



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 360 898**

51 Int. Cl.:
G10L 19/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07871956 .4**

96 Fecha de presentación : **18.12.2007**

97 Número de publicación de la solicitud: **2104936**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **30.09.2009**

54 Título: **Codificación por transformada, utilizando ventanas de ponderación y con retardo pequeño.**

30 Prioridad: **05.01.2007 FR 07 00056**
17.04.2007 FR 07 02768

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
10.06.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
10.06.2011

73 Titular/es: **FRANCE TELECOM**
6 place d'Alleray
75015 Paris, FR

72 Inventor/es: **Kovesi, Balazs;**
Virette, David y
Philippe, Pierrick

74 Agente: **Lehmann Novo, María Isabel**

ES 2 360 898 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

Codificación por transformada, utilizando ventanas de ponderación y con retardo pequeño

5

La presente invención se refiere a la decodificación de señales audiodigitales.

En un esquema de codificación por transformada, para una reducción del caudal informativo, se busca habitualmente reducir la precisión convenida para la codificación de las muestras, asegurando que el oyente sólo pueda, sin embargo, percibir lo menos posible de degradaciones.

10

A este fin, la reducción de precisión, efectuada por una operación de cuantificación, se controla a partir del modelo psicoacústico. Este modelo, basado en un conocimiento de las propiedades del oído humano, permite dosificar el ruido de cuantificación en las frecuencias auditivas menos perceptibles.

15

Con el fin de utilizar las informaciones derivadas del modelo psicoacústico, esencialmente datos en el dominio frecuencial, es clásico realizar una transformación de tiempo/frecuencia, efectuándose la cuantificación en este dominio frecuencial.

20

La Figura 1 ilustra, de forma esquemática, la estructura de un codificador por transformada, con:

- un banco BA de filtros de análisis FA1,... FAn, que incide sobre la señal de entrada X,
- un módulo de cuantificación Q, seguido de un módulo de codificación COD,
- y un banco BS de filtros de síntesis FS1,..., FSn, que proporciona la señal codificada X'.

25

Para reducir también el caudal antes de la transmisión, las muestras frecuenciales cuantificadas son codificadas, a menudo con la ayuda de una codificación denominada "entrópica" (codificación sin pérdida). La cuantificación se realiza, de forma clásica, por un cuantificador escalar, uniforme o no, o también por un cuantificador vectorial.

30

El ruido introducido en la etapa de cuantificación se conforma por el banco de filtros de síntesis (denominado, también, "transformación inversa"). La transformación inversa vinculada a la transformada de análisis debe elegirse, por lo tanto, con el fin de concentrar adecuadamente el ruido de cuantificación, de forma frecuencial o temporal, con el fin de evitar que se haga audible.

35

La transformación de análisis debe concentrar, lo mejor posible, la energía de la señal con el fin de permitir una codificación fácil de las muestras en el dominio transformado. En particular, la ganancia de codificación de la transformada, que depende de la señal de entrada, debe maximizarse en la medida de lo posible. Se utiliza, a este efecto, una relación del tipo:

40

$$SNR = G_{TC} + K - R$$

En donde K es un término constante que puede, ventajosamente, asumir un valor de 6,02.

45

De este modo, la relación de señal a ruido obtenida (SNR) es proporcional al número de bits por muestra seleccionada (R) aumentado en la componente G_{TC} que representa la ganancia de codificación de la transformada. Cuanto más importante es la ganancia de codificación, tanto mejor será la calidad de la reconstrucción.

50

Se comprende, por lo tanto, la importancia que reviste la transformación en codificación. Garantiza una codificación fácil de las muestras, gracias a su aptitud para concentrar, a la vez, la energía de la señal (por la parte de análisis y el ruido de cuantificación por la parte de síntesis).

55

Al ser las señales de audio notoriamente no estacionarias, conviene adaptar la transformación de tiempo/frecuencia en el curso del tiempo, en función de la naturaleza de la señal de audio.

Se describe, a continuación, algunas aplicaciones a técnicas de codificación usuales.

60

En el caso de transformadas moduladas, las técnicas de codificación de audio normalizadas integran bancos de filtros, modulados en la función trigonométrica del coseno, que permiten poner en práctica estas técnicas de codificación con la ayuda de algoritmos rápidos, basados en transformadas en la función coseno o transformada de Fourier rápidas.

Entre las transformadas de este tipo, la transformada más frecuentemente utilizada (en codificación MP3, MPEG-2 y MPEG-4 AAC, en particular) es la transformada MDCT ("Transformada de coseno discreta modificada") cuya expresión se presenta a continuación:

$$X_k^t = \sum_{n=0}^{2M-1} x_{n+tM} p_k(n) \quad 0 \leq k < M$$

5

con las notaciones siguientes:

- M representa la magnitud de la transformada
- x_{n+tM} son las muestras del sonido digitalizado con un periodo $\frac{1}{F_e}$ (inverso de la frecuencia de muestreo) en el instante $n + tM$,
- t es el índice de trama.
- X_k^t son las muestras en el dominio transformado para la trama t ,
- $p_k(n) = \sqrt{\frac{2}{M}} h(n) \cos\left[\frac{\pi}{4M}(2n+1+M)(2k+1)\right]$ es una función de base de la transformada, cuyo $h(n)$ se denomina filtro prototipo de magnitud $2M$.

