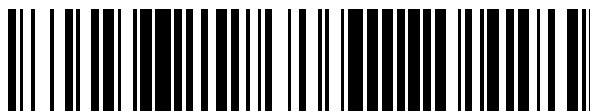


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 770 407**

51 Int. Cl.:

**G10L 25/12** (2013.01)

**G10L 25/06** (2013.01)

**G10L 19/06** (2013.01)

**G10L 25/90** (2013.01)

**G10L 25/21** (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.01.2015 E 18196340 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.11.2019 EP 3441970**

54 Título: **Aparato, método, programa y soporte de registro de análisis predictivo lineal**

30 Prioridad:

**24.01.2014 JP 2014011317**  
**28.07.2014 JP 2014152526**

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

**01.07.2020**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

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

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

**ES 2 770 407 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**

Aparato, método, programa y soporte de registro de análisis predictivo lineal

[CAMPO TÉCNICO]

5 La presente invención se refiere a una técnica para analizar una señal de una serie temporal digital tal como una señal de audio, una señal acústica, un electrocardiograma, un electroencefalograma, una encefalografía magnética y una onda sísmica.

[ANTECEDENTES DE LA TÉCNICA]

10 En la codificación de una señal de audio y una señal acústica, se utiliza ampliamente un método para realizar una codificación en función de un coeficiente predictivo obtenido al realizar un análisis predictivo lineal de la señal de audio y la señal acústica introducidas (véase, por ejemplo, las bibliografías no de patente 1 y 2).

15 En las bibliografías no de patente 1 a 3, se calcula un coeficiente predictivo mediante un aparato de análisis predictivo lineal ilustrado en la Figura 11. El aparato de análisis predictivo lineal 1 comprende una parte de cálculo de autocorrelación 11, una parte de multiplicación de coeficientes 12 y una parte de cálculo de coeficientes predictivos 13.

20 Se procesa una señal de entrada que es una señal de audio digital o una señal acústica digital introducida en un dominio temporal para cada trama de N muestras. Una señal de entrada de una trama actual que es una trama a procesar en el momento actual se establece en  $X_o(n)$  ( $n = 0, 1, \dots, N-1$ ).  $n$  indica un número de muestra de cada muestra en la señal de entrada, y  $N$  es un número entero positivo predeterminado. En este caso, una señal de entrada de la trama una trama antes de la trama actual es  $X_o(n)$  ( $n = -N, -N + 1, \dots, -1$ ), y una señal de entrada de la trama una trama después de la trama actual es  $X_o(n)$  ( $n = N, N + 1, \dots, 2N-1$ ).

25 [Parte de cálculo de autocorrelación 11]

La parte de cálculo de autocorrelación 11 del aparato de análisis predictivo lineal 1 obtiene la autocorrelación  $R_o(i)$  ( $i = 0, 1, \dots, P_{max}$ , donde  $P_{max}$  es un orden de predicción) de la señal de entrada  $X_o(n)$  utilizando la ecuación (11) y genera la autocorrelación.  $P_{max}$  es un número entero positivo predeterminado menor que  $N$ .

30 [Fórmula 1]

$$R_o(i) = \sum_{n=i}^{N-1} X_o(n) \times X_o(n-i) \quad (11)$$

35 Parte de multiplicación de coeficientes 12

A continuación, la parte de multiplicación de coeficientes 12 obtiene la autocorrelación modificada  $R'_o(i)$  ( $i = 0, 1, \dots, P_{max}$ ) al multiplicar la autocorrelación  $R_o(i)$  generada a partir de la parte de cálculo de autocorrelación 11 por un coeficiente  $w_o(i)$  ( $i = 0, 1, \dots, P_{max}$ ) definido de antemano para cada uno de los mismos  $i$ . Es decir, la función de autocorrelación modificada  $R'_o(i)$  se obtiene mediante la ecuación (12).

40 [Fórmula 2]

$$R'_o(i) = R_o(i) \times w_o(i) \quad (12)$$

45 [Parte de cálculo de coeficientes predictivos 13]

A continuación, la parte de cálculo de coeficientes predictivos 13 obtiene un coeficiente que se puede convertir en coeficientes predictivos lineales desde el primer orden hasta el orden  $P_{max}$ , que es un orden de predicción definido de antemano utilizando la autocorrelación modificada  $R'_o(i)$  generada a partir de la parte de multiplicación de coeficientes 12 a través de, por ejemplo, un método Levinson-Durbin, o similar. El coeficiente que se puede convertir en los coeficientes predictivos lineales comprende un coeficiente PARCOR  $K_o(1), K_o(2), \dots, K_o(P_{max})$ , coeficientes predictivos lineales  $a_o(1), a_o(2), \dots, a_o(P_{max})$ , o similares.

55 La norma internacional UIT-T G.718 que es la bibliografía no de patentes 1 y la norma internacional UIT-T G.729 que es bibliografía no de patentes 2 utilizan un coeficiente fijo que tiene un ancho de banda de 60 Hz obtenido de antemano como un coeficiente  $w_o(i)$ .

Específicamente, el coeficiente  $w_o(i)$  se define utilizando una función exponente como en la ecuación (13), y en la ecuación (13), se utiliza un valor fijo de  $f_0 = 60$  Hz.  $f_s$  es una frecuencia de muestreo.

[Fórmula 3]

$$w_o(i) = \exp\left(-\frac{1}{2}\left(\frac{2\pi f_o i}{f_s}\right)^2\right), i = 0, 1, \dots, P_{\max} \quad (13)$$

5 La bibliografía no de patente 3 describe un ejemplo en el que se utiliza un coeficiente basado en una función distinta de la función exponente descrita anteriormente. Sin embargo, la función utilizada en este caso es una función basada en un período de muestreo  $\Delta$  (correspondiente a un período correspondiente a  $f_s$ ) y una constante predeterminada  $a$ , y se utiliza un coeficiente de un valor fijo.

10 La bibliografía de patente 1 se refiere a un método y un aparato de compresión de señales. El método de compresión de señales incluye multiplicar una señal de entrada por una función ventana, calcular los coeficientes de autocorrelación originales de una señal de entrada con ventanas, calcular un factor de corrección de ruido blanco o una ventana de desfase de acuerdo con los coeficientes de autocorrelación originales y calcular los coeficientes de autocorrelación modificados de acuerdo con los coeficientes de autocorrelación originales, el factor de corrección de ruido blanco y la ventana de desfase, calcular los coeficientes de predicción lineal de acuerdo con los coeficientes de autocorrelación modificados y generar una corriente de bits codificados de acuerdo con los coeficientes de predicción lineal.

20 La bibliografía de patente 2 se refiere a un códec de voz de baja tasa de bits basado en la técnica de interpolación en el dominio de la frecuencia que está diseñado para operar con múltiples tasas.

[BIBLIOGRAFÍA DE LA TÉCNICA ANTERIOR]

[BIBLIOGRAFÍA DE PATENTE]

25 Bibliografía de patente 1: Solicitud de patente de EE. UU. abierta a inspección pública N.º 2013/117030A1  
 Bibliografía de patente 2: Solicitud de patente de EE. UU. abierta a inspección pública N.º 2004/002856 A1

[BIBLIOGRAFÍA NO DE PATENTE]

30 Bibliografía no de patente 1: Recomendación UIT-T G.718, UIT, 2008.  
 Bibliografía no de patente 2: Recomendación UIT-T G.729, UIT, 1996.  
 Bibliografía no de patente 3: Yoh'ichi Tohkura, Fumitada Itakura, Shin'ichiro Hashimoto, "Spectral Smoothing Technique in PARCOR Speech Analysis-Synthesis", IEEE Trans. sobre acústica, habla y procesamiento de señales, vol. ASSP-26, N.º 6, 1978

[COMPENDIO DE LA INVENCION]

35 [PROBLEMAS A RESOLVER MEDIANTE LA INVENCION]

En un método de análisis predictivo lineal utilizado en la codificación convencional de una señal de audio o una señal acústica, se obtiene un coeficiente que se puede convertir en coeficientes predictivos lineales utilizando la autocorrelación modificada  $R'_o(i)$  obtenida multiplicando la autocorrelación  $R_o(i)$  por un coeficiente fijo  $w_o(i)$ . Por lo tanto, incluso si se obtiene un coeficiente que se puede convertir en coeficientes predictivos lineales sin la necesidad de modificación a través de la multiplicación de la correlación  $R_o(i)$  por el coeficiente  $w_o(i)$ , es decir, utilizando la propia autocorrelación  $R_o(i)$  en lugar de usar la autocorrelación modificada  $R'_o(i)$ , en el caso de una señal de entrada cuyo pico espectral no llegue a ser demasiado alto en una envolvente espectral correspondiente al coeficiente que se puede convertir en los coeficientes predictivos lineales, la precisión de aproximación de la envolvente espectral correspondiente al coeficiente que se puede convertir en los coeficientes predictivos lineales obtenidos utilizando la autocorrelación modificada  $R'_o(i)$  a una envolvente espectral de la señal de entrada  $X_o(n)$  se puede degradar debido a la multiplicación de la autocorrelación  $R_o(i)$  por el coeficiente  $w_o(i)$ . Es decir, existe una posibilidad de que la precisión del análisis predictivo lineal se pueda degradar.

50 Un objetivo de la presente invención es proporcionar un método de análisis predictivo lineal, un aparato, un programa y un soporte de registro con mayor precisión de análisis que el convencional.

[MEDIOS PARA RESOLVER LOS PROBLEMAS]

55 En vista de estos problemas, la presente invención proporciona un método de análisis predictivo lineal, un aparato de análisis predictivo lineal, un programa y un soporte de registro, que tiene las características de las respectivas reivindicaciones independientes.

60 Un método de análisis predictivo lineal de acuerdo con un ejemplo que es útil para comprender la presente invención es un método de análisis predictivo lineal para obtener un coeficiente que se pueda convertir en un coeficiente predictivo lineal correspondiente a una señal de la serie temporal de entrada para cada trama que es un intervalo temporal predeterminado, comprendiendo el método de análisis predictivo lineal una etapa de cálculo de

autocorrelación para calcular la autocorrelación  $R_o(i)$  ( $i = 0, 1, \dots, P_{max}$ ) entre una señal de la serie temporal de entrada  $X_o(n)$  de una trama actual y una muestra de la señal de la serie temporal de entrada  $X_o(n-i)$  i antes de la señal de la serie temporal de entrada  $X_o(n)$  o una muestra de la señal de la serie temporal de entrada  $X_o(n+i)$  i después de la señal de la serie temporal de entrada  $X_o(n)$  para cada uno de al menos  $i = 0, 1, \dots, P_{max}$ , y una etapa de cálculo de coeficientes predictivos para obtener un coeficiente que se pueda convertir en coeficientes predictivos lineales desde el primer orden hasta el orden  $P_{max}$  utilizando la autocorrelación modificada  $R'_o(i)$  ( $i = 0, 1, \dots, P_{max}$ ) obtenida al multiplicar la autocorrelación  $R_o(i)$  ( $i = 0, 1, \dots, P_{max}$ ) por un coeficiente  $w_o(i)$  ( $i = 0, 1, \dots, P_{max}$ ) para cada i correspondiente y, para al menos parte de cada orden i, el coeficiente  $w_o(i)$  correspondiente a cada orden i disminuye monótonamente como un valor que tiene correlación positiva con la intensidad de la periodicidad de una señal de la serie temporal de entrada de una trama actual o una trama pasada o una ganancia de tono en función de los incrementos de la señal de la serie temporal de entrada.

Un método de análisis predictivo lineal de acuerdo con otro ejemplo que es útil para comprender la presente invención es un método de análisis predictivo lineal para obtener un coeficiente que se pueda convertir en un coeficiente predictivo lineal correspondiente a una señal de la serie temporal de entrada para cada trama que es un intervalo de tiempo predeterminado, comprendiendo el método de análisis predictivo lineal una etapa de cálculo de autocorrelación para calcular la autocorrelación  $R_o(i)$  ( $i = 0, 1, \dots, P_{max}$ ) entre una señal de la serie temporal de entrada  $X_o(n)$  de una trama actual y una muestra de la señal de la serie temporal de entrada  $X_o(n-i)$  i antes de la señal de la serie temporal de entrada  $X_o(n)$  o una muestra de la señal de la serie temporal de entrada  $X_o(n+i)$  i después de la señal de la serie temporal de entrada  $X_o(n)$  para cada uno de al menos  $i = 0, 1, \dots, P_{max}$ , una etapa de determinación de coeficientes para adquirir un coeficiente  $w_o(i)$  ( $i = 0, 1, \dots, P_{max}$ ) a partir de una tabla de coeficientes entre dos o más tablas de coeficientes utilizando un valor que tenga correlación positiva con la intensidad de la periodicidad de una señal de la serie temporal de entrada de la trama actual o una trama pasada o una ganancia de tono en función de la señal de la serie temporal de entrada suponiendo que cada orden i donde  $i = 0, 1, \dots, P_{max}$  y un coeficiente  $w_o(i)$  correspondiente a cada orden i se almacenan en asociación unos con otros en cada una de las dos o más tablas de coeficientes, y una etapa de cálculo de coeficientes predictivos para obtener un coeficiente que se pueda convertir en coeficientes predictivos lineales desde el primer orden hasta el orden  $P_{max}$  utilizando la autocorrelación modificada  $R'_o(i)$  ( $i = 0, 1, \dots, P_{max}$ ) obtenida multiplicando la autocorrelación  $R_o(i)$  ( $i = 0, 1, \dots, P_{max}$ ) por el coeficiente adquirido  $w_o(i)$  ( $i = 0, 1, \dots, P_{max}$ ) para cada i correspondiente y, entre las dos o más tablas de coeficientes, una tabla de coeficientes a partir de la cual se adquiere el coeficiente  $w_o(i)$  ( $i = 0, 1, \dots, P_{max}$ ) en la etapa de determinación de coeficientes a medida que el valor que tiene correlación positiva con la intensidad de la periodicidad o la ganancia de tono es un primer valor se establece como una primera tabla de coeficientes y, entre las dos o más tablas de coeficientes, una tabla de coeficientes a partir de la cual se adquiere el coeficiente  $w_o(i)$  ( $i = 0, 1, \dots, P_{max}$ ) en el etapa de determinación de coeficientes a medida que el valor que tiene correlación positiva con la intensidad de la periodicidad o la ganancia de tono es un segundo valor que es más pequeño que el primer valor, se establece como una segunda tabla de coeficientes y, para al menos parte de cada orden i, un coeficiente correspondiente a cada orden i en la segunda tabla de coeficientes es mayor que un coeficiente correspondiente a cada orden i en la primera tabla de coeficientes.

Un método de análisis predictivo lineal de acuerdo con otro ejemplo que es útil para comprender la presente invención es un método de análisis predictivo lineal para obtener un coeficiente que se pueda convertir en un coeficiente predictivo lineal correspondiente a una señal de la serie temporal de entrada para cada trama que es un intervalo temporal predeterminado, comprendiendo el método de análisis predictivo lineal una etapa de cálculo de autocorrelación para calcular la autocorrelación  $R_o(i)$  ( $i = 0, 1, \dots, P_{max}$ ) entre una señal de la serie temporal de entrada  $X_o(n)$  de una trama actual y una muestra de la señal de la serie temporal de entrada  $X_o(n-i)$  i antes de la señal de la serie temporal de entrada  $X_o(n)$  o una muestra de la señal de la serie temporal de entrada  $X_o(n+i)$  i después de la señal de la serie temporal de entrada  $X_o(n)$  para cada uno de al menos  $i = 0, 1, \dots, P_{max}$ , una etapa de determinación de coeficientes para adquirir un coeficiente a partir de una tabla de coeficientes entre las tablas de coeficientes  $t_0$ ,  $t_1$  y  $t_2$  utilizando un valor que tenga una correlación positiva con la intensidad de periodicidad de una señal de la serie temporal de entrada de la trama actual o una trama pasada o una ganancia de tono en función de la señal de la serie temporal de entrada suponiendo que un coeficiente  $w_{t0}(i)$  ( $i = 0, 1, \dots, P_{max}$ ) se almacena en la tabla de coeficientes  $t_0$ , un coeficiente  $w_{t1}(i)$  ( $i = 0, 1, \dots, P_{max}$ ) se almacena en la tabla de coeficientes  $t_1$  y un coeficiente  $w_{t2}(i)$  ( $i = 0, 1, \dots, P_{max}$ ) se almacena en la tabla de coeficientes  $t_2$ , y una etapa de cálculo de coeficientes predictivos para obtener un coeficiente que se pueda convertir en coeficientes predictivos lineales desde el primer orden hasta el orden  $P_{max}$  utilizando la autocorrelación modificada  $R'_o(i)$  ( $i = 0, 1, \dots, P_{max}$ ) obtenida multiplicando la autocorrelación  $R_o(i)$  ( $i = 0, 1, \dots, P_{max}$ ) por el coeficiente adquirido para cada i correspondiente y, suponiendo que, de acuerdo con el valor que tiene correlación positiva con la intensidad de la periodicidad o la ganancia de tono, un caso se clasifica en cualquiera de un caso donde la intensidad de la periodicidad o la ganancia de tono es alta, un caso donde la intensidad de la periodicidad o la ganancia de tono es media y un caso donde la intensidad de la periodicidad o la ganancia de tono es baja, una tabla de coeficientes a partir de la cual se adquiere el coeficiente en la etapa de determinación de coeficientes cuando la intensidad de la periodicidad o la ganancia de tono es alta, se establece como una tabla de coeficientes  $t_0$ , una tabla de coeficientes a partir de la cual se adquiere el coeficiente en la etapa de determinación de coeficientes cuando la intensidad de la periodicidad o la ganancia de tono es media, se establece como una tabla de coeficientes  $t_1$ , y una tabla de coeficientes a partir de la cual se adquiere el coeficiente en la etapa de determinación de coeficientes cuando la intensidad de la periodicidad o la ganancia de

tono es baja, se establece como una tabla de coeficientes  $t_2$ , para al menos parte de  $i$ ,  $w_{10}(i) < w_{11}(i) \leq w_{12}(i)$ , y para al menos parte de cada  $i$  entre otras  $i$ ,  $w_{10}(i) \leq w_{11}(i) < w_{12}(i)$ , y para cada  $i$  restante,  $w_{10}(i) \leq w_{11}(i) \leq w_{12}(i)$ .

