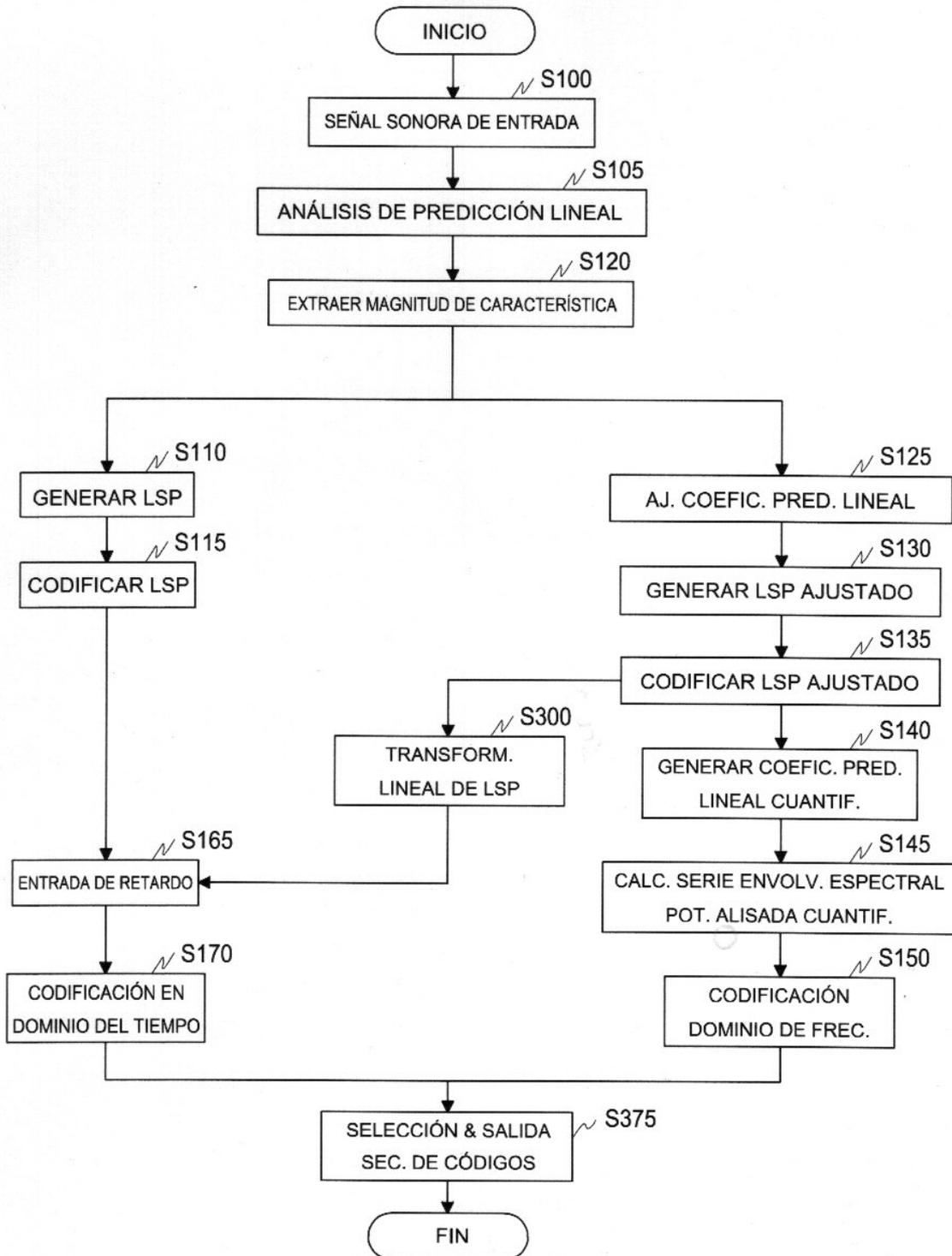


FIG. 16

APARATO 5 DE