10

15

20

Para restituir las muestras temporales iniciales, la transformación inversa siguiente se aplica con el fin de reconstituir las muestras $0 \leq n \leq M-1$:

$$\hat{x}_{n+tM} = \sum_{k=0}^{M-1} \left[X_k^{t+1} p_k(n) + X_k^t p_k(n+M) \right]$$

25

En referencia a la Figura 1a, la reconstrucción se realiza como sigue:

30

35

- transformada DCT inversa (denominada a continuación DCT⁻¹) de las muestras X_k^t que proporcionan $2M$ muestras,
- transformada DCT inversa de las muestras X_k^{t+1} que dan $2M$ muestras, presentando las M primeras muestras un soporte temporal idénticas a las M últimas muestras de la trama precedente.
- Ponderación por la ventana de síntesis $h(M+n)$ para la segunda mitad de la trama T_t (M últimas muestras) y por la ventana de síntesis $h(n)$ para la primera mitad de la trama siguiente T_{t+1} (M primeras muestras) y
- Adiciones de las componentes en ventanas sobre el soporte común.

40

Con el fin de asegurar la reconstrucción exacta (denominada "perfecta") de la señal (según la condición $x_{n+tM} = \hat{x}_{n+tM}$), conviene elegir una ventana prototipo $h(n)$ que satisfaga algunas limitaciones.

En condiciones típicas, las relaciones siguientes son satisfactorias con el fin de permitir una reconstrucción perfecta:

$$\begin{cases} h(2M-1-n) = h(n) \\ h^2(n) + h^2(n+M) = 1 \end{cases} \quad (1)$$

45

presentando las ventanas una simetría par con respecto a una muestra central.

Es relativamente sencillo satisfacer estas dos limitaciones simples y, a este respecto, un filtro prototipo clásico está constituido por una ventana sinusoidal que se escribe como sigue:

$$h(n) = \text{sen} \left[\frac{\pi}{2M} (n+0.5) \right]$$

Por supuesto, existen otras formas de filtro prototipo, tales como las ventanas definidas en la norma MPEG-4 bajo la denominación de "Derivadas de Kaiser Bessel Derivées" (o KBD) o también las ventanas de solapamiento débil (*Low Overlap*).

Un ejemplo de tratamiento por una transformada MDCT, con ventanas largas, se representa en la Figura 1a. En esta Figura:

- 10 - las flechas en líneas de trazos ilustran una sustracción,
- las flechas en líneas continuas ilustran una adición,
- 15 - las flechas en líneas de trazos mixtas ilustran un tratamiento DCT a la codificación y DCT⁻¹ a la decodificación DEC, correspondiendo este término DCT al término en coseno de la función de base presentada anteriormente,
- las muestras de la señal a codificar están en un flujo denominado *xin* y se sigue la evolución de los tratamientos de codificación/decodificación de algunas muestras marcadas y referidas como *a* y *b* en la Figura 1b y como *e* y *f* en la Figura 1c,
- 20 - las muestras *xin* están reagrupadas por tramas, siendo indicada una trama actual como *T_i*, mientras las tramas precedente y siguiente se indican, respectivamente por *T_{i-1}* y *T_{i+1}*,
- 25 - la referencia DEC es propia del tratamiento realizado por el decodificador (utilizando ventanas de síntesis FS con adición – solapamiento),
- las ventanas de análisis se indican como FA y las ventanas de síntesis se indican como FS,
- 30 - *n* es la distancia entre la parte central de la ventana y la muestra *a*.

La referencia *calc T_i* es propia para el cálculo de la trama codificada *T_i* con utilización de la ventana de análisis FA y las muestras respectivas de las tramas *T_{i-1}* y *T_i*. Se trata simplemente, en este caso, de un ejemplo de convenio ilustrado en la Figura 1a. Podría también decidirse, por ejemplo, indexar las tramas *T_i* y *T_{i+1}* para el cálculo de una trama codificada *T_i*. Prosiguiendo el ejemplo de la Figura 1a, la referencia *calc T_{i+1}* es propia del cálculo de la trama codificada *T_{i+1}* utilizando las muestras respectivas de las tramas *T_i* y *T_{i+1}*.

Los términos *v1* y *v2* obtenidos antes de la transformación DCT y de la transformación inversa DCT⁻¹ se obtienen con ecuaciones del tipo:

$$v1 = a * h(M+n) + b * h(2 * M - 1 - n), \text{ y}$$

$$v2 = b * h(M-1-n) - a * h(n)$$

45 De este modo, después del tratamiento global DCT/DCT⁻¹ y la ventana de síntesis, los términos de reconstrucción *a'* y *b'* se escriben como sigue:

$$a' = v1 * h(M+n) - v2 * h(n) =$$

$$50 \quad a * h(M+n) * h(M+n) + b * h(2 * M - 1 - n) * h(M+n) - b * h(M-1-n) * h(n) + a * h(n) * h(n),$$

y

$$b' = v1 * h(2 * M - 1 - n) + v2 * h(M-1-n) =$$

$$55 \quad a * h(M+n) * h(2M-n-1) + b * h(2 * M - 1 - n - 1) * h(2M-n-1) + b * h(M-1-n) * h(M-1-n) - a * h(n) * h(M-1-n)$$

y se comprueba, entonces, que la reconstrucción es perfecta (*a'=a* y *b'=b*).