[EFECTOS DE LA INVENCIÓN]

5 Es posible realizar una predicción lineal con mayor precisión de análisis que una convencional.

[BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS]

La Figura 1 es un diagrama de bloques para explicar un ejemplo de un aparato predictivo lineal de acuerdo con una primera forma de realización y una segunda forma de realización;

La Figura 2 es un diagrama de flujo para explicar un ejemplo de un método de análisis predictivo lineal;

10 La Figura 3 es un diagrama de flujo para explicar un ejemplo de un método de análisis predictivo lineal de acuerdo con la segunda forma de realización;

La Figura 4 es un diagrama de bloques para explicar un ejemplo de un aparato predictivo lineal de acuerdo con una tercera forma de realización;

15 La Figura 5 es un diagrama de flujo para explicar un ejemplo de un método de análisis predictivo lineal de acuerdo con la tercera forma de realización;

La Figura 6 es un diagrama para explicar un ejemplo específico de la tercera forma de realización;

La Figura 7 es un diagrama de bloques para explicar un ejemplo modificado;

La Figura 8 es un diagrama de bloques para explicar un ejemplo modificado;

20 La Figura 9 es un diagrama de flujo para explicar un ejemplo modificado;

La Figura 10 es un diagrama de bloques para explicar un ejemplo de un aparato de análisis predictivo lineal de acuerdo con una cuarta forma de realización; y

La Figura 11 es un diagrama de bloques para explicar un ejemplo de un aparato predictivo lineal convencional.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS FORMAS DE REALIZACIÓN

25 Se describirá a continuación cada forma de realización de un aparato y un método de análisis predictivo lineal con referencia a los dibujos.

[Primera forma de realización]

30 Según se ilustra en la Figura 1, un aparato de análisis predictivo lineal 2 de la primera forma de realización comprende, por ejemplo, una parte de cálculo de autocorrelación 21, una parte de determinación de coeficientes 24, una parte de multiplicación de coeficientes 22 y una parte de cálculo de coeficientes predictivos 23. Cada operación de la parte de cálculo de autocorrelación 21, la parte de multiplicación de coeficientes 22 y la parte de cálculo de coeficientes predictivos 23 es la misma que cada operación de una parte de cálculo de autocorrelación 11, una parte de multiplicación de coeficientes 12 y una parte de cálculo de coeficientes predictivos 13 en un aparato de análisis predictivo lineal convencional 1.

En el aparato de análisis predictivo lineal 2 se introduce, una señal de entrada  $X_o(n)$  que es una señal de audio digital o una señal acústica digital en un dominio del tiempo para cada trama que es un intervalo de tiempo predeterminado, o una señal digital tal como un electrocardiograma, un electroencefalograma, una encefalografía magnética y una onda sísmica. La señal de entrada es una señal de la serie temporal de entrada. Una señal de entrada de la trama actual se establece en  $X_o(n)$  ( $n = 0, 1, \dots, N-1$ ).  $n$  indica un número de muestra de cada muestra en la señal de entrada y  $N$  es un número entero positivo predeterminado. En este caso, una señal de entrada de la trama una trama antes de la trama actual es  $X_o(n)$  ( $n = -N, -N + 1, \dots, -1$ ), y una señal de entrada de la trama una trama después de la trama actual es  $X_o(n)$  ( $n = N, N + 1, \dots, 2N-1$ ). A continuación, se describirá un caso donde la señal de entrada  $X_o(n)$  es una señal de audio digital o una señal acústica digital. La señal de entrada  $X_o(n)$  ( $n = 0, 1, \dots, N-1$ ) puede ser una señal captada de sí misma, una señal cuya frecuencia de muestreo se convierte para análisis, una señal sometida a un procesamiento de énfasis previo o una señal multiplicada por una función ventana.

Además, la información sobre la ganancia de tono de una señal de audio digital o una señal acústica digital para cada trama también se introduce al aparato de análisis predictivo lineal 2. La información sobre la ganancia de tono se obtiene en una parte de cálculo de ganancias de tono 950 fuera del aparato de análisis predictivo lineal 2.

La ganancia de tono es la intensidad de la periodicidad de una señal de entrada para cada trama. La ganancia de tono es, por ejemplo, la correlación normalizada entre señales con diferencia temporal por un período de tono para la señal de entrada o una señal residual predictiva lineal de la señal de entrada.

[Parte de cálculo de ganancias de tono 950]

La parte de cálculo de ganancias de tono 950 obtiene una ganancia de tono  $G$  a partir de la totalidad o parte de una señal de entrada  $X_o(n)$  ( $n = 0, 1, \dots, N-1$ ) de la trama actual y/o señales de entrada de tramas cerca de la trama actual. La parte de cálculo de ganancias de tono 950 obtiene, por ejemplo, una ganancia de tono  $G$  de una señal de audio digital o una señal acústica digital en una sección de señal que comprende la totalidad o parte de la señal de entrada  $X_o(n)$  ( $n = 0, 1, \dots, N-1$ ) de la trama actual y genera información que puede especificar la ganancia de tono  $G$  como información sobre la ganancia de tono. Existen varios métodos conocidos públicamente para obtener una ganancia de tono, y se puede emplear cualquier método conocido públicamente. Además, también es posible

emplear una configuración donde la ganancia de tono  $G$  obtenida se codifique para obtener un código de ganancia de tono, y el código de ganancia de tono se emita como la información sobre la ganancia de tono. Aún más, también es posible emplear una configuración donde un valor de cuantificación  $\wedge G$  de la ganancia de tono se emite como información sobre la ganancia de tono. A continuación, se describirá un ejemplo específico de la parte de cálculo de ganancias de tono 950.

<Ejemplo específico 1 de la parte de cálculo de ganancias de tono 950>

Un ejemplo específico 1 de la parte de cálculo de ganancias de tono 950 es un ejemplo donde la señal de entrada  $X_o(n)$  ( $n = 0, 1, \dots, N-1$ ) de la trama actual está constituida por varias subtramas, y la parte de cálculo de ganancias de tono 950 realiza la operación antes de que el aparato de análisis predictivo lineal 2 realice la operación para la misma trama. La parte de cálculo de ganancias de tono 950 primero obtiene  $G_{s1}, \dots, G_{sM}$  que son respectivamente ganancias de tono de  $X_{Os1}(n)$  ( $n = 0, 1, \dots, N / M-1, \dots, X_{OsM}(n)$  ( $n = (M-1) N/M, (M-1) N/M + 1, \dots, N-1$ ) que son subtramas  $M$  donde  $M$  es un número entero de dos o mayor. Se asume que  $N$  es divisible por  $M$ . La parte de cálculo de ganancias de tono 950 genera información que puede especificar un valor máximo  $\max(G_{s1}, \dots, G_{sM})$  entre  $G_{s1}, \dots, G_{sM}$  que son ganancias de tono de las subtramas  $M$  que constituyen la trama actual como la información sobre la ganancia de tono.

<Ejemplo específico 2 de la parte de cálculo de ganancias de tono 950>

Un ejemplo específico 2 de la parte de cálculo de ganancias de tono 950 es un ejemplo donde una sección de señal que comprende una parte de anticipación está constituida con la señal de entrada  $X_o(n)$  ( $n = 0, 1, \dots, N-1$ ) de la trama actual y la señal de entrada  $X_o(n)$  ( $n = N, N+1, \dots, N+Nn-1$ ) (donde  $Nn$  es un número entero positivo predeterminado que satisface  $Nn < N$ ) de parte de la trama una trama después de la trama actual como una sección de señal de la trama actual, y la parte de cálculo de ganancias de tono 950 realiza la operación después de que el aparato de análisis predictivo lineal 2 realice la operación para la misma trama. La parte de cálculo de ganancias de tono 950 obtiene  $G_{now}$  y  $G_{next}$  que son respectivamente ganancias de tono de la señal de entrada  $X_o(n)$  ( $n = 0, 1, \dots, N-1$ ) de la trama actual y la señal de entrada  $X_o(n)$  ( $n = N, N+1, \dots, N+Nn-1$ ) de parte de la trama una trama después de la trama actual para una sección de señal de la trama actual y almacena la ganancia de tono  $G_{next}$  en la parte de cálculo de ganancias de tono 950. Además, la parte de cálculo de ganancias de tono 950 genera información que puede especificar la ganancia de tono  $G_{next}$  que se obtiene para una sección de señal de la trama una trama antes de la trama actual y se almacena en la parte de cálculo de ganancias de tono 950, es decir, una ganancia de tono obtenida para la señal de entrada  $X_o(n)$  ( $n = 0, 1, \dots, Nn-1$ ) de parte de la trama actual en la sección de señal de la trama una trama antes de la trama actual como información sobre la ganancia de tono. Se debe observar que, como en el ejemplo específico 1, también es posible obtener una ganancia de tono para cada una de las varias subtramas para la trama actual.

<Ejemplo específico 3 de la parte de cálculo de ganancias de tono 950>

Un ejemplo específico 3 de la parte de cálculo de ganancias de tono 950 es un ejemplo donde la propia señal de entrada  $X_o(n)$  ( $n = 0, 1, \dots, N-1$ ) de la trama actual se constituye como una sección de señal de la trama actual, y la parte de cálculo de ganancias de tono 950 realiza la operación después de que el aparato de análisis predictivo lineal 2 realice la operación para la misma trama. La parte de cálculo de ganancias de tono 950 obtiene una ganancia de tono  $G$  de la señal de entrada  $X_o(n)$  ( $n = 0, 1, \dots, N-1$ ) de la trama actual que es una sección de señal de la trama actual y almacena la ganancia de tono  $G$  en la parte de cálculo de ganancias de tono 950. Además, la parte de cálculo de ganancias de tono 950 genera información que puede especificar la ganancia de tono  $G$  que se obtiene para una sección de señal de la trama una trama antes de la trama actual, es decir, la señal de entrada  $X_o(n)$  ( $n = -N, -N + 1, \dots, -1$ ) de la trama una trama antes de la trama actual y almacenada en la parte de cálculo de ganancias de tono 950 como la información sobre la ganancia de tono.

La operación del aparato de análisis predictivo lineal 2 se describirá a continuación. La Figura 2 es un diagrama de flujo de un método de análisis predictivo lineal mediante el aparato de análisis predictivo lineal 2.

>Parte de cálculo de autocorrelación 2>

La parte de cálculo de autocorrelación 21 calcula la autocorrelación  $R_o(i)$  ( $i = 0, 1, \dots, P_{max}$ ) a partir de la señal de entrada  $X_o(n)$  ( $n = 0, 1, \dots, N-1$ ) que es una señal de audio digital o una señal acústica digital en un dominio del tiempo para cada trama de  $N$  muestras introducidas (etapa S1).  $P_{max}$  es un orden máximo de un coeficiente que se puede convertir en un coeficiente predictivo lineal, obtenido mediante la parte de cálculo de coeficientes predictivos 23, y es un número entero positivo predeterminado menor que  $N$ . La autocorrelación calculada  $R_o(i)$  ( $i = 0, 1, \dots, P_{max}$ ) se proporciona a la parte de multiplicación de coeficientes 22.

La parte de cálculo de autocorrelación 21 calcula la autocorrelación  $R_o(i)$  ( $i = 0, 1, \dots, P_{max}$ ) a través de, por ejemplo, la ecuación (14A) que utiliza la señal de entrada  $X_o(n)$  y genera la autocorrelación  $R_o(i)$  ( $i = 0, 1, \dots, P_{max}$ ). Es decir, la parte de cálculo de autocorrelación 21 calcula la autocorrelación  $R_o(i)$  entre la señal de la serie temporal de entrada  $X_o(n)$  de la trama actual y una muestra de la señal de la serie temporal  $X_o(n-i)$   $i$  antes de la señal de la serie temporal de entrada  $X_o(n)$ .

[Fórmula 4]

$$R_o(i) = \sum_{n=i}^{N-1} X_o(n) \times X_o(n-i) \quad (14A)$$

5 Alternativamente, la parte de cálculo de autocorrelación 21 calcula la autocorrelación  $R_o(i)$  ( $i = 0, 1, \dots, P_{\max}$ ) a través de, por ejemplo, la ecuación (14B) utilizando la señal de entrada  $X_o(n)$ . Es decir, la parte de cálculo de autocorrelación 21 calcula la autocorrelación  $R_o(i)$  entre la señal de la serie temporal de entrada  $X_o(n)$  de la trama actual y una muestra de la señal de la serie temporal de entrada  $X_o(n+i)$  i después de la señal de la serie temporal de entrada  $X_o(n)$ .

10

[Fórmula 5]

$$R_o(i) = \sum_{n=0}^{N-1-i} X_o(n) \times X_o(n+i) \quad (14B)$$

15 Alternativamente, la parte de cálculo de autocorrelación 21 puede calcular la autocorrelación  $R_o(i)$  ( $i = 0, 1, \dots, P_{\max}$ ) de acuerdo con el teorema de Wiener-Khinchin después de obtener un espectro de potencia correspondiente a la señal de entrada  $X_o(n)$ . Además, en cualquier método, la autocorrelación  $R_o(i)$  se puede calcular utilizando parte de las señales de entrada, tales como las señales de entrada  $X_o(n)$  ( $n = -N_p, -N_p + 1, \dots, -1, 0, 1, \dots, N-1, N, \dots, N-1+N_n$ ), de tramas antes y después de la trama actual. En este caso,  $N_p$  y  $N_n$  son respectivamente, números enteros positivos predeterminados que satisfacen  $N_p < N$  y  $N_n < N$ . Alternativamente, también es posible utilizar como sustituto una serie MDCT como una aproximación del espectro de potencia y obtener la autocorrelación a partir del espectro de potencia aproximado. De esta manera, se puede emplear cualquier técnica conocida públicamente que se utilice comúnmente como un método para calcular la autocorrelación.

20

25 [Parte de determinación de coeficientes 24]

La parte de determinación de coeficientes 24 determina un coeficiente  $w_o(i)$  ( $i = 0, 1, \dots, P_{\max}$ ) utilizando la información introducida sobre la ganancia de tono (etapa S4). El coeficiente  $w_o(i)$  es un coeficiente para modificar la autocorrelación  $R_o(i)$ . El coeficiente  $w_o(i)$  también se conoce como una ventana de desfase  $w_o(i)$  o un coeficiente de ventana de desfase  $w_o(i)$  en un campo de procesamiento de señales. Debido a que el coeficiente  $w_o(i)$  es un valor positivo, cuando el coeficiente  $w_o(i)$  es mayor/menor que un valor predeterminado, a veces se expresa que la magnitud del coeficiente  $w_o(i)$  es mayor/menor que la del valor predeterminado. Además, la magnitud de  $w_o(i)$  se refiere a un valor de  $w_o(i)$ .

30

La información sobre la ganancia de tono introducida en la parte de determinación de coeficientes 24 es información para especificar una ganancia de tono obtenida a partir de la totalidad o parte de la señal de entrada de la trama actual y/o las señales de entrada de tramas cercanas a la trama actual. Es decir, la ganancia de tono a utilizar para determinar el coeficiente  $w_o(i)$  es una ganancia de tono obtenida a partir de la totalidad o parte de la señal de entrada de la trama actual y/o las señales de entrada de las tramas cercanas a la trama actual.