CODIFICACIÓN
SEÑAL SONORA DE ENTRADA

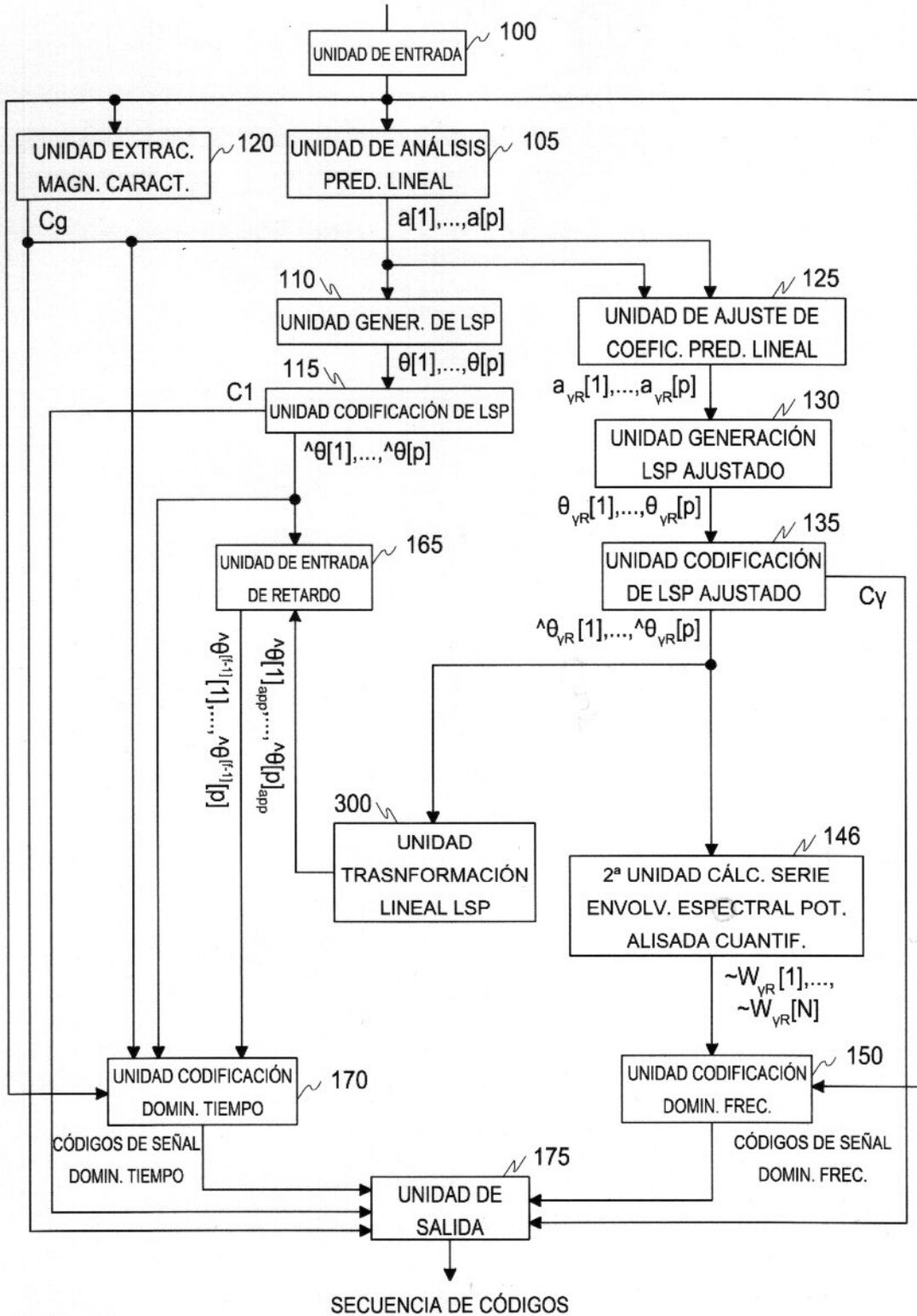