60 (utilizando las relaciones (1) y deduciendo de ellas *h(M-1-n)=h(n+M)*)

El principio anteriormente descrito de una transformada MDCT se extiende naturalmente a transformadas denominadas ELT ("Extended Lapped Transform"), en donde el orden de las funciones de base es mayor que dos veces la magnitud de la transformada con, en particular:

$$X_k^t = \sum_{n=0}^{L-1} x_{n+1M} P_k(n), \text{ en donde } 0 \leq k < M \text{ y } L = 2KM, \text{ siendo } K \text{ un número entero positivo superior a } 2.$$

Para la reconstrucción, en lugar de asociar dos tramas consecutivas como para una transformada MDCT, la síntesis de las muestras pone en práctica k tramas sucesivas en ventanas.

Se indica, además, que la restricción de simetría de las ventanas (principio descrito con detalle más adelante) puede ser relajada para una transformada de tipo ELT. La restricción de identidad entre las ventanas de análisis y de síntesis puede, asimismo, ser relajada y se habla, entonces, de filtros bi-ortogonales.

Habida cuenta de la necesidad de adaptar la transformada a la señal a codificar, las técnicas anteriores, como la propuesta por Omar Niamut et al en "RD Optimal Time Segmentation for the Time - Varying MOCT", EURASSIP; autorizan lo que se denomina una "conmutación de ventana", es decir un cambio en el curso del tiempo de la magnitud de la transformada utilizada.

La necesidad de cambiar de longitud de ventana puede justificarse, en particular, en el caso siguiente. Cuando la señal a codificar, por ejemplo, una señal de palabra, presenta una señal transitoria (no estacionaria) que caracteriza un ataque fuerte (por ejemplo, la pronunciación de un sonido "ta" o "pa" que caracteriza una sílaba oclusiva en la señal de palabra), conviene aumentar la resolución temporal de la codificación y más allá, disminuir la magnitud de las ventanas de codificación, lo que necesita, por lo tanto, pasar de una ventana larga a una ventana corta. Muy exactamente, en la técnica anterior conocida, se pasa, en este caso, desde una ventana larga (Figura 2a que se describirá más adelante) a una ventana de transición (Figura 2c descrita más adelante) y luego, a una serie de ventanas cortas (Figura 2b descrita más adelante). Es preciso, por lo tanto, anticipar un ataque sobre al menos una trama siguiente, como se verá en detalle más adelante, antes de poder decidir la longitud de la ventana de codificación de una trama actual y por consiguiente, codificar la trama actual.

Se describe, a continuación, un ejemplo de cambio de longitud de ventana según la técnica anterior.

Un ejemplo típico es el cambio de magnitud de una transformada MDCT de magnitud M hacia una magnitud $M/8$, según está previsto en la norma MPEG-AAC.

Con el fin de conservar la propiedad de reconstrucción perfecta, la ecuación (1) anterior se debe sustituir por las fórmulas siguientes, en el momento de la transición entre dos magnitudes:

$$\begin{cases} h^2(n) + h^2(M-n) = 1 & \text{para } 0 \leq n < M \\ h^2(M+n) + h^2(2M-n) = 1 & \text{si no es así} \end{cases}$$

Una relación se proporciona, además, para los filtros prototipos consecutivos de magnitudes diferentes:

$$h_1(M + M/2 - M_s/2 + n) = h_2(M_s - n) \quad 0 \leq n < M_s$$

Existe, por lo tanto, una simetría en torno a la magnitud $M/2$ en el momento de la transición.

Se ha ilustrado diferentes tipos de ventana en las Figuras 2a a 2e, con respectivamente:

- una ventana sinusoidal (función simétrica senoidal) de magnitud $2M=512$ muestras para la Figura 2a,
- una ventana sinusoidal (función simétrica senoidal) de magnitud $2M_s=64$ muestras para la Figura 2b,
- una ventana de transición que permite pasar de una magnitud 512 a 64 para la Figura 2c,
- una ventana de transición que permite pasar de una magnitud de 64 a 512 para la Figura 2d,
- y un ejemplo de construcción efectuada con la ayuda de las ventanas de base presentadas más arriba, para la Figura 2e.

En cada sucesión es de "longitud" predeterminada que define lo que se denomina "la longitud de ventana". De este modo, se combinan muestras a codificar, al menos dos a dos, y ponderadas, en la combinación, por valores respectivos de ponderación de la ventana, como se ha visto con referencia a la Figura 1a.

5 Más en particular, las ventanas sinusoidales (Figuras 2a y 2b) son simétricas, es decir, que los valores de ponderación son prácticamente iguales, a una y otra parte, de un valor central, en medio de la sucesión de valores que forman la ventana. Una forma de realización preferida consiste en elegir funciones "seno" para definir las variaciones de valores de ponderación de estas ventanas. Las demás elecciones de ventana siguen siendo posibles (por ejemplo, las utilizadas en los codificadores MPEG AAC).