35

La parte de determinación de coeficientes 24 determina como los coeficientes  $w_o(0), w_o(1), \dots, w_o(P_{\max})$  un valor menor para una ganancia de tono mayor correspondiente a la información sobre la ganancia de tono en la totalidad o en parte de un posible rango de la ganancia de tono que corresponde a la información sobre la ganancia de tono para la totalidad o parte de los órdenes desde el orden 0 hasta el orden  $P_{\max}$ . Además, la parte de determinación de coeficientes 24 puede determinar un valor más pequeño para una ganancia de tono mayor como los coeficientes  $w_o(0), w_o(1), \dots, w_o(P_{\max})$  utilizando un valor que tenga una correlación positiva con la ganancia de tono en lugar de utilizar la ganancia de tono.

40

45

Es decir, el coeficiente  $w_o(i)$  ( $i = 0, 1, \dots, P_{\max}$ ) se determina de manera que comprenda un caso donde, para al menos parte del orden de predicción  $i$ , la magnitud del coeficiente  $w_o(i)$  correspondiente al orden  $i$  disminuya monótonamente a medida que aumenta el valor que tiene correlación positiva con la ganancia de tono en una sección de señal que comprende la totalidad o parte de la señal de entrada  $X_o(n)$  de la trama actual.

50

En otras palabras, según se describirá más adelante, la magnitud del coeficiente  $w_o(i)$  no tiene que disminuir monótonamente a medida que el valor que tiene correlación positiva con la ganancia de tono aumenta en función del orden  $i$ .

55

Además, si bien un posible rango del valor que tiene correlación positiva con la ganancia de tono puede comprender un rango donde la magnitud del coeficiente  $w_o(i)$  es fija, aunque el valor que tiene correlación positiva con la

ganancia de tono aumenta, en otros rangos, la magnitud del coeficiente  $w_o(i)$  disminuye monótonamente a medida que el valor que tiene correlación positiva con la ganancia de tono aumenta.

5 La parte de determinación de coeficientes 24, por ejemplo, determina el coeficiente  $w_o(i)$  utilizando una función monótonamente no incremental para la ganancia de tono correspondiente a la información introducida sobre la ganancia de tono. Por ejemplo, la parte de determinación de coeficientes 24 determina el coeficiente  $w_o(i)$  a través de la siguiente ecuación (2) utilizando  $\alpha$ , que es un valor definido de antemano mayor que cero. En la ecuación (2), G se refiere a una ganancia de tono correspondiente a la información introducida sobre la ganancia de tono.  $\alpha$  es un valor para ajustar el ancho de una ventana de desfase cuando el coeficiente  $w_o(i)$  se considera como una ventana de desfase, en otras palabras, la intensidad de la ventana de desfase. El  $\alpha$  definido previamente se puede determinar, por ejemplo, mediante la codificación y decodificación de una señal de audio o una señal acústica para varios valores candidatos para  $\alpha$  en un aparato de codificación que comprende el aparato de análisis predictivo lineal 2 y en un aparato de decodificación correspondiente al aparato de codificación y seleccionar un valor candidato cuya calidad subjetiva o calidad objetiva de la señal de audio decodificada o la señal acústica decodificada sea favorable como  $\alpha$ .

[Fórmula 6]

$$w_o(i) = \exp\left(-\frac{1}{2}\left(\frac{2\pi\alpha Gi}{f_s}\right)^2\right), i = 0, 1, \dots, P_{\max} \quad (2)$$

20 Alternativamente, el coeficiente  $w_o(i)$  se puede determinar a través de la siguiente ecuación (2A) utilizando una función  $f(G)$  definida de antemano para la ganancia de tono G. La función  $f(G)$  es una función que tiene correlación positiva con la ganancia de tono G, y que tiene una relación monótonamente no decreciente con respecto a la ganancia de tono G, tal como  $f(G) = \alpha G + \beta$  (donde  $\alpha$  es un número positivo y  $\beta$  es un número arbitrario) y  $f(G) = \alpha G^2 + \beta G + \gamma$  (donde  $\alpha$  es un número positivo, y  $\beta$  y  $\gamma$  son números arbitrarios).

[Fórmula 7]

$$w_o(i) = \exp\left(-\frac{1}{2}\left(\frac{2\pi f(G)i}{f_s}\right)^2\right), i = 0, 1, \dots, P_{\max} \quad (2A)$$

30 Además, una ecuación utilizada para determinar el coeficiente  $w_o(i)$  utilizando la ganancia de tono G no se limita a las anteriormente descritas (2) y (2A), y se pueden utilizar otras ecuaciones si una ecuación puede expresar una relación monótonamente no creciente con respecto al aumento del valor que tiene correlación positiva con la ganancia de tono. Por ejemplo, el coeficiente  $w_o(i)$  se puede determinar utilizando cualquiera de las siguientes ecuaciones (3) a (6). En las siguientes ecuaciones (3) a (6), a se establece como un número real determinado en función de la ganancia de tono, y m se establece como un número natural determinado en función de la ganancia de tono. Por ejemplo, a se establece como un valor que tiene una correlación negativa con la ganancia de tono, y m se establece como un valor que tiene una correlación negativa con la ganancia de tono.  $\tau$  es un periodo de muestreo.

40 [Fórmula 8]

$$w_o(i) = 1 - \tau i / a, i = 0, 1, \dots, P_{\max} \quad (3)$$

$$w_o(i) = \binom{2m}{m-i} / \binom{2m}{m}, i = 0, 1, \dots, P_{\max} \quad (4)$$

$$w_o(i) = \left(\frac{\sin a \tau i}{a \tau i}\right)^2, i = 0, 1, \dots, P_{\max} \quad (5)$$

$$w_o(i) = \left(\frac{\sin a \tau i}{a \tau i}\right), i = 0, 1, \dots, P_{\max} \quad (6)$$

45 La ecuación (3) es una función ventana en una forma llamada "ventana de Bartlett", la ecuación (4) es una función ventana en una forma llamada "ventana binomial" definida utilizando un coeficiente binomial, la ecuación (5) es una



función ventana en una forma llamada "triangular en la ventana del dominio de la frecuencia", y la ecuación (6) es una función ventana en una forma llamada "rectangular en la ventana del dominio de la frecuencia".

5 Se debe observar que el coeficiente  $w_o(i)$  puede disminuir monótonamente a medida que el valor que tiene correlación positiva con la ganancia de tono aumenta solo para al menos parte del orden  $i$ , no para cada  $i$  de  $0 \leq i \leq P_{max}$ . En otras palabras, la magnitud del coeficiente  $w_o(i)$  no tiene que disminuir monótonamente ya que el valor que tiene correlación positiva con la ganancia de tono aumenta en función del orden  $i$ .

10 Por ejemplo, cuando  $i = 0$ , el valor del coeficiente  $w_o(0)$  se puede determinar utilizando cualquiera de las ecuaciones (2) a (6) descritas anteriormente, o un valor fijo, tal como  $w_o(0) = 1,0001$ ,  $w_o(0) = 1,003$  como también se utiliza en UIT-T G.718, o similar, que no dependa del valor que tiene correlación positiva con la ganancia de tono y que se obtiene empíricamente. Es decir, para cada  $i$  de  $1 \leq i \leq P_{max}$ , mientras que el valor del coeficiente  $w_o(i)$  sea menor cuando el valor que tiene correlación positiva con la ganancia de tono es mayor, el coeficiente cuando  $i = 0$  no se limita a este, y se puede utilizar un valor fijo.

15 [Parte de multiplicación de coeficientes 22]  
 La parte de multiplicación de coeficientes 22 obtiene la autocorrelación modificada  $R'_o(i)$  ( $i = 0, 1, \dots, P_{max}$ ) multiplicando la autocorrelación  $R_o(i)$  ( $i = 0, 1, \dots, P_{max}$ ) obtenida en la parte de cálculo de autocorrelación 21 por el coeficiente  $w_o(i)$  ( $i = 0, 1, \dots, P_{max}$ ) determinado en la parte de determinación de coeficientes 24 para cada uno de los mismos  $i$  (etapa S2). Es decir, la parte de multiplicación de coeficientes 22 calcula la autocorrelación  $R'_o(i)$  a través de la siguiente ecuación (7). La autocorrelación calculada  $R'_o(i)$  se proporciona a la parte de cálculo de coeficientes predictivos 23.

20 [Fórmula 9]

25

$$R'_o(i) = R_o(i) \times w_o(i) \quad (7)$$

[Parte de cálculo de coeficientes predictivos 23]

30 La parte de cálculo de coeficientes predictivos 23 obtiene un coeficiente que se puede convertir en un coeficiente predictivo lineal utilizando la autocorrelación modificada  $R'_o(i)$  generada a partir de la parte de multiplicación de coeficientes 22 (etapa S3).

35 Por ejemplo, la parte de cálculo de coeficientes predictivos 23 calcula y genera los coeficientes PARCOR  $K_o(1)$ ,  $K_o(2)$ , ...,  $K_o(P_{max})$  desde el primer orden hasta el orden  $P_{max}$ , que es un orden máximo definido de antemano o los coeficientes predictivos lineales  $a_o(1)$ ,  $a_o(2)$ , ...,  $a_o(P_{max})$  utilizando un método de Levinson-Durbin, o similar, utilizando la autocorrelación modificada  $R'_o(i)$  generada a partir de la parte de multiplicación de coeficientes 22.

40 De acuerdo con el aparato de análisis predictivo lineal 2 de la primera forma de realización, puesto que la autocorrelación modificada se obtiene multiplicando la autocorrelación por un coeficiente  $w_o(i)$  que comprende un caso en el que, de acuerdo con el valor que tiene correlación positiva con la ganancia de tono, para al menos parte del orden de predicción  $i$ , la magnitud del coeficiente  $w_o(i)$  correspondiente al orden  $i$  disminuye monótonamente a medida que un valor que tiene correlación positiva con una ganancia de tono en una sección de señal que comprende la totalidad o parte de una señal de entrada  $X_o(n)$  de la trama actual aumenta, y se obtiene un coeficiente que se puede convertir en un coeficiente predictivo lineal, incluso si la ganancia de tono de la señal de entrada es alta, es posible obtener el coeficiente que se puede convertir en el coeficiente predictivo lineal en el que la aparición de un pico del espectro se debe a que se suprime la componente de tono, e incluso si la ganancia de tono de la señal de entrada es baja, es posible obtener el coeficiente que se puede convertir en el coeficiente predictivo lineal que puede expresar una envolvente espectral, de manera que es posible realizar una predicción lineal con mayor precisión que la convencional. Por lo tanto, la calidad de una señal de audio decodificada o una señal acústica decodificada obtenida mediante la codificación y decodificación de una señal de audio o una señal acústica en un aparato de codificación que comprende el aparato de análisis predictivo lineal 2 de la primera forma de realización y en un aparato de decodificación correspondiente al aparato de codificación es más alta que la calidad de una señal de audio decodificada o una señal acústica decodificada obtenida mediante la codificación y decodificación de una señal de audio o una señal acústica en un aparato de codificación que comprende el aparato de análisis predictivo lineal convencional y en un aparato de decodificación correspondiente al aparato de codificación.

[Segunda forma de realización]

60 En la segunda forma de realización, un valor que tiene correlación positiva con una ganancia de tono de la señal de entrada en la trama actual o la trama pasada se compara con un umbral predeterminado, y el coeficiente  $w_o(i)$  se determina de acuerdo con el resultado de la comparación. La segunda forma de realización es diferente de la primera forma de realización solo en un método para determinar el coeficiente  $w_o(i)$  en la parte de determinación de coeficientes 24, y es el mismo que el de la primera forma de realización en otros puntos. Una parte diferente de la

primera forma de realización se describirá principalmente a continuación, y se omitirá la explicación superpuesta de una parte que es la misma que la primera forma de realización.

5 Una configuración funcional del aparato de análisis predictivo lineal 2 de la segunda forma de realización y un diagrama de flujo de un método de análisis predictivo lineal de acuerdo con el aparato de análisis predictivo lineal 2 son los mismos que los de la primera forma de realización y se ilustran en la Figura 1 y la Figura 2. El aparato de análisis predictivo lineal 2 de la segunda forma de realización es el mismo que el aparato de análisis predictivo lineal 2 de la primera forma de realización, excepto el procesamiento de la parte de determinación de coeficientes 24.

10 Un ejemplo del flujo de procesamiento de la parte de determinación de coeficientes 24 de la segunda forma de realización se ilustra en la Figura 3. La parte de determinación de coeficientes 24 de la segunda forma de realización realiza, por ejemplo, el procesamiento de cada etapa S41A, etapa S42 y etapa S43 en la Figura 3.

15 La parte de determinación de coeficientes 24 compara un valor que tiene correlación positiva con una ganancia de tono que corresponde a la información introducida sobre la ganancia de tono con un umbral predeterminado (etapa S41A). El valor que tiene correlación positiva con la ganancia de tono que corresponde a la información introducida sobre la ganancia de tono es, por ejemplo, una ganancia de tono ella misma que corresponde a la información introducida sobre la ganancia de tono.

20 A medida que el valor que tiene correlación positiva con la ganancia de tono es igual o mayor que el umbral predeterminado, es decir, cuando se determina que la ganancia de tono es alta, la parte de determinación del coeficientes 24 determina un coeficiente  $w_h(i)$  de acuerdo con una regla definida de antemano y establece el coeficiente determinado  $w_h(i)$  ( $i = 0, 1, \dots, P_{max}$ ) como  $w_o(i)$  ( $i = 0, 1, \dots, P_{max}$ ) (etapa S42). Es decir,  $w_o(i) = w_h(i)$ .

25 A medida que el valor que tiene correlación positiva con la ganancia de tono no es igual o mayor que el umbral predeterminado, es decir, cuando se determina que la ganancia de tono es baja, la parte de determinación del coeficientes 24 determina un coeficiente  $w_1(i)$  de acuerdo con una regla definida de antemano y establece el coeficiente determinado  $w_1(i)$  ( $i = 0, 1, \dots, P_{max}$ ) como  $w_o(i)$  ( $i = 0, 1, \dots, P_{max}$ ) (etapa S43). Es decir,  $w_o(i) = w_1(i)$ .

30 En este caso,  $w_h(i)$  y  $w_1(i)$  se determinan con el fin de satisfacer la relación de  $w_h(i) < w_1(i)$  para al menos parte de cada  $i$ . Alternativamente,  $w_h(i)$  y  $w_1(i)$  se determinan con el fin de satisfacer la relación de  $w_h(i) < w_1(i)$  para al menos parte de cada  $i$  y  $w_h(i) \leq w_1(i)$  para otros  $i$ . En este caso, al menos parte de cada  $i$  es, por ejemplo,  $i$  distinto de cero (es decir,  $1 \leq i \leq P_{max}$ ). Por ejemplo,  $w_h(i)$  y  $w_1(i)$  se obtienen a través de una regla definida de antemano obteniendo  $w_o(i)$  cuando la ganancia de tono  $G$  es  $G_1$  en la ecuación (2) como  $w_h(i)$  y obteniendo  $w_o(i)$  cuando la ganancia de tono  $G$  es  $G_2$  (donde  $G_1 > G_2$ ) en la ecuación (2) como  $w_1(i)$ . Alternativamente, por ejemplo,  $w_h(i)$  y  $w_1(i)$  se obtienen a través de una regla definida de antemano obteniendo  $w_o(i)$  cuando  $\alpha$  es  $\alpha_1$  en la ecuación (2) como  $w_h(i)$  y obteniendo  $w_o(i)$  cuando  $\alpha$  es  $\alpha_2$  (donde  $\alpha_1 > \alpha_2$ ) como  $w_1(i)$ . En este caso,  $\alpha_1$  y  $\alpha_2$  se definen de antemano como con  $\alpha$  en la ecuación (2). Se debe observar que también es posible emplear una configuración en la que  $w_h(i)$  y  $w_1(i)$  obtenidos de antemano utilizando cualquiera de estas reglas se almacenan en una tabla, y se selecciona bien  $w_h(i)$  o bien  $w_1(i)$  de la tabla según sí o no el valor que tiene correlación positiva con la ganancia de tono es igual o mayor que el umbral predeterminado. Además, cada uno de  $w_h(i)$  y  $w_1(i)$  se determinan de manera que los valores de  $w_h(i)$  y  $w_1(i)$  se hacen más pequeños a medida que  $i$  se hace mayor. Se debe observar que los coeficientes  $w_h(i)$  y  $w_1(i)$  cuando  $i = 0$  no tienen que satisfacer la relación de  $w_h(0) \leq w_1(0)$ , y pueden ser valores que satisfagan la relación de  $w_h(0) > w_1(0)$ .

45 También de acuerdo con la segunda forma de realización, como en la primera forma de realización, incluso si la ganancia de tono de la señal de entrada es alta, es posible obtener un coeficiente que se puede convertir en un coeficiente predictivo lineal en el que se suprime la aparición de un pico de un espectro debido a la componente de tono, e incluso si la ganancia de tono de la señal de entrada es baja, es posible obtener un coeficiente que se puede convertir en un coeficiente predictivo lineal que puede expresar una envolvente espectral, de manera que es posible realizar una predicción lineal con mayor precisión que la convencional.