FIG. 17

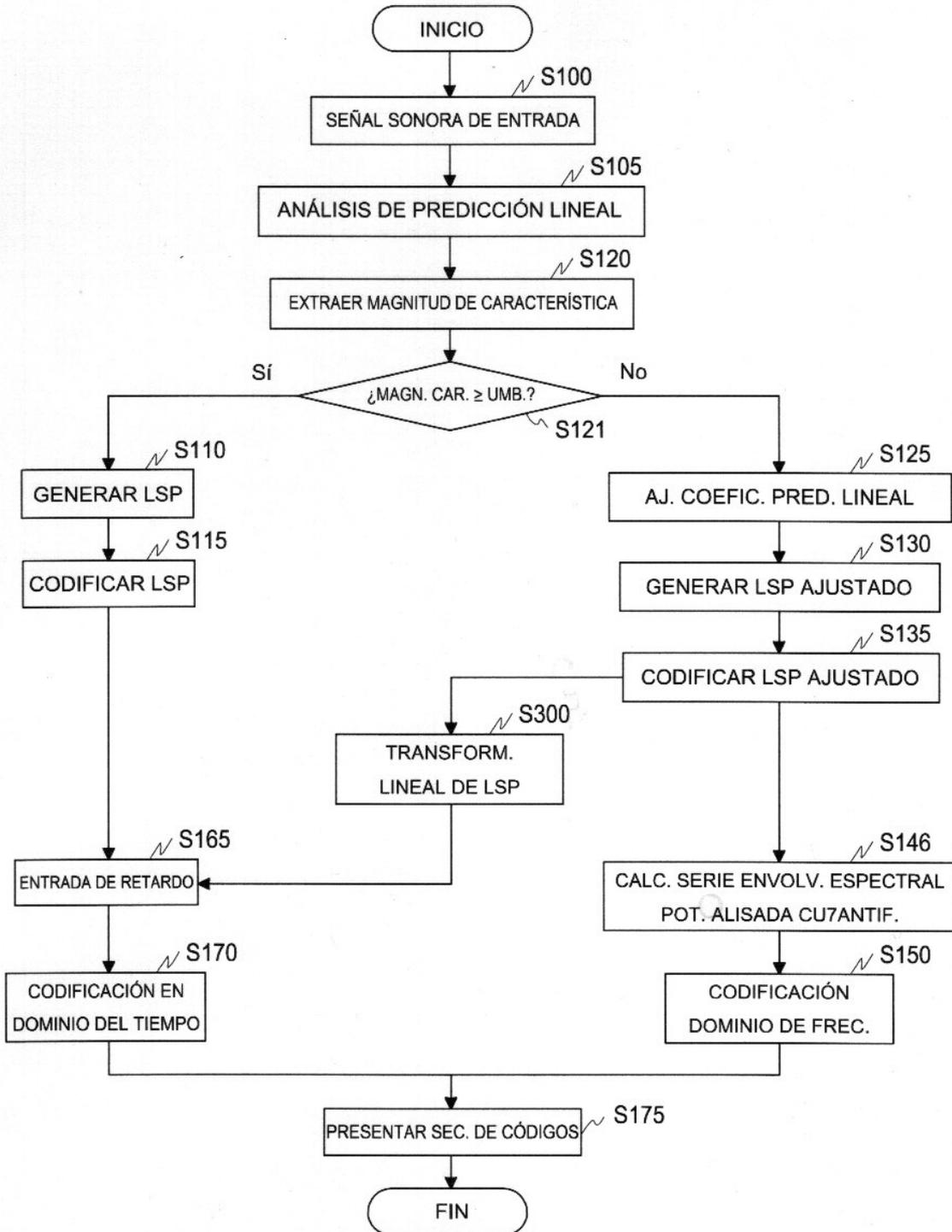