10 Se deducirá, por el contrario, que las ventanas de transición (Figuras 2c y 2d) son asimétricas y presentan una zona "plana" (referencia PLA), lo que significa que los valores de ponderación, en estas zonas, son máximos y por ejemplo, son iguales a "1". Como se constatará con referencia a las Figuras 1b y 1c, utilizando una ventana de transición desde una ventana larga a una ventana corta (Figura 2c), dos muestras (en el ejemplo representado en la Figura 1b), de las que la muestra *a* es simplemente ponderada por un factor "1", mientras que la muestra *b* se pondera por el factor "0", en el cálculo de la trama codificada T'_i , de modo que las dos muestras, de las que las muestras *a* son simplemente transmitidas, tales como la DCT puesta aparte en la trama codificada T'_i .

15 Se describe, a continuación, la utilización de una transformada de magnitud variable en un sistema de codificación. Se describe, además, las operaciones a nivel de un decodificador que debe reconstituir las muestras de audio.

20 En los sistemas normalizados, el codificador selecciona, muy a menudo, la transformada a utilizar en el curso del tiempo. Así, en la norma AAC, el codificador transmite dos bits que permiten seleccionar una de las cuatro configuraciones de magnitud de ventana presentadas anteriormente.

25 El tratamiento por transformada MDCT, que utiliza las ventanas de transición (larga – corta) se ilustra en las Figuras 1b y 1c. Estas figuras representan los cálculos realizados, de la misma manera que para la Figura 1a.

30 En las Figuras 1b y 1c, se ha representado solamente algunas ventanas cortas, de análisis, con referencias FA (con $M_s=M/2$ en el ejemplo ilustrado). No obstante, en la realidad, según se ilustra en la Figura 2e, se prevé una sucesión de varias ventanas cortas (con normalmente $M_s=M/8$). Se comprenderá, por lo tanto, que cada ventana FA de las Figuras 1b y 1c engloba, en realidad, una sucesión de ventanas cortas.

35 La ventana de transición FTA (Figura 1b), para el cálculo de la trama codificada T'_i (referencia *calc* T'_i) presenta:

- una semi-ventana larga en M muestras, en su flanco de subida y
- en su flanco de bajada:
 - 40 o una primera zona plana PLA (con valores de ponderación iguales a 1) en $(M/2-M_s/2)$ muestras,
 - o una semi-ventana corta de bajada en M_s muestras y
 - 45 o una segunda zona plana (con valores de ponderación iguales a 0) en $(M/2-M_s/2)$ muestras.

50 Para el cálculo de la trama codificada siguiente T'_{i+1} (referencia *calc* T'_{i+1}), las $(M/2-M_s/2)$ primeras muestras son ignoradas y por lo tanto, no tratadas por las ventanas cortas, siendo las M_s muestras siguientes ponderadas por el flanco de subida de la ventana corta de análisis FA, según se ilustra en las Figuras 1b y 1c y las M_s muestras siguientes son ponderadas por su flanco de bajada.

En lo que sigue, se utilizan las notaciones siguientes:

- M es la magnitud de trama larga,
- 55 - M_s es la magnitud de trama corta.

60 En la Figura 1b, la muestra *b* es sintetizada utilizando solamente las ventanas cortas para respetar la analogía con el cálculo para las ventanas largas. A continuación, debido a la forma particular de la semi-ventana de transición larga-corta, la muestra *a* se reconstruye directamente a partir de las ventanas de transición de análisis y de síntesis. La ventana de transición es objeto de referencia FTA en las Figuras 1b y 1c.

En la Figura 1c, se calculan las muestras correspondientes a la zona de transición entre la ventana larga-corta y la ventana corta. Por analogía con el cálculo para las ventanas largas de la Figura 1a, se sigue aquí el tratamiento de las muestras denominadas *e* y *f* (marcadas).

A continuación se describen dos ejemplos de situación de transición de ventanas.

5 En un primer ejemplo, se ha detectado un ataque que necesita la utilización de ventanas cortas en la señal de audio en un instante $t=720$ (Figura 2e). El codificador debe indicar al decodificador la utilización de ventanas de transición larga-corta que se interponen entre las ventanas largas utilizadas anteriormente y las ventanas cortas posteriores.

De este modo, el codificador indica al decodificador, sucesivamente, las secuencias:

- 10
- ventana larga
 - ventana de transición larga-corta
 - ventana corta
- 15
- ventana de transición corta-larga
 - ventana larga.

20 El decodificador aplica, entonces, una relación del tipo:

$$\hat{x}_{n+tM} = \sum_{k=0}^{M-1} \left[X_k^{t+1} p_k^l(n) + X_k^t p_k^s(n+M) \right]$$

25 en donde p_k^l y p_k^s representan las funciones de síntesis de las transformadas en los tiempos t y $t+1$, que pueden ser distintos entre sí.