<Ejemplo modificado de la segunda forma de realización>

55 Mientras que, en la segunda forma de realización descrita anteriormente, el coeficiente  $w_o(i)$  se determina utilizando un umbral, en el ejemplo modificado de la segunda forma de realización, el coeficiente  $w_o(i)$  se determina utilizando dos o más umbrales. Un método para determinar un coeficiente utilizando dos umbrales de  $th_1$  y  $th_2$  se describirá a continuación como un ejemplo. Los umbrales  $th_1$  y  $th_2$  satisfacen una relación de  $0 < th_1 < th_2$ .

60 Una configuración funcional del aparato de análisis predictivo lineal 2 en el ejemplo modificado de la segunda forma de realización es la misma que la de la segunda forma de realización y se ilustra en la Figura 1. El aparato de análisis predictivo lineal 2 del ejemplo modificado de la segunda forma de realización es el mismo que el aparato de análisis predictivo lineal 2 de la segunda forma de realización, excepto el procesamiento de la parte de determinación de coeficientes 24.

65 La parte de determinación de coeficientes 24 compara el valor que tiene correlación positiva con la ganancia de tono que corresponde a la información introducida sobre la ganancia de tono con los umbrales  $th_1$  y  $th_2$ . El valor que

tiene correlación positiva con la ganancia de tono correspondiente a la información introducida sobre la ganancia de tono es, por ejemplo, una ganancia de tono ella misma que corresponde a la información introducida sobre la ganancia de tono.

- 5 A medida que el valor que tiene correlación positiva con la ganancia de tono es mayor que el umbral  $th_2$ , es decir, cuando se determina que la ganancia de tono es alta, la parte de determinación de coeficientes 24 determina un coeficiente  $w_h(i)$  ( $i = 0, 1, \dots, P_{max}$ ) de acuerdo con una regla definida de antemano y establece el coeficiente determinado  $w_h(i)$  ( $i = 0, 1, \dots, P_{max}$ ) como  $w_o(i)$  ( $i = 0, 1, \dots, P_{max}$ ). Es decir,  $w_o(i) = w_h(i)$ .
- 10 A medida que el valor que tiene correlación positiva con la ganancia de tono es mayor que el umbral  $th_1$  e igual o menor que el umbral  $th_2$ , es decir, cuando se determina que la ganancia de tono es media, la parte de determinación de coeficientes 24 determina un coeficiente  $w_m(i)$  ( $i = 0, 1, \dots, P_{max}$ ) de acuerdo con una regla definida de antemano y establece el coeficiente determinado  $w_m(i)$  ( $i = 0, 1, \dots, P_{max}$ ) como  $w_o(i)$  ( $i = 0, 1, \dots, P_{max}$ ). Es decir,  $w_o(i) = w_m(i)$ .
- 15 A medida que el valor que tiene correlación positiva con la ganancia de tono es igual o menor que el umbral  $th_1$ , es decir, cuando se determina que la ganancia de tono es baja, la parte de determinación de coeficientes 24 determina un coeficiente  $w_1(i)$  ( $i = 0, 1, \dots, P_{max}$ ) de acuerdo con una regla definida de antemano y establece el coeficiente determinado  $w_1(i)$  ( $i = 0, 1, \dots, P_{max}$ ) como  $w_o(i)$  ( $i = 0, 1, \dots, P_{max}$ ). Es decir,  $w_o(i) = w_1(i)$ .
- 20 En este caso, se supone que, para al menos parte de cada  $i$ ,  $w_h(i)$ ,  $w_m(i)$  y  $w_1(i)$  se determinan con el fin de satisfacer la relación de  $w_h(i) < w_m(i) < w_1(i)$ . En este caso, al menos parte de cada  $i$  es, por ejemplo, cada  $i$  que no sea cero (es decir,  $1 \leq i \leq P_{max}$ ). Alternativamente, para al menos parte de cada  $i$ ,  $w_h(i)$ ,  $w_m(i)$  y  $w_1(i)$  se determinan con el fin de satisfacer la relación de  $w_h(i) < w_m(i) \leq w_1(i)$ , y para al menos parte de cada  $i$ , entre otras  $i$ ,  $w_h(i)$ ,  $w_m(i)$  y  $w_1(i)$  se determinan con el fin de satisfacer la relación de  $w_h(i) \leq w_m(i) < w_1(i)$ , y para al menos parte de cada  $i$
- 25 restante,  $w_h(i)$ ,  $w_m(i)$  y  $w_1(i)$  se determinan con el fin de satisfacer la relación de  $w_h(i) \leq w_m(i) \leq w_1(i)$ , por ejemplo,  $w_h(i)$ ,  $w_m(i)$  y  $w_1(i)$  se obtienen de acuerdo con una regla definida de antemano obteniendo  $w_o(i)$  cuando la ganancia de tono  $G$  es  $G_1$  en la ecuación (2) como  $w_h(i)$ , obteniendo  $w_o(i)$  cuando la ganancia de tono  $G$  es  $G_2$  (donde  $G_1 > G_2$ ) en la ecuación (2) como  $w_m(i)$  y obteniendo  $w_o(i)$  cuando la ganancia de tono  $G$  es  $G_3$  (donde  $G_2 > G_3$ ) en la ecuación (2) como  $w_1(i)$ . Alternativamente, por ejemplo,  $w_h(i)$ ,  $w_m(i)$  y  $w_1(i)$  se obtienen de acuerdo con una regla
- 30 definida de antemano obteniendo  $w_o(i)$  cuando  $\alpha$  es  $\alpha_1$  en la ecuación (2) como  $w_h(i)$ , obteniendo  $w_o(i)$  cuando  $\alpha$  es  $\alpha_2$  (donde  $\alpha_1 > \alpha_2$ ) en la ecuación (2) como  $w_m(i)$  y obteniendo  $w_o(i)$  cuando  $\alpha$  es  $\alpha_3$  (donde  $\alpha_2 > \alpha_3$ ) en la ecuación (2) como  $w_1(i)$ . En este caso,  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$  y  $\alpha_3$  se definen de antemano como con  $\alpha$  en la ecuación (2). Se debe observar que también es posible emplear una configuración donde  $w_h(i)$ ,  $w_m(i)$  y  $w_1(i)$  se obtienen de antemano de acuerdo con cualquiera de estas reglas y se almacenan en una tabla y cualquiera de  $w_h(i)$ ,  $w_m(i)$  y  $w_1(i)$  se selecciona de la
- 35 tabla a través de la comparación entre el valor que tiene correlación positiva con la ganancia de tono y el umbral predeterminado.

Se debe observar que el coeficiente  $w_m(i)$  que se encuentra entre  $w_h(i)$  y  $w_1(i)$  se puede determinar utilizando  $w_h(i)$  y  $w_1(i)$ . Es decir,  $w_m(i)$  se puede determinar a través de  $w_m(i) = \beta' \times w_h(i) + (1 - \beta') \times w_1(i)$ . En este caso,  $\beta'$  es  $0 \leq \beta' \leq 1$ , y se obtiene a partir de la ganancia de tono  $G$  a través de una función  $\beta' = c(G)$  donde el valor de  $\beta'$  se hace más pequeño cuando el valor de la ganancia de tono  $G$  es más pequeño, y el valor de  $\beta'$  se hace mayor cuando el valor de la ganancia de tono  $G$  es mayor. Debido a que  $w_m(i)$  se obtiene de esta manera, al almacenar solo dos tablas de una tabla en la que se almacena  $w_h(i)$  ( $i = 0, 1, \dots, P_{max}$ ) y una tabla en la que se almacena  $w_1(i)$  ( $i = 0, 1, \dots, P_{max}$ ) en la parte de determinación de coeficientes 24, cuando la ganancia de tono es alta entre los casos en que la ganancia de tono es media, es posible obtener un coeficiente cercano a  $w_h(i)$ , e, inversamente, cuando la ganancia de tono es baja entre los casos donde la ganancia de tono es media, es posible obtener un coeficiente cercano a  $w_1(i)$ . Además,  $w_h(i)$ ,  $w_m(i)$  y  $w_1(i)$  se determinan de manera que cada valor de  $w_h(i)$ ,  $w_m(i)$  y  $w_1(i)$  se haga más pequeño a medida que  $i$  sea mayor. Se debe observar que los coeficientes  $w_h(0)$ ,  $w_m(0)$  y  $w_1(0)$  cuando  $i = 0$  no tienen que satisfacer la relación de  $w_h(0) \leq w_m(0) \leq w_1(0)$ , y pueden ser valores que satisfagan la relación de  $w_h(0) > w_m(0)$  o/y  $w_m(0) > w_1(0)$ .

También de acuerdo con el ejemplo modificado de la segunda forma de realización, como en la segunda forma de realización, es posible obtener un coeficiente que se puede convertir en un coeficiente predictivo lineal donde se suprime la aparición de un pico de un espectro debido a la componente de tono incluso si la ganancia de tono de la señal de entrada es alta, y es posible obtener un coeficiente que se puede convertir en un coeficiente predictivo lineal que puede expresar una envolvente espectral incluso si la ganancia de tono de la señal de entrada es baja, de manera que es posible realizar una predicción lineal con mayor precisión que la convencional.

[Tercera forma de realización]

En la tercera forma de realización, el coeficiente  $w_o(i)$  se determina utilizando varias tablas de coeficientes. La tercera forma de realización es diferente de la primera forma de realización solo en un método para determinar el coeficiente  $w_o(i)$  en la parte de determinación de coeficientes 24, y es la misma que la primera forma de realización en otros puntos. Una parte diferente de la primera forma de realización se describirá principalmente a continuación, y se omitirá la explicación superpuesta de una parte que sea igual que la primera forma de realización.

El aparato de análisis predictivo lineal 2 de la tercera forma de realización es el mismo que el aparato de análisis predictivo lineal 2 de la primera forma de realización, excepto el procesamiento de la parte de determinación de

coeficientes 24 y excepto que, como se ilustra en la Figura 4, se proporciona además una parte de almacenamiento de tablas de coeficientes 25. En la parte de almacenamiento de tablas de coeficientes 25, se almacenan dos o más tablas de coeficientes.

5 Un ejemplo del flujo de procesamiento de la parte de determinación de coeficientes 24 de la tercera forma de realización se ilustra en la Figura 5. La parte de determinación de coeficientes 24 de la tercera forma de realización realiza, por ejemplo, el procesamiento de la etapa S44 y la etapa S45 en la Figura 5.

10 Primero, la parte de determinación de coeficientes 24 selecciona una tabla de coeficientes  $t$  correspondiente al valor que tiene correlación positiva con la ganancia de tono de dos o más tablas de coeficientes almacenadas en la parte de almacenamiento de tablas de coeficientes 25 utilizando el valor que tiene correlación positiva con la ganancia de tono correspondiente a la información introducida sobre la ganancia de tono (etapa S44). Por ejemplo, el valor que tiene correlación positiva con la ganancia de tono correspondiente a la información sobre la ganancia de tono es una ganancia de tono correspondiente a la información sobre la ganancia de tono.

15 Se supone que, por ejemplo, dos tablas de coeficientes diferentes  $t_0$  y  $t_1$  se almacenan en la parte de almacenamiento de tablas de coeficientes 25, y se almacena un coeficiente  $w_{t_0}(i)$  ( $i = 0, 1, \dots, P_{\max}$ ) en la tabla de coeficientes  $t_0$ , y un coeficiente  $w_{t_1}(i)$  ( $i = 0, 1, \dots, P_{\max}$ ) se almacena en la tabla de coeficientes  $t_1$ . En cada una de las dos tablas de coeficientes  $t_0$  y  $t_1$ , se almacenan el coeficiente  $w_{t_0}(i)$  ( $i = 0, 1, \dots, P_{\max}$ ) y el coeficiente  $w_{t_1}(i)$  ( $i = 0, 1, \dots, P_{\max}$ ) determinados de manera que  $w_{t_0}(i) < w_{t_1}(i)$  para al menos parte de  $i$  y  $w_{t_0}(i) \leq w_{t_1}(i)$  para cada  $i$  restante.

20 En este momento, la parte de determinación de coeficientes 24 selecciona la tabla de coeficientes  $t_0$  como una tabla de coeficientes  $t$  si el valor que tiene correlación positiva con la ganancia de tono especificada por la información introducida sobre la ganancia de tono es igual o mayor que un umbral predeterminado, de lo contrario, selecciona la tabla de coeficientes  $t_1$  como la tabla de coeficientes  $t$ . Es decir, a medida que el valor que tiene correlación positiva con la ganancia de tono es igual o mayor que el umbral predeterminado, es decir, cuando se determina que la ganancia de tono es alta, la parte de determinación de coeficientes 24 selecciona una tabla de coeficientes con un coeficiente más pequeño para cada  $i$ , y a medida que el valor que tiene correlación positiva con la ganancia de tono es más pequeño que el umbral predeterminado, es decir, cuando se determina que la ganancia de tono es baja, la parte de determinación de coeficientes 24 selecciona una tabla de coeficientes con un coeficiente mayor para cada  $i$ .

25 En otras palabras, suponiendo que, entre las dos tablas de coeficientes almacenadas en la parte de almacenamiento de tablas de coeficientes 25, una tabla de coeficientes seleccionada por la parte de determinación de coeficientes 24 a medida que el valor que tiene correlación positiva con la ganancia de tono es un primer valor se establece como una primera tabla de coeficientes, y entre las dos tablas de coeficientes almacenadas en la parte de almacenamiento de tablas de coeficientes 25, una tabla de coeficientes seleccionada por la parte de determinación de coeficientes 24 a medida que el valor que tiene correlación positiva con la ganancia de tono es un segundo valor que es menor que el primer valor se establece como una segunda tabla de coeficientes, para al menos parte de cada orden  $i$ , la magnitud del coeficiente correspondiente a cada orden  $i$  en la segunda tabla de coeficientes es mayor que la magnitud del coeficiente correspondiente a cada orden  $i$  en la primera tabla de coeficientes.

30 Se debe observar que los coeficientes  $w_{t_0}(0)$  y  $w_{t_1}(0)$  cuando  $i = 0$  en las tablas de coeficientes  $t_0$  y  $t_1$  almacenadas en la parte de almacenamiento de tablas de coeficientes 25 no tienen que satisfacer la relación de  $w_{t_0}(0) \leq w_{t_1}(0)$ , y pueden ser valores que tengan una relación de  $w_{t_0}(0) > w_{t_1}(0)$ .

35 Además, se supone que, por ejemplo, se almacenan tres tablas de coeficientes diferentes  $t_0$ ,  $t_1$  y  $t_2$  en la parte de almacenamiento de tablas de coeficientes 25, se almacena el coeficiente  $w_{t_0}(i)$  ( $i = 0, 1, \dots, P_{\max}$ ) en la tabla de coeficientes  $t_0$ , se almacena el coeficiente  $w_{t_1}(i)$  ( $i = 0, 1, \dots, P_{\max}$ ) en la tabla de coeficientes  $t_1$  y se almacena un coeficiente  $w_{t_2}(i)$  ( $i = 0, 1, \dots, P_{\max}$ ) en la tabla de coeficientes  $t_2$ . En cada una de las tres tablas de coeficientes  $t_0$ ,  $t_1$  y  $t_2$ , se almacenan el coeficiente  $w_{t_0}(i)$  ( $i = 0, 1, \dots, P_{\max}$ ), el coeficiente  $w_{t_1}(i)$  ( $i = 0, 1, \dots, P_{\max}$ ) y el coeficiente  $w_{t_2}(i)$  ( $i = 0, 1, \dots, P_{\max}$ ) determinados de manera que  $w_{t_0}(i) < w_{t_1}(i) \leq w_{t_2}(i)$  para al menos parte de cada  $i$ ,  $w_{t_0}(i) \leq w_{t_1}(i) < w_{t_2}(i)$  para al menos parte de cada  $i$  entre otras  $i$ , y  $w_{t_0}(i) \leq w_{t_1}(i) \leq w_{t_2}(i)$  para cada  $i$  restante.

40 En este caso, se supone que se determinan dos umbrales  $th_1$  y  $th_2$  que satisfacen una relación de  $0 < th_1 < th_2$ . En este momento, la parte de determinación de coeficientes 24

- 45
- (1) selecciona la tabla de coeficientes  $t_0$  como la tabla de coeficientes  $t$  a medida que el valor tiene una correlación positiva con la ganancia de tono  $> th_2$ , es decir, cuando se determina que la ganancia de tono es alta,
  - 60 (2) selecciona la tabla de coeficientes  $t_1$  como la tabla de coeficientes  $t$  cuando  $th_2 \geq$  el valor que tiene correlación positiva con la ganancia de tono  $> th_1$ , es decir, cuando se determina que la ganancia de tono es media, y
  - (3) selecciona la tabla de coeficientes  $t_2$  como la tabla de coeficientes  $t$  cuando  $th_1 \geq$  el valor que tiene correlación positiva con la ganancia de tono, es decir, cuando se determina que la ganancia de tono es baja.