FIG. 18

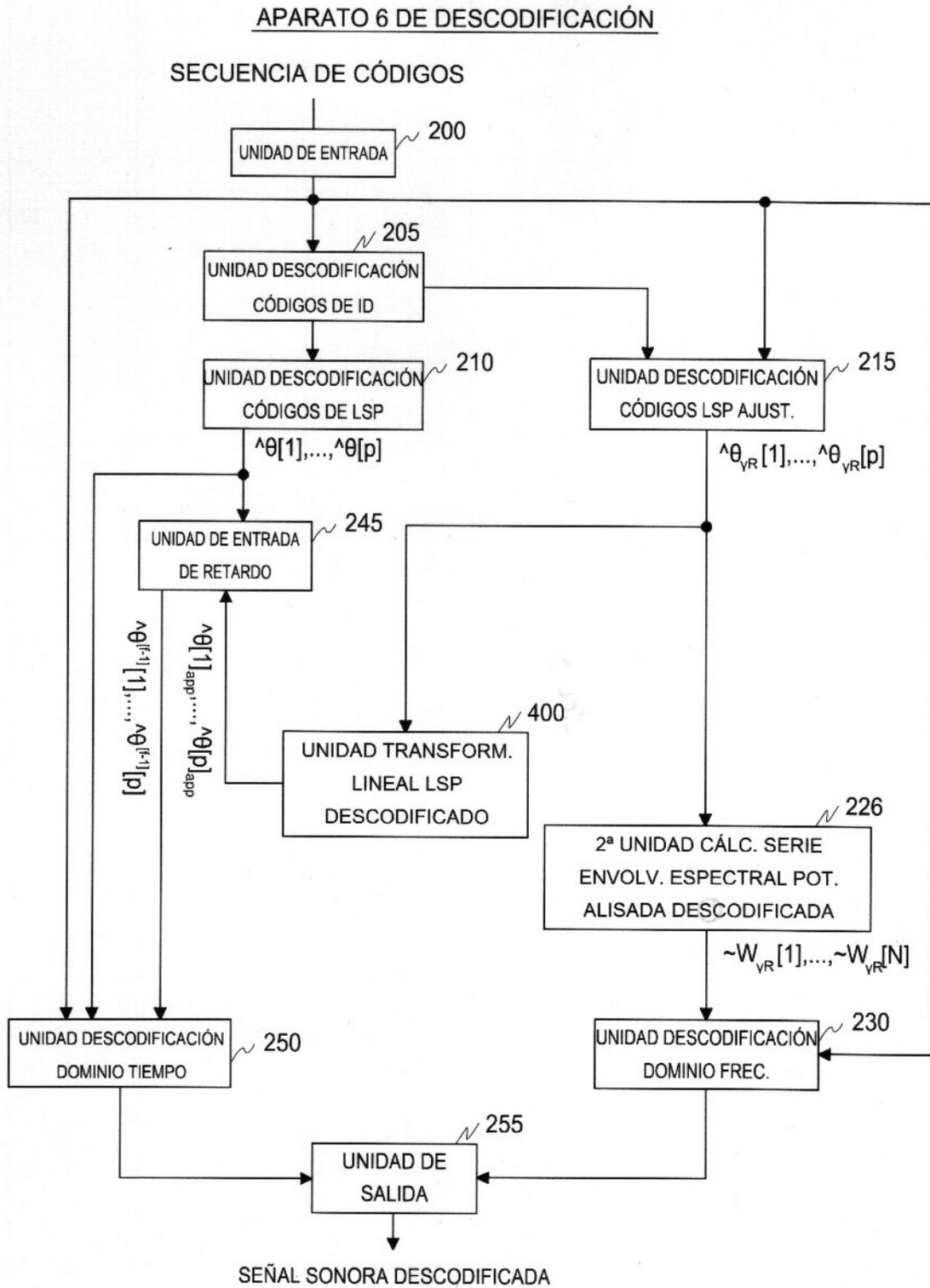


FIG. 19