La reconstrucción se realiza como anteriormente, con la diferencia de que si las funciones de base p_k^l y p_k^s son "magnitudes" diferentes, entonces se efectúa, en referencia a la Figura 1b:

- 30
- una transformada DCT inversa de magnitud M de las muestras X_k^t que proporcionan $2M$ muestras,
 - una transformada DCT inversa de magnitud M_s de las muestras X_k^{t+1} que dan $2 M_s$ muestras, presentando las M_s primeras muestras un soporte temporal común de longitud M_s en una zona de solapamiento que comprende la parte ascendente de la ventana corta, con las muestras derivadas de la transformada DCT inversa de magnitud M de la parte descendente de la ventana de transición FTA,
- 35
- una multiplicación por la ventana de síntesis dual de la ventana de transición FTA y con referencia FTS en la Figura 1b, para la primera mitad y una multiplicación por la ventana de síntesis corta FS para la segunda mitad y
- 40
- las adiciones de estas componentes en ventana sobre la zona de solapamiento, correspondiendo el soporte temporal a una parte de final de la trama inicial T_i .

45 El decodificador es, por lo tanto, esclavo del codificador y aplica fielmente los tipos de ventana decididos por el codificador.

En este primer ejemplo, el codificador detecta una transición en el momento de la llegada de las muestras de una primera trama (por ejemplo, la trama 1 de la Figura 2e, que contiene las muestras entre los instantes $t=512$ y $t=767$). El codificador puede, entonces, decidir que la ventana actual debe ser una ventana de transición larga-corta codificada, transmitida y señalizada al decodificador. A continuación, ocho ventanas cortas son aplicadas sucesivamente entre las muestras $t=624$ y $t=911$. De este modo, en el momento de la transición ($t=720$), el codificador utiliza las ventanas cortas, lo que permite una mejor representación temporal de la señal.

50

En un segundo ejemplo, se detecta una transición a la muestra $t=540$. Cuando el codificador recibe las muestras de una primera trama (la trama 0 de la Figura 2e por ejemplo), no detecta la transición y selecciona, por lo tanto, una ventana larga. En el momento de la llegada de las muestras de una segunda trama (trama 1 en el ejemplo de la Figura 2e), siguiente, el codificador detecta un ataque (en el instante $t=540$). En este caso entonces, la detección se realiza demasiado tardíamente y la utilización de una ventana de transición no permite beneficiarse de la utilización de los soportes temporales cortos (ventanas cortas) en el momento del ataque. El codificador debe, entonces,

55

anticipar la utilización de ventanas cortas y por consiguiente, insertar un retardo de codificación adicional correspondiente a por lo menos $M/2$ muestras.

5 Se comprenderá, entonces, que un inconveniente de la técnica anterior conocida reside en el hecho de que es necesario introducir un retardo suplementario en el codificador para permitir detectar un ataque en la señal temporal de una trama siguiente y anticipar, entonces, el paso a las ventanas cortas. Este "ataque" puede corresponder a una señal transitoria de gran intensidad, tal como una sílaba oclusiva, por ejemplo, en una señal de palabra o también la aparición de una señal percusiva en una secuencia musical.

10 En algunas aplicaciones de telecomunicaciones, el retardo suplementario necesario para la detección de señales transitorias y la utilización de las ventanas de transición no es admisible. Así, por ejemplo, en el codificador MPEG-4 AAC "Low Delay" (retardo pequeño), las ventanas cortas no se utilizan y solamente están permitidas las ventanas largas.

15 La presente invención tiene como objetivo mejorar esta situación operativa.

Da a conocer una transición entre ventanas que no necesita la introducción de un retardo suplementario.

20 Considera, a este respecto, un método de decodificación, por transformada, un decodificador por transformada y un programa informático, destinado a guardarse en memoria de un codificador por transformada, de una señal audiodigital representada por una sucesión de tramas,

en donde:

- 25
- se prevé al menos dos ventanas de ponderación, de longitudes respectivas distintas y
 - se utiliza una ventana corta para codificar una trama en donde se ha detectado un evento particular.

30 Este evento particular puede ser, por ejemplo, un fenómeno no estacionario, tal como un ataque fuerte presente en la señal audiodigital que contiene la trama actual.

Más en particular, para la codificación de una trama actual, se busca detectar el evento particular en esta trama actual y:

- 35
- al menos si se detecta el evento particular al comienzo de la trama actual, se aplica una ventana corta para codificar la trama actual,
 - mientras que si el evento particular no se detecta en la trama actual, se aplica una ventana larga para codificar la trama actual.
- 40

Se reitera estas etapas para una trama siguiente, de modo que sea posible, en el sentido de la invención, codificar una trama dada utilizando una ventana larga y codificar una trama que sigue inmediatamente a esta trama dada utilizando directamente, a continuación, una ventana corta, sin utilizar una ventana de transición como en la técnica anterior.

45 Se ofrece así la posibilidad de pasar directamente desde una ventana larga a una ventana corta, pudiendo la detección del evento particular llevarse directamente sobre la trama en curso de codificación y ya no en la trama siguiente, como en la técnica anterior. Desde este momento, una codificación realizada por el método en el sentido de la invención se efectúa, sin retardo suplementario, con respecto a una transformada MDCT de magnitud fija, contrariamente a las codificaciones de la técnica anterior.