Se debe observar que los coeficientes  $w_{10}(0)$ ,  $w_{11}(0)$  y  $w_{12}(0)$  cuando  $i = 0$  de las tablas de coeficientes  $t_0$ ,  $t_1$  y  $t_2$  almacenadas en la parte de almacenamiento de tablas de coeficientes 25 no tienen que satisfacer la relación de  $w_{10}(0) \leq w_{11}(0) \leq w_{12}(0)$ , y pueden ser valores que tengan una relación de  $w_{10}(0) > w_{11}(0)$  y/o  $w_{11}(0) > w_{12}(0)$ .

5 La parte de determinación de coeficientes 24 establece el coeficiente  $w_t(i)$  de cada orden  $i$  almacenado en la tabla de coeficientes seleccionada  $t$  como el coeficiente  $w_o(i)$  (etapa S45). Es decir,  $w_o(i) = w_t(i)$ . En otras palabras, la parte de determinación de coeficientes 24 adquiere el coeficiente  $w_t(i)$  correspondiente a cada orden  $i$  de la tabla de coeficientes seleccionada  $t$  y establece el coeficiente adquirido  $w_t(i)$  correspondiente a cada orden  $i$  como  $w_o(i)$ .

10 En la tercera forma de realización, a diferencia de la primera forma de realización y la segunda forma de realización, debido a que no es necesario calcular el coeficiente  $w_o(i)$  en función de la ecuación del valor que tiene correlación positiva con la ganancia de tono, es posible determinar  $w_o(i)$  con una cantidad de procesamiento de operaciones menor.

15 <Ejemplo específico de la tercera forma de realización>

Se describirá a continuación un ejemplo específico de la tercera forma de realización. Al aparato de análisis predictivo lineal 2, se introducen una señal de entrada  $X_o(n)$  ( $n = 0, 1, \dots, N-1$ ) que es una señal acústica digital de  $N$  muestras por una trama, que pasa a través de un filtro de paso alto, se somete a conversión de muestreo a 12,8 kHz y se somete a un procesamiento de énfasis previa, y una ganancia de tono  $G$  obtenida en la parte de cálculo de ganancias de tono 950 para una señal de entrada  $X_o(n)$  ( $n = 0, 1, \dots, Nn$ ) (donde  $Nn$  es un número entero positivo predeterminado que satisface la relación de  $Nn < N$ ) de parte de la trama actual como información con respecto a la ganancia de tono. La ganancia de tono  $G$  para la señal de entrada  $X_o(n)$  ( $n = 0, 1, \dots, Nn$ ) de parte de la trama actual es una ganancia de tono calculada y almacenada para  $X_o(n)$  ( $n = 0, 1, \dots, Nn$ ) en el procesamiento de la parte de cálculo de ganancias de tono 950 ejecutada para una sección de señal de la trama una trama antes de la trama actual, mientras que la señal de entrada  $X_o(n)$  ( $n = 0, 1, \dots, Nn$ ) de parte de la trama actual está comprendida como la sección de señal de la trama una trama antes de la señal de entrada en la parte de cálculo de ganancias de tono 950.

La parte de cálculo de autocorrelación 21 obtiene la autocorrelación  $R_o(i)$  ( $i = 0, 1, \dots, P_{max}$ ) de la señal de entrada  $X_o(n)$  utilizando la siguiente ecuación (8).

[Fórmula 10]

$$R_o(i) = \sum_{n=i}^{N-1} X_o(n) \times X_o(n-i) \quad (8)$$

35 La ganancia de tono  $G$  que es información sobre la ganancia de tono se introduce a la parte de determinación de coeficientes 24. Se supone que la tabla de coeficientes  $t_0$ , la tabla de coeficientes  $t_1$  y la tabla de coeficientes  $t_2$  se almacenan en la parte de almacenamiento de tablas de coeficientes 25.

40 En la tabla de coeficientes  $t_0$ , que es una tabla de coeficientes donde  $f_0 = 60$  Hz en el método convencional de la ecuación (13), un coeficiente  $w_{10}(i)$  de cada orden se define de la siguiente manera.

45  $w_{10}(i) = [1,0001, 0,999566371, 0,998266613, 0,996104103, 0,993084457, 0,989215493, 0,984507263, 0,978971839, 0,972623467, 0,96547842, 0,957554817, 0,948872864, 0,939454317, 0,929322779, 0,918503404, 0,907022834, 0,894909143]$

En la tabla de coeficientes  $t_1$ , que es una tabla en la que  $f_0 = 40$  Hz en el método convencional de la ecuación (13), un coeficiente  $w_{11}(i)$  de cada orden se define de la siguiente manera.

50  $w_{11}(i) = [1,0001, 0,999807253, 0,99922923, 0,99826661, 0,99692050, 0,99519245, 0,99308446, 0,99059895, 0,98773878, 0,98450724, 0,98090803, 0,97694527, 0,97262346, 0,96794752, 0,96292276, 0,95755484, 0,95184981]$

55 En la tabla de coeficientes  $t_2$ , que es una tabla en la que  $f_0 = 20$  Hz en el método convencional de la ecuación (13), el coeficiente  $w_{12}(i)$  de cada orden se define de la siguiente manera.

$w_{12}(i) = [1,0001, 0,99995181, 0,99980725, 0,99956637, 0,99922923, 0,99879594, 0,99826661, 0,99764141, 0,99692050, 0,99610410, 0,99519245, 0,99418581, 0,99308446, 0,99188872, 0,99059895, 0,98921550,$

En este caso, en las listas descritas anteriormente de  $w_{t0}(i)$ ,  $w_{t1}(i)$  y  $w_{t2}(i)$ , las magnitudes del coeficiente correspondiente a  $i$  se disponen desde la izquierda en el orden de  $i = 0, 1, 2, \dots, 16$  suponiendo que  $P_{\max} = 16$ . Es decir, en el ejemplo descrito anteriormente, por ejemplo,  $w_{t0}(0) = 1,0001$  y  $w_{t0}(3) = 0,996104103$ .

5 La Figura 6 es una gráfica que ilustra las magnitudes de los coeficientes  $w_{t0}(i)$ ,  $w_{t1}(i)$  y  $w_{t2}(i)$  de las tablas de coeficientes  $t0$ ,  $t1$  y  $t2$ . Una línea de puntos en la gráfica de la Figura 6 indica la magnitud del coeficiente  $w_{t0}(i)$  de la tabla de coeficientes  $t0$ , una línea de puntos en la gráfica de la Figura 6 indica la magnitud del coeficiente  $w_{t1}(i)$  de la tabla de coeficientes  $t1$  y una línea sólida en la gráfica de la Figura 6 indica la magnitud del coeficiente  $w_{t2}(i)$  de la tabla de coeficientes  $t2$ . La Figura 6 ilustra un orden  $i$  en el eje horizontal e ilustra las magnitudes de los coeficientes en el eje vertical. Según se puede ver a partir de este gráfico, en cada tabla de coeficientes, las magnitudes de los coeficientes disminuyen monótonamente a medida que aumenta el valor de  $i$ . Además, cuando las magnitudes de los coeficientes se comparan en diferentes tablas de coeficientes correspondientes al mismo valor de  $i$ , para  $i$  de  $i \geq 1$  excepto cero, en otras palabras, para al menos parte de  $i$ , se satisface la relación de  $w_{t0}(i) < w_{t1}(i) < w_{t2}(i)$ . Las varias tablas de coeficientes almacenadas en la parte de almacenamiento de tablas de coeficientes 25 no se limitan a los ejemplos descritos anteriormente si una tabla tiene dicha relación.

Además, según se describe en la bibliografía no de patentes 1 y en la bibliografía no de patentes 2, también es posible hacer una excepción solo para un coeficiente cuando  $i = 0$  y utilizar un valor experimental como  $w_{t0}(0) = w_{t1}(0) = w_{t2}(0) = 1,0001$  o  $w_{t0}(0) = w_{t1}(0) = w_{t2}(0) = 1,003$ . Se debe observar que  $i = 0$  no tiene que satisfacer la relación de  $w_{t0}(i) < w_{t1}(i) < w_{t2}(i)$ , y  $w_{t0}(0)$ ,  $w_{t1}(0)$  y  $w_{t2}(0)$  no necesariamente tienen que ser el mismo valor. Por ejemplo, la relación de magnitud de dos o más valores entre  $w_{t0}(0)$ ,  $w_{t1}(0)$  y  $w_{t2}(0)$  no tiene que satisfacer la relación de  $w_{t0}(i) < w_{t1}(i) < w_{t2}(i)$  solamente con respecto a  $i = 0$ .

Mientras que la tabla de coeficientes  $t0$  descrita anteriormente corresponde a un valor de coeficiente cuando  $f_0 = 60$  Hz y  $f_s = 12,8$  kHz en la ecuación (13), la tabla de coeficientes  $t1$  corresponde a un valor de coeficiente cuando  $f_0 = 40$  Hz y  $f_s = 12,8$  kHz en la ecuación (13), y la tabla de coeficientes  $t2$  corresponde a un valor de coeficiente cuando  $f_0 = 20$  Hz, estas tablas respectivamente corresponden a un valor de coeficiente cuando  $f(G) = 60$  y  $f_s = 12,8$  kHz en la ecuación (2A), un valor de coeficiente cuando  $f(G) = 40$  y  $f_s = 12,8$  kHz y un valor de coeficiente cuando  $f(G) = 20$  y  $f_s = 12,8$  kHz y la función  $f(G)$  en la ecuación (2A) es una función que tiene correlación positiva con la ganancia de tono  $G$ . Es decir, cuando los valores de coeficientes de tres tablas de coeficientes se definen de antemano, es posible obtener un valor de coeficiente a través de la ecuación (13) utilizando tres  $f_0$  definidas de antemano en lugar de obtener un valor de coeficiente a través de la ecuación (2A) utilizando tres ganancias de tono definidas de antemano.

La parte de determinación de coeficientes 24 compara la ganancia de tono  $G$  introducida con el umbral predeterminado  $th1 = 0,3$  y el umbral  $th2 = 0,6$  y selecciona la tabla de coeficientes  $t2$  cuando  $G \leq 0,3$ , selecciona la tabla de coeficientes  $t1$  cuando  $0,3 < G \leq 0,6$  y selecciona la tabla de coeficientes  $t0$  cuando  $0,6 < G$ .

La parte de determinación de coeficientes 24 establece cada coeficiente  $w_t(i)$  de la tabla de coeficientes seleccionada  $t$  como el coeficiente  $w_o(i)$ . Es decir,  $w_o(i) = w_t(i)$ . En otras palabras, la parte de determinación de coeficientes 24 adquiere el coeficiente  $w_t(i)$  correspondiente a cada orden  $i$  de la tabla de coeficientes seleccionada  $t$  y establece el coeficiente adquirido  $w_t(i)$  correspondiente a cada orden  $i$  como  $w_o(i)$ .

<Ejemplo modificado de la tercera forma de realización>

Mientras que, en la tercera forma de realización, un coeficiente almacenado en una tabla cualquiera entre las varias tablas de coeficientes se determina como el coeficiente  $w_o(i)$ , el ejemplo modificado de la tercera forma de realización comprende además un caso en el que el coeficiente  $w_o(i)$  se determina a través del procesamiento de operaciones en función de los coeficientes almacenados en las varias tablas de coeficientes además del caso descrito anteriormente.

Una configuración funcional del aparato de análisis predictivo lineal 2 del ejemplo modificado de la tercera forma de realización es la misma que la de la tercera forma de realización y se ilustra en la Figura 4. El aparato de análisis predictivo lineal 2 del ejemplo modificado de la tercera forma de realización es el mismo que el aparato de análisis predictivo lineal 2 de la tercera forma de realización, excepto el procesamiento de la parte de determinación de coeficientes 24 y las tablas de coeficientes comprendidas en la parte de almacenamiento de tablas de coeficientes 25.

Solo las tablas de coeficientes  $t0$  y  $t2$  se almacenan en la parte de almacenamiento de tablas de coeficientes 25, y el coeficiente  $w_{t0}(i)$  ( $i = 0, 1, \dots, P_{\max}$ ) se almacena en la tabla de coeficientes  $t0$ , y el coeficiente  $w_{t2}(i)$  ( $i = 0, 1, \dots, P_{\max}$ ) se almacena en la tabla de coeficientes  $t2$ . En cada una de las dos tablas de coeficientes  $t0$  y  $t2$ , se almacenan el coeficiente  $w_{t0}(i)$  ( $i = 0, 1, \dots, P_{\max}$ ) y el coeficiente  $w_{t2}(i)$  ( $i = 0, 1, \dots, P_{\max}$ ) determinados de manera que  $w_{t0}(i) < w_{t2}(i)$  para al menos parte de cada  $i$  y  $w_{t0}(i) \leq w_{t2}(i)$  para cada  $i$  restante.

En este caso, se supone que se definen dos umbrales  $th1$  y  $th2$  que satisfacen la relación de  $0 < th1 < th2$ . En este momento, la parte de determinación de coeficientes 24

(1) selecciona cada coeficiente  $w_{t0}(i)$  en la tabla de coeficientes  $t0$  como el coeficiente  $w_o(i)$  cuando el valor tiene correlación positiva con la ganancia de tono  $> th2$ , es decir, cuando se determina que la ganancia de tono es alta,

(2) determina el coeficiente  $w_o(i)$  por medio de  $w_o(i) = \beta' \times w_{t0}(i) + (1 - \beta') \times w_{t2}(i)$  utilizando cada coeficiente  $w_{t0}(i)$  en la tabla de coeficientes  $t0$  y cada coeficiente  $w_{t2}(i)$  en la tabla de coeficientes  $t2$  cuando  $th2 \geq$  el valor que tiene correlación positiva con la ganancia de tono  $> th1$ , es decir, cuando se determina que la ganancia de tono es media, y

(3) selecciona cada coeficiente  $w_{t2}(i)$  en la tabla de coeficientes  $t2$  como el coeficiente  $w_o(i)$  cuando  $th1 \geq$  el valor que tiene correlación positiva con la ganancia de tono, es decir, cuando se determina que la ganancia de tono es baja.

En este caso,  $\beta'$  es un valor que satisface  $0 \leq \beta' \leq 1$  y que se obtiene de la ganancia de tono  $G$  utilizando una función  $\beta' = c(G)$  donde el valor de  $\beta'$  se hace más pequeño cuando el valor de la ganancia de tono  $G$  es más pequeño y el valor de  $\beta'$  se hace mayor cuando el valor de la ganancia de tono  $G$  es mayor. De acuerdo con esta configuración, cuando la ganancia de tono  $G$  es baja entre los casos donde la ganancia de tono es media, es posible establecer un valor cercano a  $w_{t2}(i)$  como el coeficiente  $w_o(i)$ , e inversamente, cuando la ganancia de tono  $G$  es alta entre los casos donde la ganancia de tono es media, es posible establecer un valor cerrado en  $w_{t0}(i)$  como el coeficiente  $w_o(i)$ , de manera que es posible obtener tres o más coeficientes  $w_o(i)$  solo de dos tablas.

Se debe observar que los coeficientes  $w_{t0}(0)$  y  $w_{t2}(0)$  cuando  $i = 0$  en las tablas de coeficientes  $t0$  y  $t2$  almacenadas en la parte de almacenamiento de tablas de coeficientes 25 no tiene que satisfacer la relación de  $w_{t0}(0) \leq w_{t2}(0)$  y pueden ser valores que satisfacen la relación de  $w_{t0}(0) > w_{t2}(0)$ .

[Ejemplo modificado común a la primera forma de realización y la tercera forma de realización]

Según se ilustra en la Figura 7 y la Figura 8, en todas las formas de realización y ejemplos modificados descritos anteriormente, también es posible realizar un análisis predictivo lineal utilizando el coeficiente  $w_o(i)$  y la autocorrelación  $R_o(i)$  en la parte de cálculo de coeficientes predictivos 23 sin comprender la parte de multiplicación de coeficientes 22. La Figura 7 y la Figura 8 ilustran ejemplos de configuración del aparato de análisis predictivo lineal 2 que corresponden respectivamente a la Figura 1 y la Figura 4. En este caso, la parte de cálculo de coeficientes predictivos 23 realiza un análisis predictivo lineal directamente utilizando el coeficiente  $w_o(i)$  y la autocorrelación  $R_o(i)$  en lugar de utilizar la autocorrelación modificada  $R'_o(i)$  obtenida multiplicando la autocorrelación  $R_o(i)$  por el coeficiente  $w_o(i)$  en la etapa S5 en la Figura 9 (etapa S5).