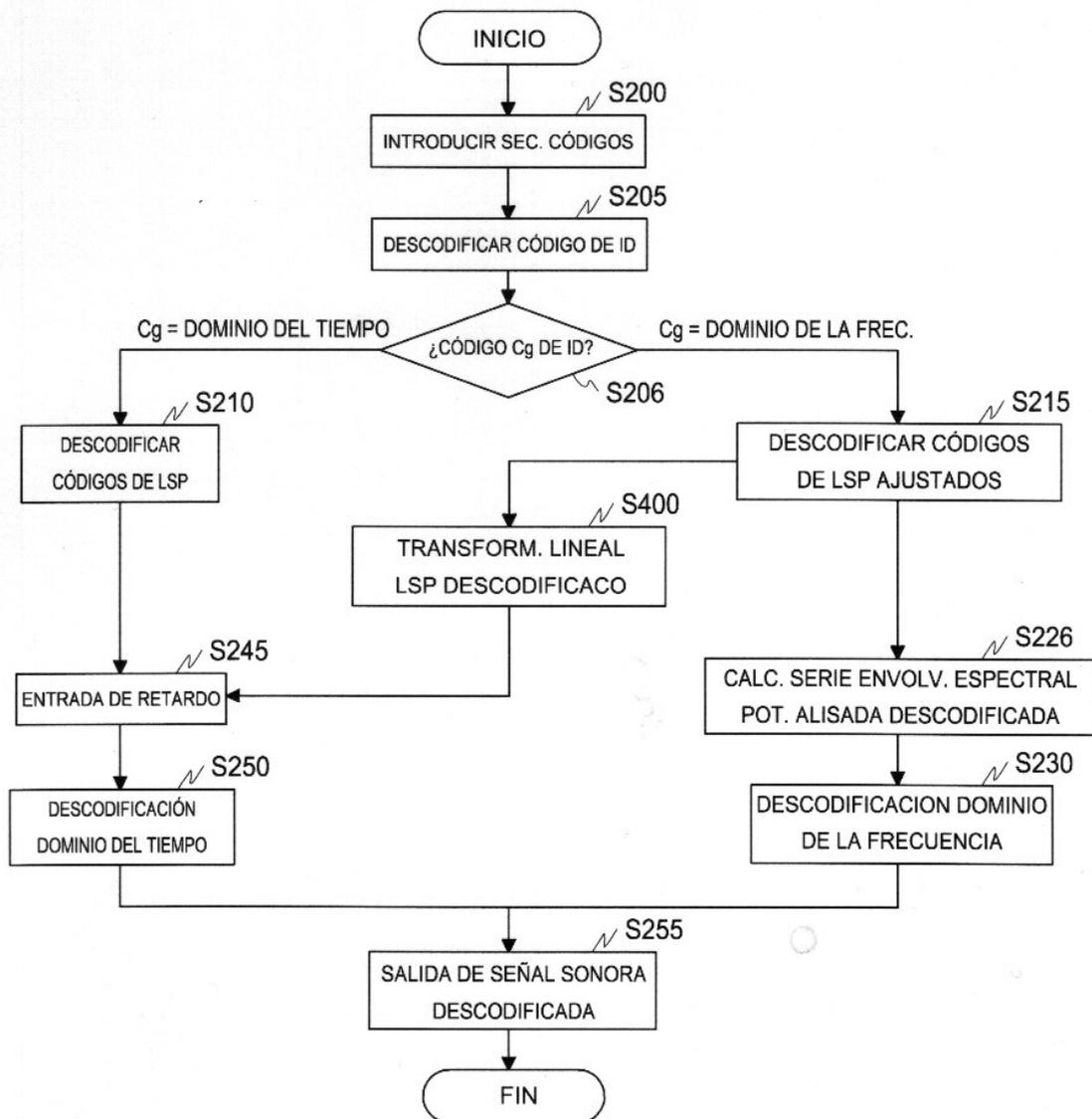


FIG. 20

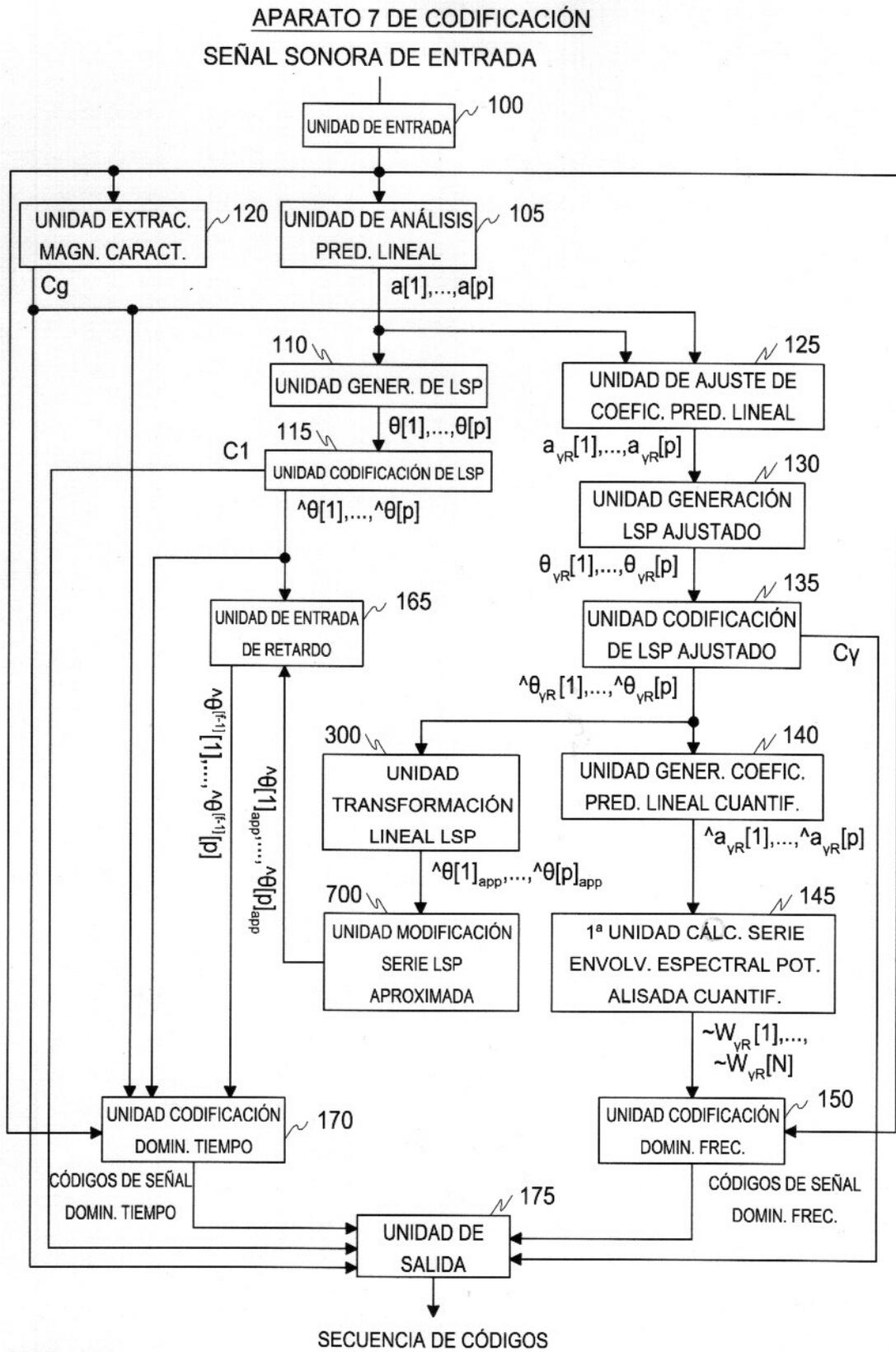