50

Otras características y ventajas de la invención aparecerán al examinar la descripción detallada siguiente y los dibujos adjuntos en donde, además de las Figuras 1, 1a, 1b, 1c, 2a, 2b, 2c, 2d, 2e, relativas a la técnica anterior y descritas anteriormente:

- 55
- la Figura 3a ilustra, en una representación esquemática, un tratamiento de codificación/decodificación según una forma de realización de la invención, siguiendo la evolución de las muestras a y b , como en la Figura 1b anteriormente descrita,
 - 60 - la Figura 3b ilustra, en una representación esquemática, un tratamiento de codificación/decodificación según una forma de realización de la invención, siguiendo la evolución de las muestras e y f , como en la Figura 1c anteriormente descrita y
 - las Figuras 4a y 4b ilustran ejemplo de variación de las funciones de ponderación utilizadas para la compensación a la decodificación, realizada en la puesta en práctica de la invención,
- 65

- la Figura 5a ilustra un ejemplo de tratamiento que puede aplicarse en un codificador según la invención,
- la Figura 5b ilustra un ejemplo de tratamiento que puede aplicarse en un decodificador según la invención y
- la Figura 6 ilustra las estructuras respectivas de un codificador y de un decodificador y la comunicación de la información del tipo de ventana utilizada en la codificación,
- la Figura 7 ilustra una ventana de síntesis larga para el caso de una transformada ELT con $M=512$ componentes y un coeficiente de solapamiento $K=4$,
- la Figura 8 representa la apariencia de las funciones de ponderación $w_{1,n}$ y $w_{2,n}$ (para n comprendida entre 0 y $M/2-M_s/2$) en un modo de realización en el que se tiene en cuenta la influencia de las muestras pasadas en un contexto de codificación con solapamiento,
- la Figura 9 representa la apariencia de las funciones de ponderación $w'_{1,n}$ y $w'_{2,n}$ (para n comprendida entre $M/2-M_s/2$ y $M/2+M_s/2$) en este modo de realización,
- la Figura 10 representa la apariencia de las funciones de ponderación $w'_{3,n}$ y $w'_{4,n}$ (para n comprendida entre $M/2-M_s/2$ y $M/2+M_s/2$) en este modo de realización,
- la Figura 11 representa la apariencia de las funciones de ponderación $w_{1,n}$ y $w_{2,n}$ en toda la gama de n comprendida entre 0 y $M/2+M_s/2$ en una variante del modo de realización ilustrado en la Figura 8,
- la Figura 12 representa la apariencia de las funciones de ponderación $w_{3,n}$ y $w_{4,n}$ en toda la gama de n comprendida entre 0 y $M/2+M_s/2$ en esta variante.

La presente invención permite evitar aplicar ventanas de transición al menos para el paso desde una ventana larga a una ventana corta.

Así, retomando el segundo ejemplo anteriormente descrito, con referencia a la Figura 2e, si un fenómeno no estacionario o "ataque" se detecta en el instante $t=540$, la presente invención propone utilizar una ventana larga para la trama 0 (ventana que se extiende desde el instante $t=256$ al instante $t=511$). A continuación, en el momento de la adquisición de las muestras de la trama siguiente ($t=512$ a $t=767$) y de la detección de un ataque en $t=540$, el codificador utiliza ocho ventanas cortas para codificar las muestras a partir del instante $t=368$ (correspondiente a $t=512-M/2-M_s/2$), hasta el instante $t=655$ (correspondiente a $t=512+M/2+M_s/2-1$, en donde

- $2*M=512$ es la magnitud de la ventana larga y
- $2*M_s=64$ es la magnitud de la ventana corta, en el ejemplo descrito),

y ello, sin la ventana de transición clásica, asimétrica como la representada en las Figuras 1b y 1c relativas a la técnica anterior.

A nivel del decodificador, en el momento de la recepción de la trama codificada con ventanas cortas, el decodificador procede, entonces, a las operaciones siguientes:

- recepción de una información derivada del codificador que indica que se deben utilizar ventanas cortas para la trama actual,
- aplicación de un tratamiento ventajoso para compensar la transición directa desde una ventana larga a una ventana corta en la codificación, siendo un ejemplo de este tratamiento descrito con más detalle más adelante, haciendo referencia a la Figura 5b.

Las Figuras 3a y 3b ilustran el método de decodificación según la invención para obtener, de una parte, las muestra a y b que se encuentran en una zona sin solapamiento entre las ventanas largas y cortas (Figura 3a) y de otra parte, las muestras e y f que se encuentran en esta zona de solapamiento (Figura 3b). En particular, esta zona de solapamiento se define por el flanco de bajada de la ventana larga FL y el flanco de subida de la primera ventana corta FC.

Así, haciendo referencia a las Figuras 3a y 3b, para la codificación, las muestras de las tramas T_{i-1} y T_i son ponderadas por la ventana larga de análisis FL para constituir la trama codificada T'_i y las muestras de la trama siguiente T_i y T_{i+1} son ponderadas directamente por ventanas de análisis cortas FC, sin aplicar la ventana de transición.