[Cuarta forma de realización]

En la cuarta forma de realización, el análisis predictivo lineal se realiza en la señal de entrada  $X_o(n)$  utilizando el aparato de análisis predictivo lineal convencional, se obtiene una ganancia de tono en la parte de cálculo de ganancias de tono utilizando el resultado del análisis lineal, el análisis predictivo, y un coeficiente que se puede convertir en un coeficiente predictivo lineal se obtiene mediante el aparato de análisis predictivo lineal de la presente invención utilizando el coeficiente  $w_o(i)$  en función de la ganancia de tono obtenida.

Según se ilustra en la Figura 10, un aparato de análisis predictivo lineal 3 de la cuarta forma de realización comprende, por ejemplo, una primera parte de análisis predictivo lineal 31, una parte de cálculo residual predictivo lineal 32, una parte de cálculo de ganancias de tono 36 y una segunda parte de análisis predictivo lineal 34.

[Primera parte de análisis predictivo lineal 31]

La primera parte del análisis predictivo lineal 31 realiza la misma operación que la del aparato de análisis predictivo lineal 1 convencional. Es decir, la primera parte 31 del análisis predictivo lineal 31 obtiene la autocorrelación  $R_o(i)$  ( $i = 0, 1, \dots, P_{max}$ ) a partir de la señal de entrada  $X_o(n)$ , obtiene la autocorrelación modificada  $R'_o(i)$  ( $i = 0, 1, \dots, P_{max}$ ) multiplicando la autocorrelación  $R_o(i)$  ( $i = 0, 1, \dots, P_{max}$ ) por el coeficiente  $w_o(i)$  ( $i = 0, 1, \dots, P_{max}$ ) definido de antemano para cada uno de los mismos  $i$ , y obtiene un coeficiente que se puede convertir en coeficientes predictivos lineales desde el primer orden hasta el orden  $P_{max}$  que es un orden máximo definido de antemano a partir de la autocorrelación modificada  $R'_o(i)$  ( $i = 0, 1, \dots, P_{max}$ ).

[Parte de cálculo residual predictivo lineal 32]

La parte de cálculo residual predictivo lineal 32 obtiene una señal residual predictiva lineal  $X_R(n)$  realizando una predicción lineal en función del coeficiente que se puede convertir en coeficientes predictivos lineales desde el primer orden hasta el orden  $P_{max}$  o realizando procesamiento de filtrado que es equivalente o similar a la predicción lineal en la señal de entrada  $X_o(n)$ . Debido a que el procesamiento de filtrado se puede denominar procesamiento de ponderación, la señal residual lineal predictiva  $X_R(n)$  se puede denominar señal de entrada ponderada.

[Parte de cálculo de ganancias de tono 36]

La parte de cálculo de ganancias de tono 36 obtiene la ganancia de tono  $G$  de la señal residual predictiva lineal  $X_R(n)$  y genera información sobre la ganancia de tono. Debido a que existen varios métodos conocidos públicamente para obtener una ganancia de tono, se puede utilizar cualquier método conocido públicamente. La parte de cálculo de ganancias de tono 36, por ejemplo, obtiene una ganancia de tono para cada una de las varias subtramas que constituyen la señal residual predictiva lineal  $X_R(n)$  ( $n = 0, 1, \dots, N-1$ ) de la trama actual. Es decir, la parte de cálculo

de ganancias de tono 36 obtiene  $G_{s1}, \dots, G_{sM}$  que son ganancias de tono respectivas de  $X_{Rs1}(n)$  ( $n = 0, 1, \dots, N/M-1$ ),  $\dots$ ,  $X_{RsM}(n)$  ( $n = M-1, N/M, (M-1)N/M + 1, \dots, N-1$ ) que son subtramas M donde M son dos o más números enteros. Se supone que N es divisible por M. La parte de cálculo de ganancias de tono 36 posteriormente genera información que puede especificar un máximo valor máximo ( $G_{s1}, \dots, G_{sM}$ ) entre  $G_{s1}, \dots, G_{sM}$  que son ganancias de tono de subtramas M que constituyen la trama actual como la información sobre la ganancia de tono.

[Segunda parte de análisis predictivo lineal 34]

La segunda parte del análisis predictivo lineal 34 realiza la misma operación que la de cualquiera de los aparatos de análisis predictivo lineal 2 en la primera forma de realización a la tercera forma de realización y ejemplos modificados de estas formas de realización de la presente invención. Es decir, la segunda parte del análisis predictivo lineal 34 obtiene la autocorrelación  $R_o(i)$  ( $i = 0, 1, \dots, P_{max}$ ) a partir de la señal de entrada  $X_o(n)$ , determina el coeficiente  $w_o(i)$  ( $i = 0, 1, \dots, P_{max}$ ) en función de la información sobre la ganancia de tono generada desde la parte de cálculo de ganancias de tono 36, y obtiene un coeficiente que se puede convertir en coeficientes predictivos lineales desde el primer orden hasta el orden  $P_{max}$ , que es un orden máximo definido de antemano a partir de la autocorrelación modificada  $R'_o(i)$  ( $i = 0, 1, \dots, P_{max}$ ) utilizando la autocorrelación  $R_o(i)$  ( $i = 0, 1, \dots, P_{max}$ ) y el coeficiente determinado  $w_o(i)$  ( $i = 0, 1, \dots, P_{max}$ ).

<Valor afectado que tiene correlación positiva con la ganancia de tono>

Según se describe como el ejemplo específico 2 de la parte de cálculo de ganancias de tono 950 en la primera forma de realización, también es posible utilizar una ganancia de tono de una parte correspondiente a una muestra de la trama actual entre una parte de muestra para anticipar y utilizar, que se denomina una parte de anticipación en el procesamiento de la señal de la trama anterior como el valor que tiene correlación positiva con la ganancia de tono.

Además, también es posible utilizar un valor estimado de la ganancia de tono como el valor que tiene correlación positiva con la ganancia de tono. Por ejemplo, un valor estimado de la ganancia de tono sobre la trama actual predicho a partir de las ganancias de tono en varias tramas pasadas, o un valor promedio, un valor mínimo, un valor máximo o una suma lineal ponderada de ganancias de tono para varias tramas pasadas se pueden utilizar como el valor estimado de la ganancia de tono. Además, se puede utilizar un valor promedio, un valor mínimo, un valor máximo o una suma lineal ponderada de las ganancias de tono de varias subtramas como el valor estimado de la ganancia de tono.

Además, como el valor que tiene correlación positiva con la ganancia de tono, se puede utilizar un valor de cuantificación de las ganancias de tono. Es decir, se puede utilizar una ganancia de tono antes de la cuantificación, o se puede utilizar una ganancia de tono después de la cuantificación.

Se debe observar que en comparación entre el valor que tiene correlación positiva con la ganancia de tono y el umbral en cada una de las formas de realización descritas anteriormente y en cada ejemplo modificado, solo es necesario realizar ajustes de manera que un caso en el que el valor que tiene correlación positiva con la ganancia de tono es igual al umbral se clasifique en cualquiera de los dos casos adyacentes que se diferencian por el umbral como una línea límite. Es decir, un caso en el que el valor es igual o mayor que un umbral dado se puede hacer un caso donde el valor es mayor que el umbral, y un caso donde el valor es menor que el umbral se puede hacer un caso donde el valor es igual o menor que el umbral. Además, un caso donde el valor es mayor que un umbral dado puede ser un caso donde el valor es igual o mayor que el umbral, y un caso donde el valor es igual o menor que el umbral se puede hacer un caso donde el valor es más pequeño que el umbral.

El procesamiento descrito en el aparato y el método descritos anteriormente no solo se ejecuta en series temporales de acuerdo con el orden en que se describe el procesamiento, sino que se pueden ejecutar en paralelo o individualmente de acuerdo con el rendimiento del procesamiento del aparato que ejecuta el procesamiento o según sea necesario.

Además, cuando cada etapa en el método de análisis predictivo lineal se implementa utilizando una computadora, el contenido del procesamiento de una función del método de análisis predictivo lineal se describe en un programa. Al ejecutarse este programa en la computadora, cada paso se implementa en la computadora.

El programa que describe el contenido de procesamiento se puede almacenar en un soporte de registro legible por computadora. Como soporte de registro legible por computadora, por ejemplo, se puede utilizar cualquiera de un aparato de grabación magnético, un disco óptico, un soporte de registro magnetoóptico, una memoria de semiconductores o similares.

Además, cada parte de procesamiento se puede configurar haciendo que un programa predeterminado se ejecute en una computadora, o al menos parte del contenido de procesamiento se puede implementar utilizando hardware.



## REIVINDICACIONES

1. Un método de análisis predictivo lineal para obtener un coeficiente que se puede convertir en un coeficiente predictivo lineal correspondiente a una señal de la serie temporal de entrada para cada trama que es un intervalo de tiempo predeterminado, siendo la señal de la serie temporal de entrada una señal de audio digital, una señal acústica digital, un electrocardiograma, un electroencefalograma, una encefalografía magnética o una onda sísmica, comprendiendo el método de análisis predictivo lineal:

una etapa de cálculo de autocorrelación (S1) para calcular la autocorrelación  $R_o(i)$  entre la señal de la serie temporal de entrada  $X_o(n)$  de una trama actual y la muestra de la señal de la serie temporal de entrada  $X_o(ni)$  i antes de la señal de la serie temporal de entrada  $X_o(n)$  o la muestra de la señal de la serie temporal de entrada  $X_o(n + i)$  i después de la señal de la serie temporal de entrada  $X_o(n)$  para cada uno de al menos  $i = 0, 1, \dots, P_{\max}$ ; y

una etapa de cálculo de coeficientes predictivos (S3) para obtener un coeficiente que se puede convertir en coeficientes predictivos lineales desde el primer orden hasta el orden  $P_{\max}$  utilizando la autocorrelación modificada  $R'_o(i)$  obtenida multiplicando la autocorrelación  $R_o(i)$  por un coeficiente  $w_o(i)$  para cada i correspondiente,

**caracterizado por que**

el método de análisis predictivo lineal comprende además una etapa de determinación de coeficientes (S4) para adquirir el coeficiente  $w_o(i)$  a partir de una tabla de coeficientes entre dos o más tablas de coeficientes utilizando un valor que tiene correlación positiva con una ganancia de tono basada en la señal de la serie temporal de entrada de la trama actual o una trama anterior suponiendo que un coeficiente  $w_o(i)$  se almacena en cada una de las dos o más tablas de coeficientes,

entre las dos o más tablas de coeficientes, una tabla de coeficientes a partir de la cual se adquiere el coeficiente  $w_o(i)$  en la etapa de determinación de coeficientes cuando el valor que tiene correlación positiva con la ganancia de tono es un primer valor se establece como una primera tabla de coeficientes,

entre las dos o más tablas de coeficientes, una tabla de coeficientes a partir de la cual se adquiere el coeficiente  $w_o(i)$  en la etapa de determinación del coeficiente cuando el valor que tiene correlación positiva con la ganancia de tono es un segundo valor que es menor que el primer valor se establece como una segunda tabla de coeficientes,

para al menos parte de cada orden i, un coeficiente correspondiente a cada orden i en la segunda tabla de coeficientes es mayor que un coeficiente correspondiente a cada orden i en la primera tabla de coeficientes, y la ganancia de tono es una correlación normalizada entre las señales con diferencia de tiempo por un período de tono para la señal de la serie temporal de entrada o una señal residual predictiva lineal de la señal de la serie temporal de entrada.

2. Un aparato de análisis predictivo lineal (2) que obtiene un coeficiente que se puede convertir en un coeficiente predictivo lineal correspondiente a una señal de la serie temporal de entrada para cada trama, que es un intervalo de tiempo predeterminado, siendo la señal de la serie temporal de entrada una señal de audio digital, una señal acústica digital, un electrocardiograma, un electroencefalograma, una encefalografía magnética o una onda sísmica, comprendiendo el aparato de análisis predictivo lineal (2):

una parte de cálculo de autocorrelación (21) configurada para calcular la autocorrelación  $R_o(i)$  entre la señal de la serie temporal de entrada  $X_o(n)$  de una trama actual y la muestra de la señal de la serie temporal de entrada  $X_o(n - i)$  i antes de la señal de la serie temporal de entrada  $X_o(n)$  o la muestra de la señal de la serie temporal de entrada  $X_o(n + i)$  i después de la señal de la serie temporal de entrada  $X_o(n)$  para cada uno de al menos  $i = 0, 1, \dots, P_{\max}$ ; y

una parte de cálculo de coeficientes predictivos (23) configurada para obtener un coeficiente que se puede convertir en coeficientes predictivos lineales desde el primer orden hasta el orden  $P_{\max}$  utilizando la autocorrelación modificada  $R'_o(i)$  obtenida multiplicando la autocorrelación  $R_o(i)$  por un coeficiente  $w_o(i)$  para cada i correspondiente,

**caracterizado por que**

el aparato de análisis predictivo lineal (2) comprende además una parte de determinación de coeficientes (24) configurada para adquirir el coeficiente  $w_o(i)$  a partir de una tabla de coeficientes entre dos o más tablas de coeficientes utilizando un valor que tiene correlación positiva con una ganancia de tono basada en la señal de la serie temporal de entrada de la trama actual o una trama anterior suponiendo que un coeficiente  $w_o(i)$  se almacena en cada una de las dos o más tablas de coeficientes,

entre las dos o más tablas de coeficientes, una tabla de coeficientes a partir de la cual se adquiere el coeficiente  $w_o(i)$  en la etapa de determinación de coeficientes cuando el valor que tiene correlación positiva con la ganancia de tono es un primer valor se establece como una primera tabla de coeficientes,

entre las dos o más tablas de coeficientes, una tabla de coeficientes a partir de la cual se adquiere el coeficiente  $w_o(i)$  en la parte de determinación de coeficientes (24) cuando el valor que tiene correlación positiva con la ganancia de tono es un segundo valor que es menor que el primer valor que se establece como una segunda tabla de coeficientes,

para al menos parte de cada orden i, el coeficiente correspondiente a cada orden i en la segunda tabla de coeficientes es mayor que el coeficiente correspondiente a cada orden i en la primera tabla de coeficientes, y

la ganancia de tono es una correlación normalizada entre señales con diferencia de tiempo por un período de tono para la señal de la serie temporal de entrada o una señal residual predictiva lineal de la señal de la serie temporal de entrada.

5.
  3. Un programa para provocar que una computadora ejecute cada etapa del método de análisis predictivo lineal de acuerdo con la reivindicación 1.
  4. Un soporte de registro legible por computadora en el que se graba un programa que provoca que una computadora ejecute cada etapa del método de análisis predictivo lineal de acuerdo con la reivindicación 1.