FIG. 21

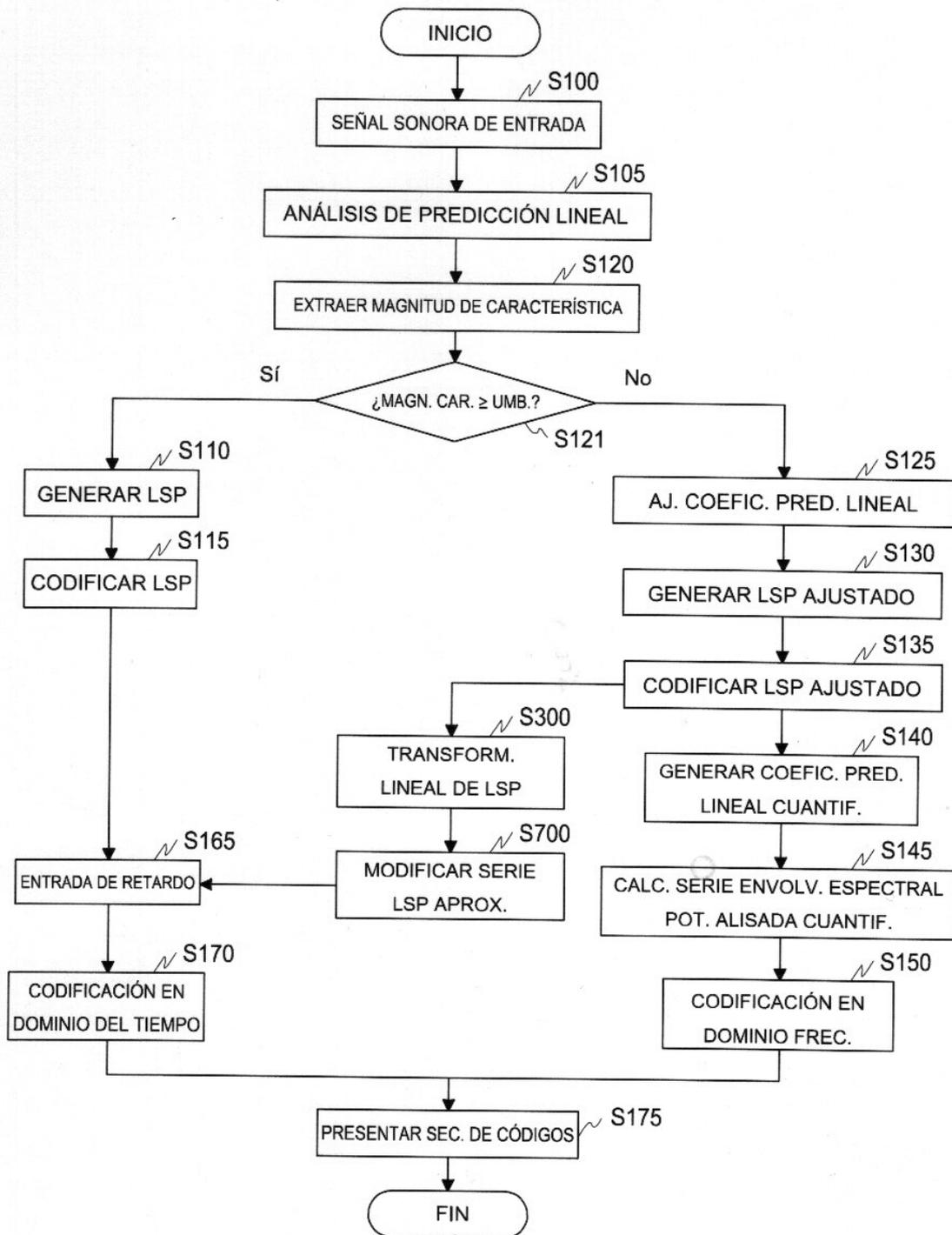