5 Se observará, además, haciendo referencia a las Figuras 3a y 3b, que la primera ventana corta de análisis FC está precedida por valores no tomados en cuenta por las ventanas cortas (para las muestras que preceden a la muestra e, en el ejemplo de la Figura 3b). Más en particular, este tratamiento se aplica a las $M/2-M_s/2$ primeras muestras de la trama a codificar T'_{i+1} , y ello, de forma análoga a los codificadores/decodificadores de la técnica anterior. De manera general, se busca perturbar lo menos posible los tratamientos realizados en la codificación, así como en la decodificación, con respecto a la técnica anterior. Por este motivo se decide, por ejemplo, ignorar las primeras muestras de la trama codificada T'_{i+1} .

10 Por supuesto, en las Figuras 3a y 3b, se ha representado únicamente el caso de dos ventanas cortas ($M_s = M/2$) de análisis FC. No obstante, se prevé, como en la técnica anterior, una sucesión de varias ventanas cortas y cada sucesión de ventanas cortas se ilustra en estas Figuras 3a y 3b llevando la referencia FC.

15 En lo que sigue, se describen dos ejemplos de realización para decodificar una trama T'_{i+1} , que ha sido codificada utilizando una ventana corta FC, mientras que una trama inmediatamente precedente T'_i , había sido codificada utilizando una ventana larga FL.

20 En una primera forma de realización, se libera completamente de la utilización de ventanas de síntesis en la decodificación y se demuestra que está asegurada la propiedad de reconstrucción perfecta.

25 En la Figura 3a, en el momento de la detección de un ataque que necesita un cambio de ventana (desde una ventana larga directamente a una ventana corta), se sintetiza, ante todo, las muestras a partir de las ventanas cortas únicamente (muestra b en la Figura 3a). A continuación, se compensa en el valor v1 calculado a partir de la ventana larga de análisis el efecto de la muestra b calculado anteriormente. El cálculo de codificación (trama codificada T'_i) para la muestra a se efectúa entonces como sigue:

$$v1 = a * h(M+n) + b * h(2 * M - 1 - n).$$

30 Por el contrario, la muestra a no es ponderada en el valor de codificación v2, puesto que el cálculo de ponderación, a partir de la ventana corta, seguida de una combinación se efectúa sobre un soporte temporal distinto (trama codificada T_{i+1}) y se tiene después de la reconstrucción a partir de las ventanas cortas:

$$v2 = b$$

35 Se verifica, preferentemente, la reconstrucción perfecta en la codificación/decodificación según la invención. En efecto:

$$a' = (v1 - v2 * h(2 * M - 1 - n)) / h(M+n) = a$$

40 Se observará también, en la decodificación, que las muestras tomadas de los valores $v2=b$ y los siguientes se deben determinar en primer lugar, antes de la determinación de las muestras del inicio de la trama (como la muestra a). Se procede, por lo tanto, a una inversión temporal en el momento de la decodificación.

45 En la Figura 3b, se calcula las muestras codificadas de la zona de transición entre la ventana larga FL (flanco frontal descendente) y la primera ventana corta FC (flanco frontal ascendente) a nivel, por lo tanto, de las muestras e y f. La expresión de los coeficientes codificados (o "valores v1 y v2 siguientes") se proporciona, en esta zona de solapamiento entre las dos ventanas FL y FC, por las ecuaciones siguientes:

$$v1 = e * h(M+n) + f * h(2 * M - 1 - n) \text{ y}$$

$$50 \quad v2 = f * h_s(M_s - 1 - m) - e * h_s(m)$$

55 En el decodificador, se debe resolver, por lo tanto, este sistema de ecuaciones con dos incógnitas para encontrar los valores de las muestras e y f.

$$e = [v1 * h_s(M_s - 1 - m) - v2 * h(2 * M - 1 - n)] / [h(M+n) * h_s(M_s - 1 - m) + h_s(m) * h(2 * M - 1 - n)]$$

$$f = [v1 * h_s(m) + v2 * h(M+n)] / [h_s(M_s - 1 - m) * h(M+n) + h(2 * M - 1 - n) * h_s(m)]$$

60 Se deduce de lo anterior también las fórmulas que verifican ventajosamente la propiedad de la reconstrucción perfecta.

$$e' = [v1 * h_s(M_s + m) - v2 * h(n)] / [h(M+n) * h_s(M_s + m) + h(2 * M - 1 - n) * h_s(m)] = e,$$

y

$$f = [v1 * h_s(2 * M_s - 1 - m) + v2 * h(M - 1 - n)] / [h(M + n) * h_s(M_s + m) + h(2 * M - 1 - n) * h_s(m)] = f,$$

5

$$\text{con } m = n - M/2 + M_s/2$$

Se deducirá que el valor v2 está ponderado por la ventana larga h y, contrariamente a lo que fue establecido en la técnica anterior (en donde v2 era ponderada por la ventana corta h_s como se indica en la parte inferior de la Figura 1c).