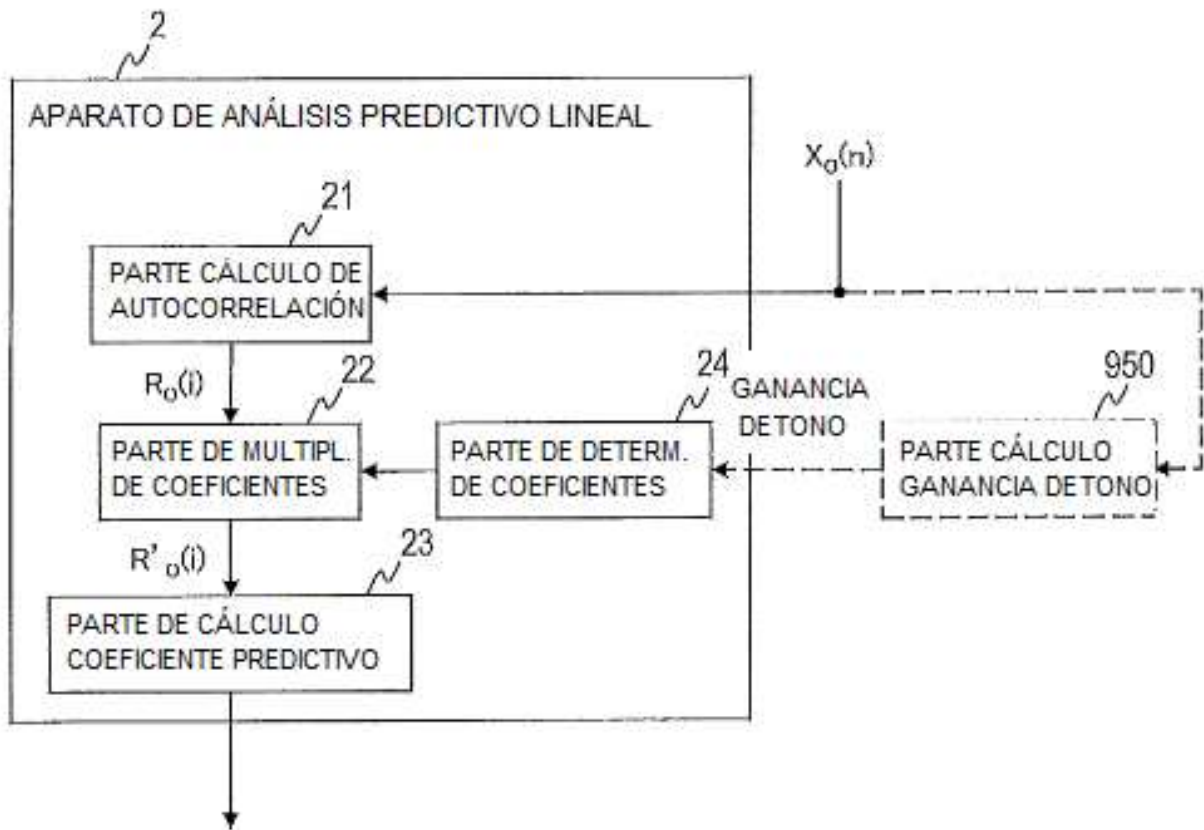


Fig. 1

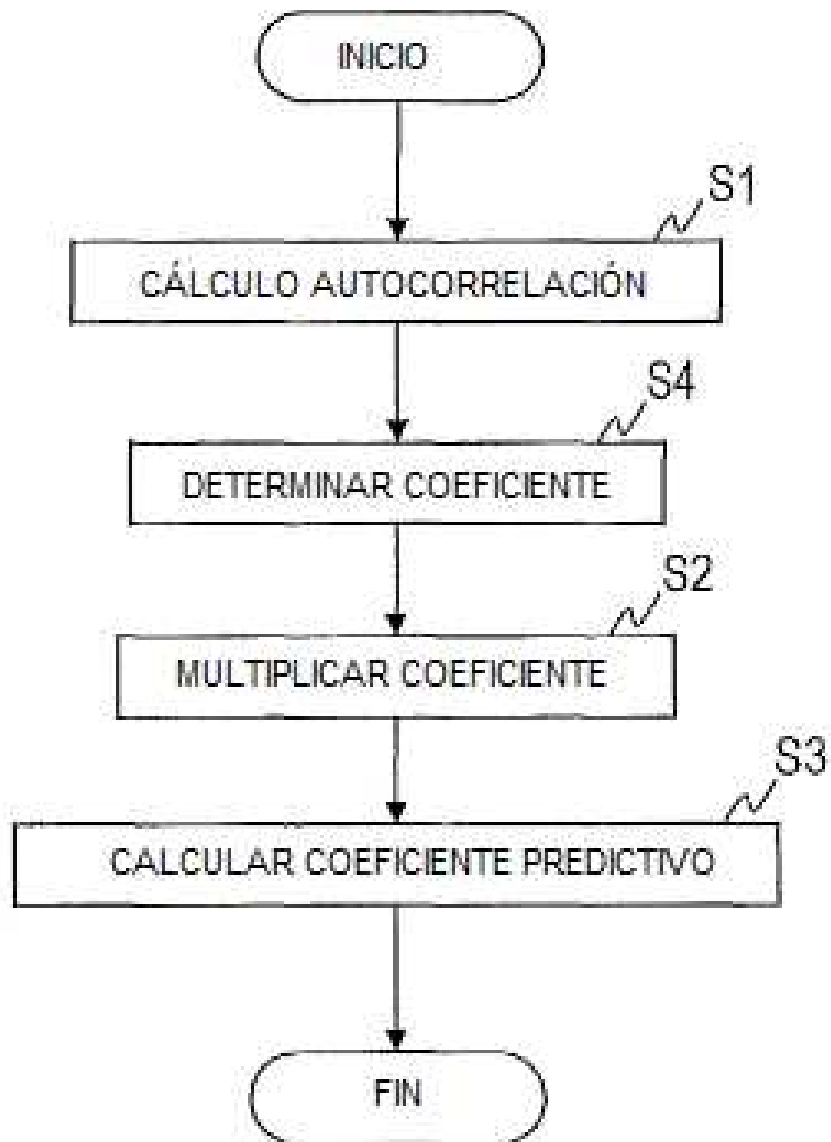


Fig. 2

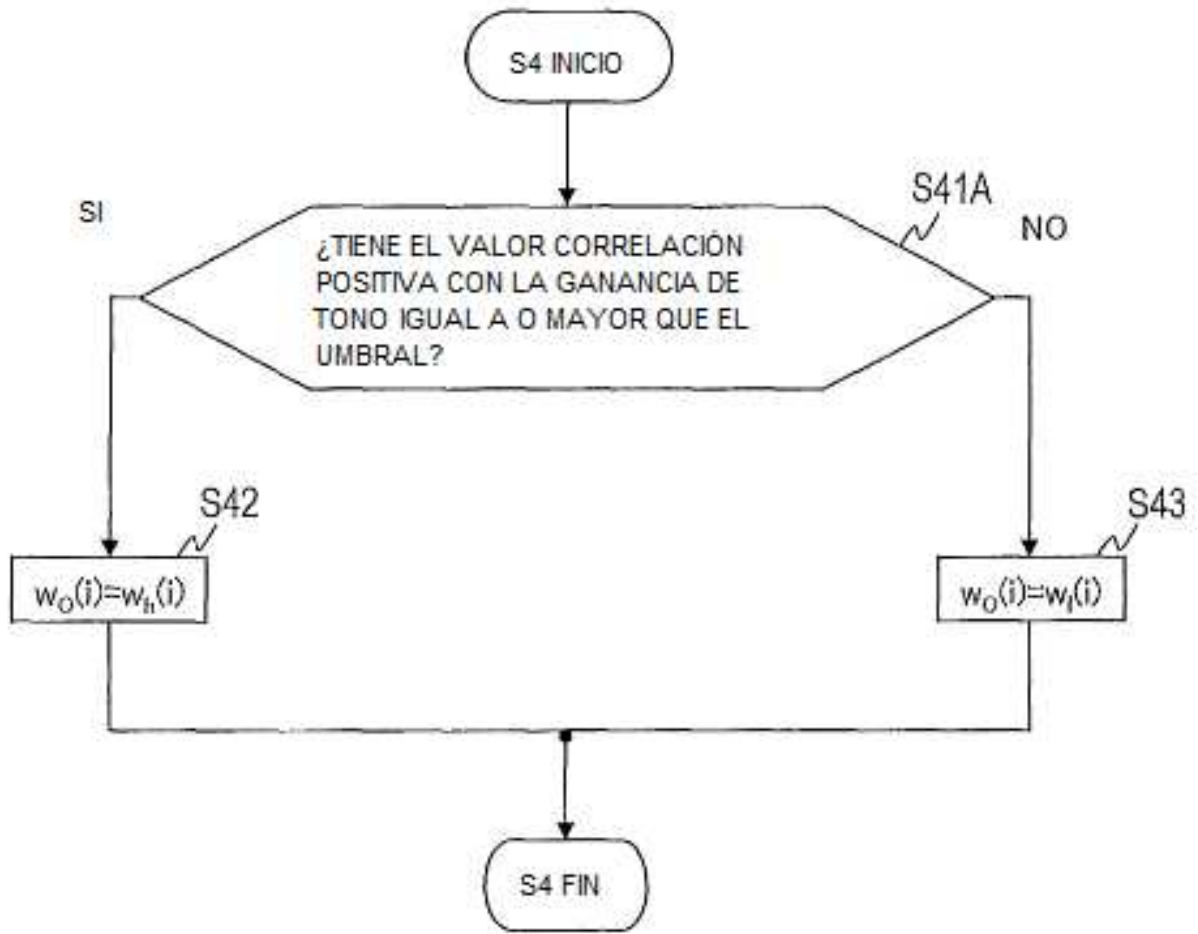


Fig. 3

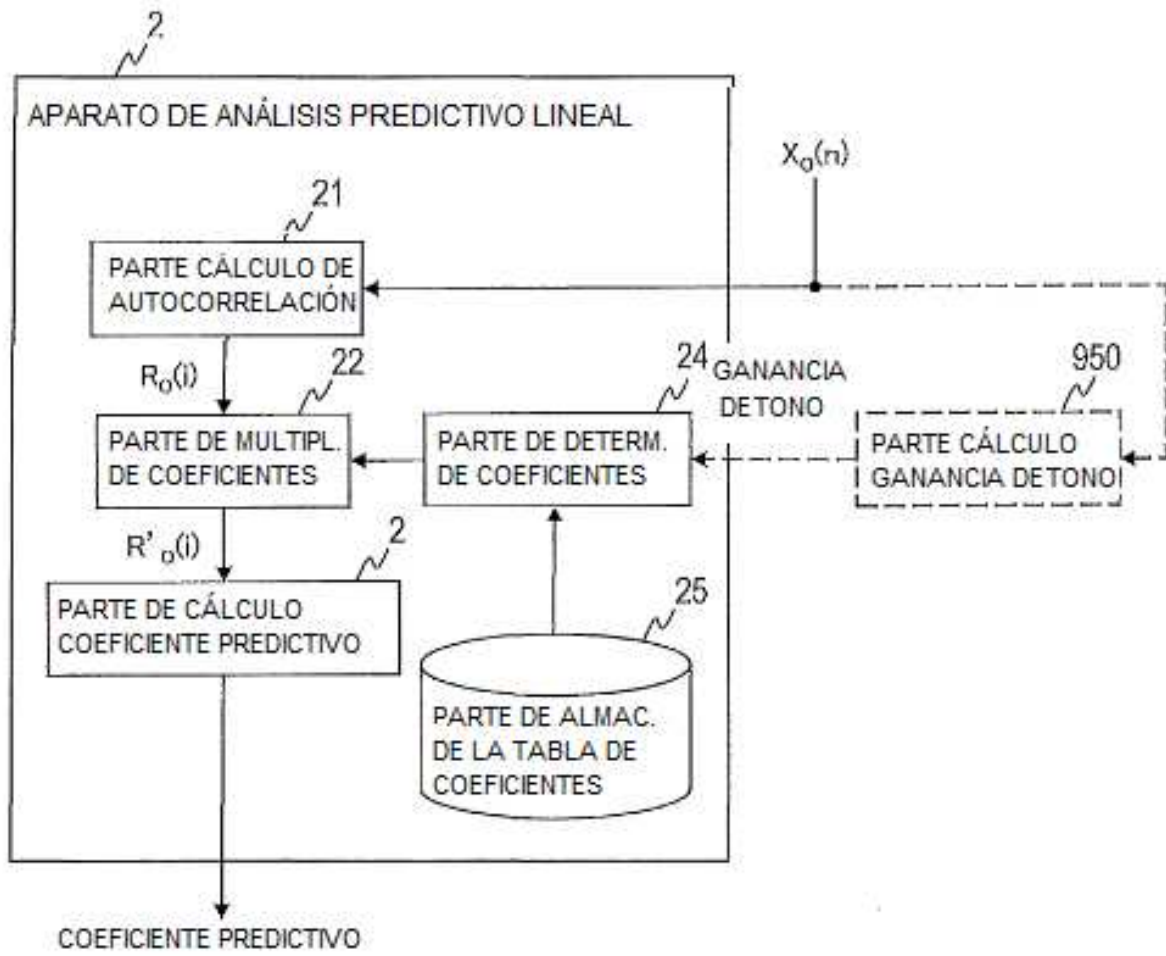


Fig. 4

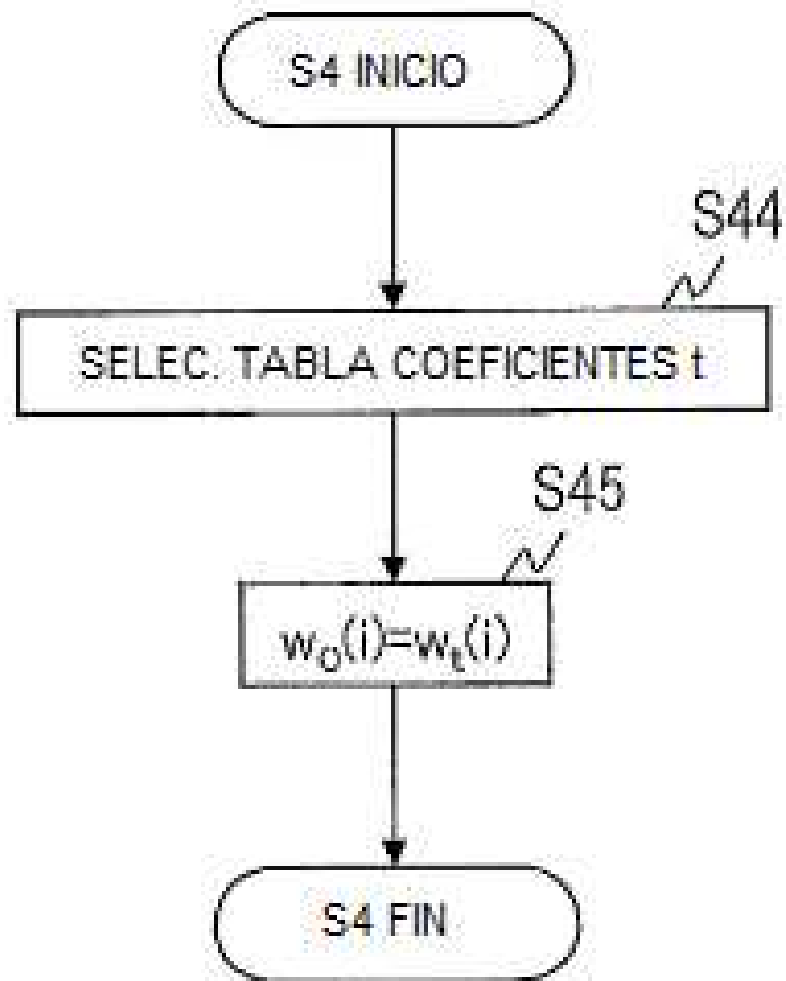


Fig. 5

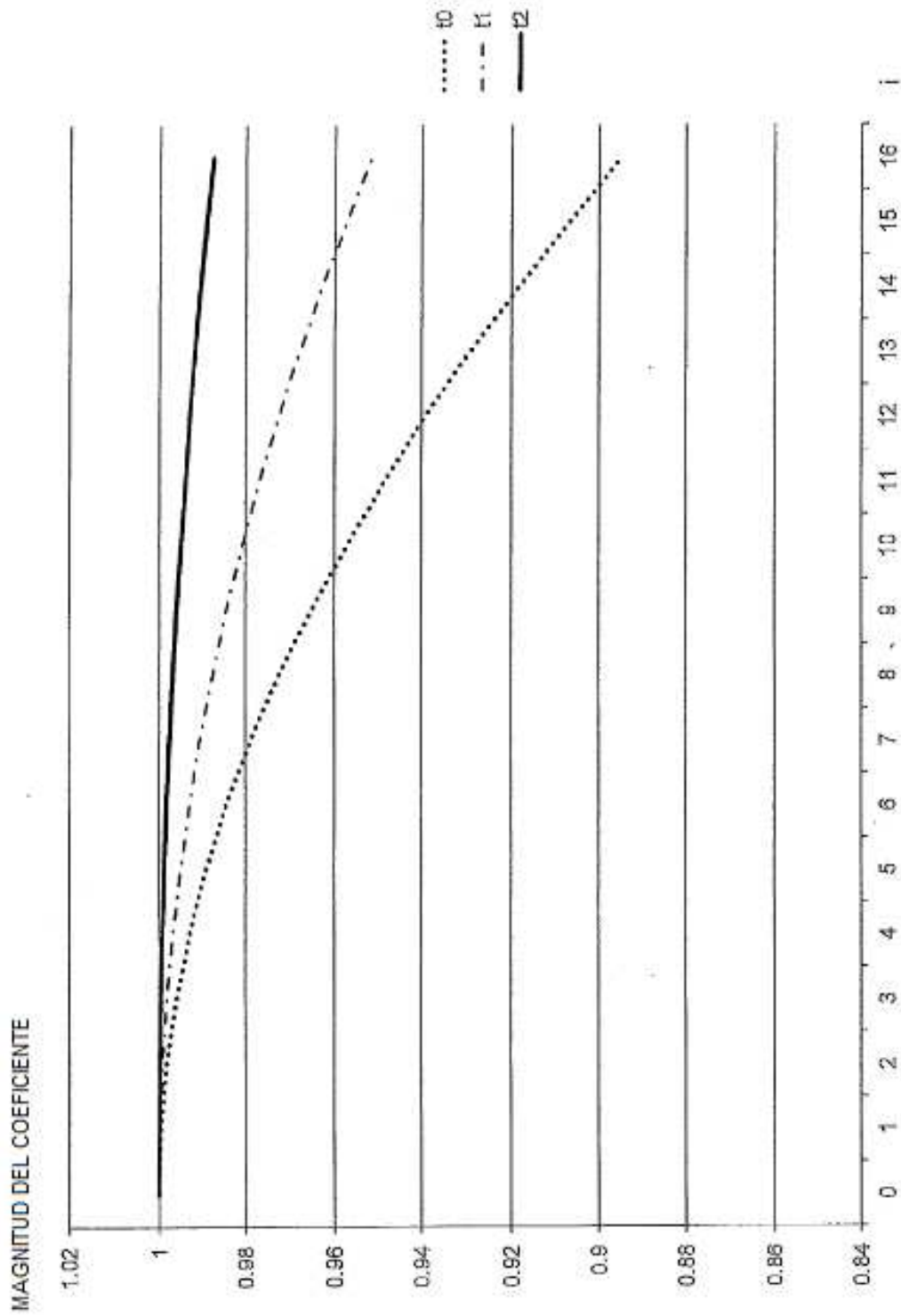