FIG. 22

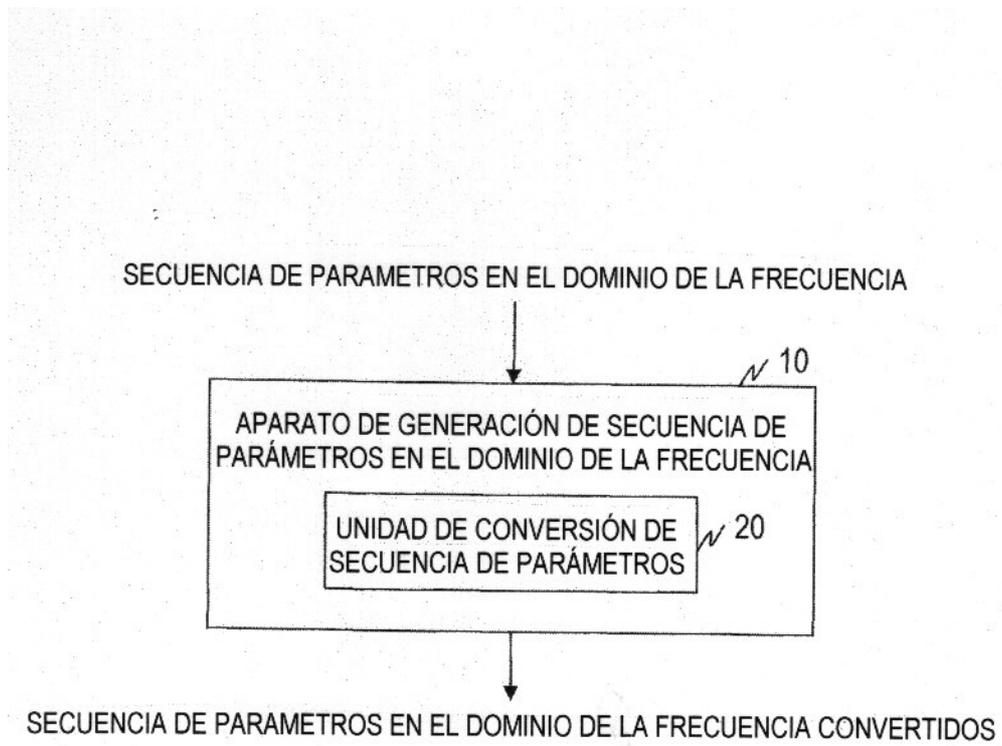


FIG. 23