Fig. 6



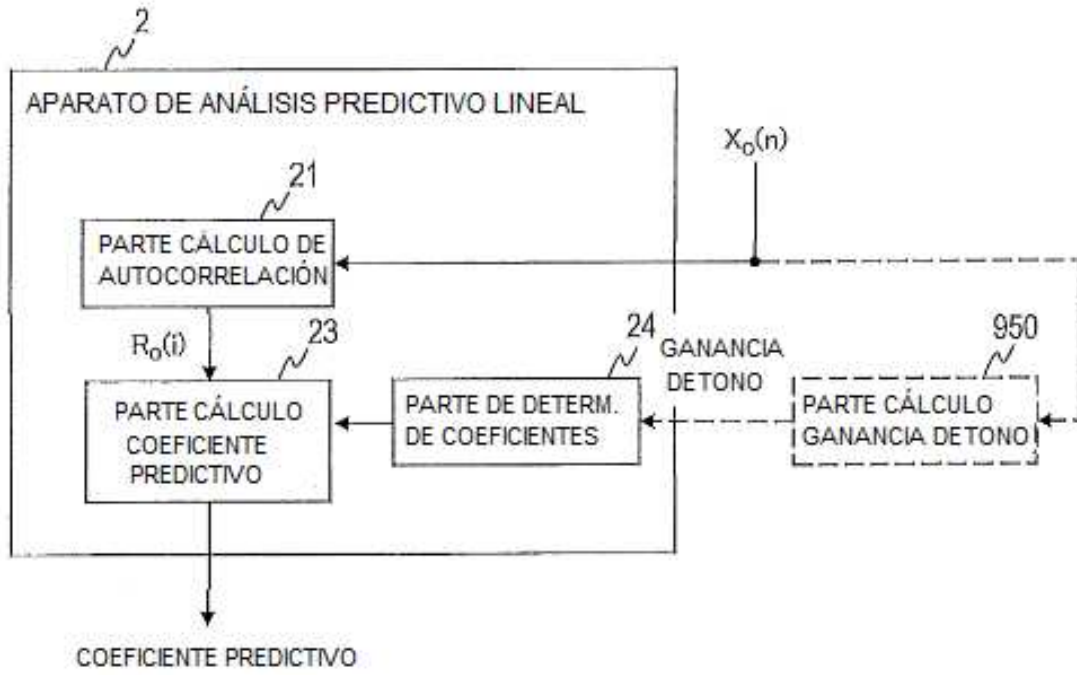


Fig. 7

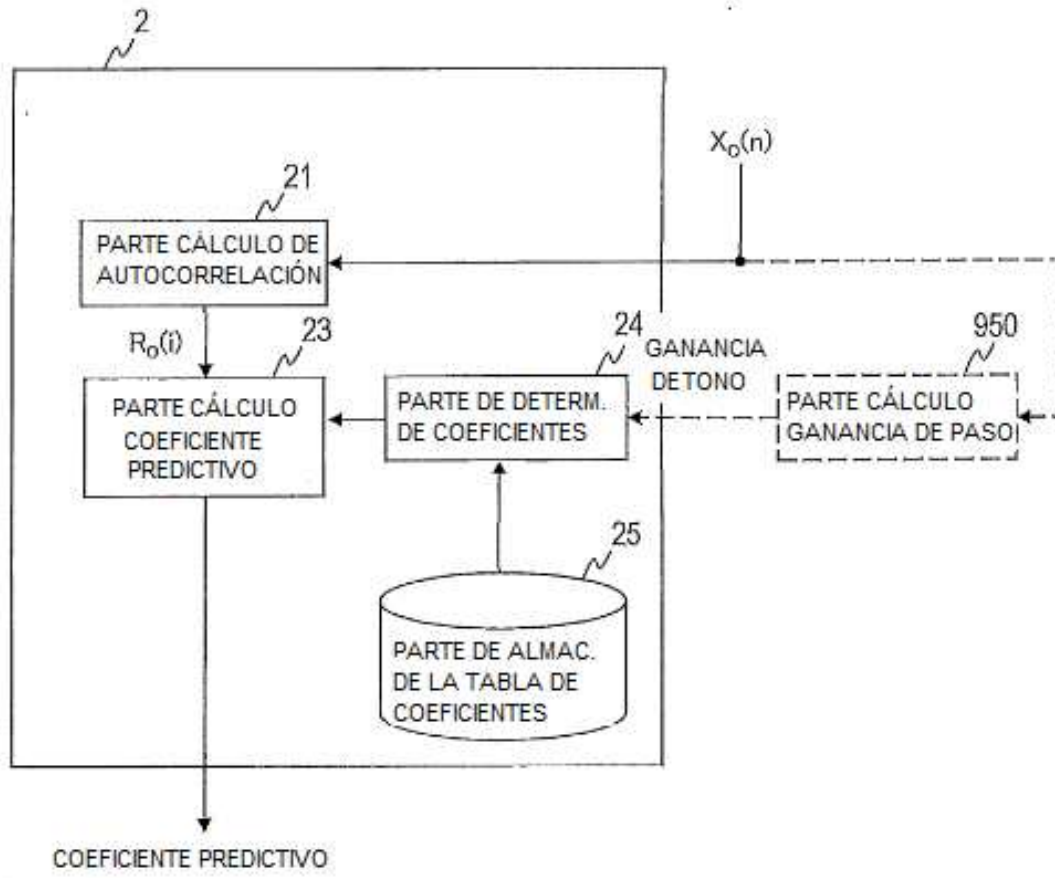


Fig. 8

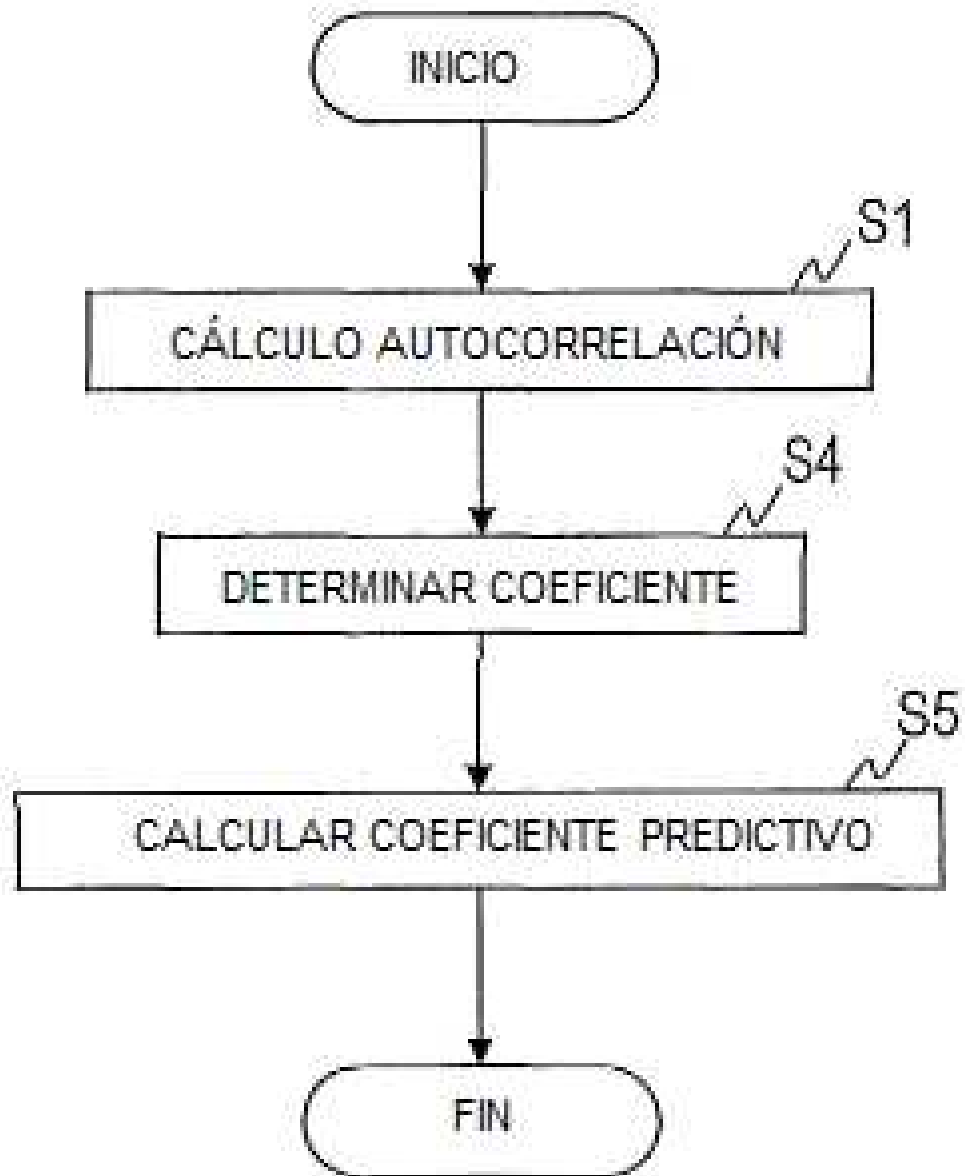


Fig. 9

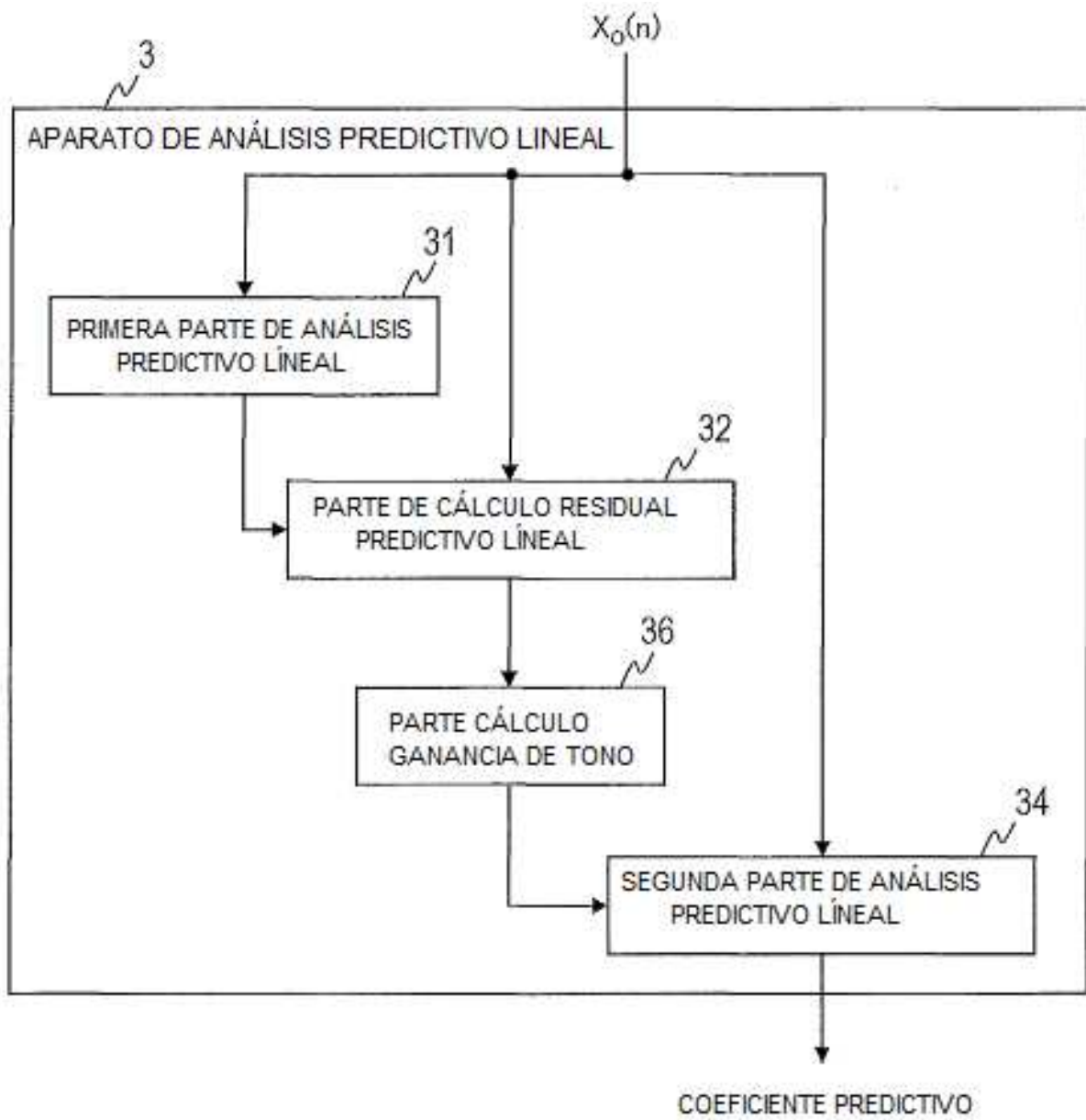


Fig. 10

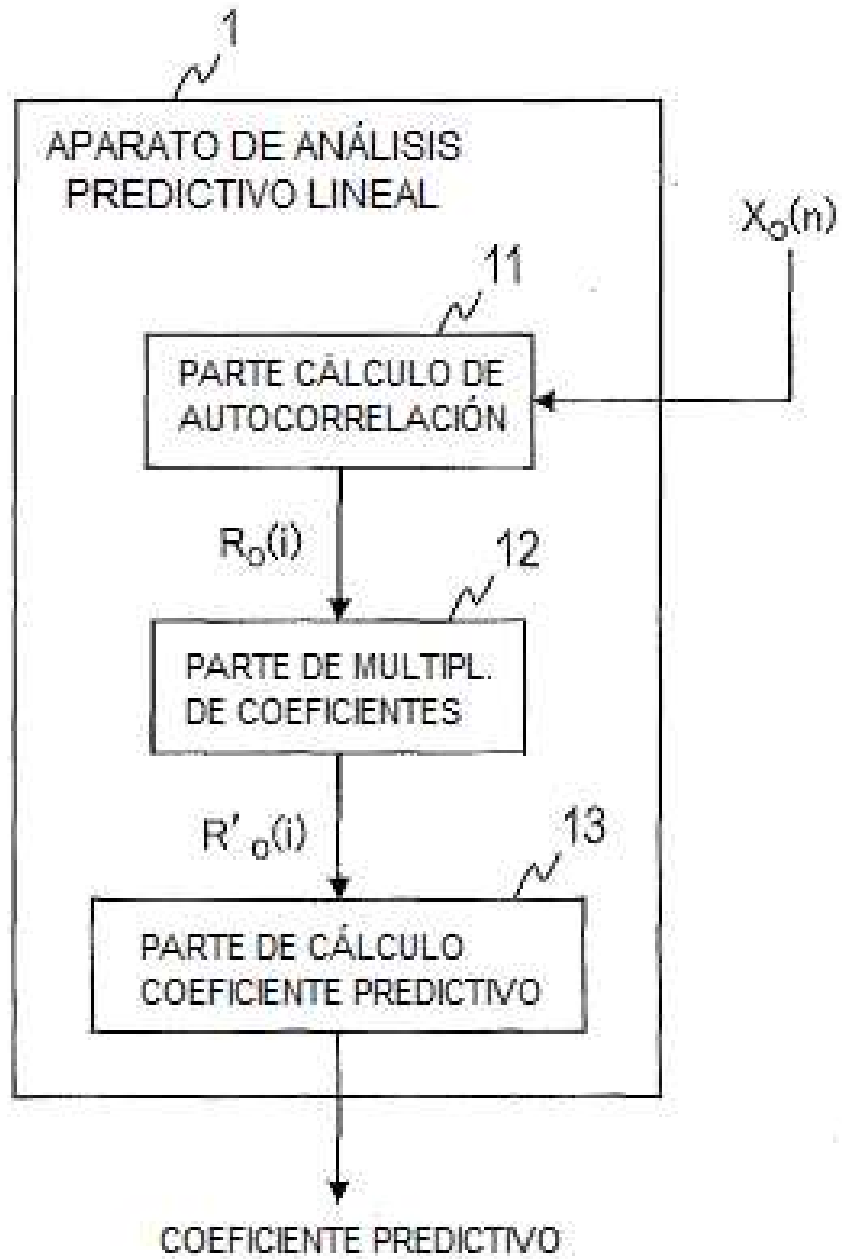


Fig. 11