10

En una segunda forma de realización, se conserva ventanas de síntesis para la decodificación. Son de la misma forma que las ventanas de análisis (homólogas o duales de las ventanas de análisis) tales como las ilustradas en las Figuras 3a y 3b y llevan la referencia FLS para una ventana larga, de síntesis, y la referencia FCS para una ventana corta, de síntesis. Esta segunda forma de realización presenta la ventaja de estar conforme al funcionamiento de los decodificadores del estado de la técnica, a saber, utilizar una ventana de síntesis larga para decodificar una trama que ha sido codificada con una ventana de análisis larga y utilizar una serie de ventanas de síntesis cortas para decodificar una trama que ha sido codificada con una serie de ventanas de análisis cortas.

15

Por el contrario, se aplica una corrección de estas ventanas de síntesis, por “compensación”, para decodificar una trama que ha sido codificada con una ventana larga, mientras que hubiera debido codificarse con una ventana de transición larga-corta. Dicho de otro modo, para compensar el efecto del paso directo desde una ventana larga a una ventana corta, en el codificador, se realiza el tratamiento siguiente para decodificar una trama actual T_{i+1} que ha sido codificada utilizando una ventana corta FC, mientras que una trama inmediatamente precedente T_i hubiera sido codificada utilizando una ventana larga FL.

20

25

Las ecuaciones anteriormente dadas para la decodificación y que vinculan las muestras a, b, e, f a los valores v1 y v2, se pueden reescribir bajo la forma de sumas ponderadas de dos términos, como sigue, procediendo en particular a una inversión temporal.

30

En primer lugar, se coloca en las primeras ventanas cortas de síntesis FCS y después de la zona de solapamiento antes citada (normalmente en la muestra v₂=b y las siguientes en la ilustración, a título explicativo de la Figura 3a). Para la decodificación de esta parte sin solapamiento, a partir de ventanas de síntesis cortas FCS únicamente, se decodifica primero, los “valores” de la trama codificada T_{i+1} a partir de v₂=b (Figura 3a). Una vez decodificadas las muestras b y las siguientes, se aplica la suma ponderada de los dos términos siguientes:

35

$$\hat{x}_n = w_{1,n} \tilde{I}_n + w_{2,n} s_{M-1-n}, \text{ con } 0 \leq n < M/2 - M_s/2, \text{ en donde:}$$

- \hat{x}_n representa las muestras decodificadas (que corresponden a las muestras iniciales x_n , puesto que la codificación/decodificación es de reconstrucción perfecta),
- la notación \tilde{I}_n designa lo que correspondería a muestras que hubieran sido decodificadas (aplicación de una transformación inversa DCT⁻¹) utilizando una ventana de síntesis larga FLS, sin corrección y
- s_n representa las muestras completamente decodificadas (normalmente la muestra b y las muestras que le siguen) con la ayuda de la sucesión de ventanas cortas de síntesis FCS.

40

45

Las dos funciones de ponderación $w_{1,n}$ y $w_{2,n}$ se escriben, entonces:

50

$$w_{1,n} = \frac{1}{h^2(M+n)} \text{ y } w_{2,n} = -\frac{h(2M-n-1)}{h(M+n)} = -\frac{h(n)}{h(M+n)}, \text{ con } 0 \leq n < M/2 - M_s/2$$

Se comprenderá que las “muestras” \tilde{I}_n son, en realidad, valores incompletamente decodificados por síntesis y ponderación utilizando la ventana larga de síntesis. Se trata, típicamente de los valores v₁ de la Figura 3a, multiplicados por los coeficientes h(M+n) de la ventana FLS y en donde intervienen también muestras de inicio de la trama T_i, tales como la muestra a.

55

Se observará, además, que las muestras b y las siguientes son aquí determinadas en primer lugar y se escriben en la fórmula dada anteriormente " s_{M-1-n} ", ilustrando así la inversión temporal que propone el tratamiento de la decodificación en esta segunda forma de realización.

- 5 Se observa, además, que la ponderación efectuada por la ventana larga de síntesis FLS se evita porque se encuentra retirada del término $W_{1,n}$ (debido a la división por $h(M+n)$).

Por otro lado, para la reconstrucción de la parte de muestras cubierta, a la vez, por la ventana larga FL (flanco frontal descendente) y la primera ventana corta FC (flanco frontal ascendente), que corresponden a la zona de las muestras e y f de la Figura 3b se suele aplicar la combinación siguiente de los dos términos ponderados:

$$\hat{x}_n = w'_{1,n} \tilde{s}_m + w'_{2,n} \tilde{l}_n, \text{ con } m = n - M/2 + M_s/2 \text{ y } M/2 - M_s/2 \leq n < M/2 + M_s/2$$

Como anteriormente, los términos \tilde{l}_n constituyen los valores incompletamente reconstituidos por síntesis y la ponderación por la ventana larga de síntesis FLS y los términos \tilde{s}_n representan los valores incompletamente reconstituidos a partir del flanco frontal ascendente de la primera ventana de síntesis corta FCS.

Las funciones de ponderación $w'_{1,n}$ y $w'_{2,n}$ se dan aquí por:

$$w'_{1,n} = \frac{h(n) - \frac{h_s(m)h_s(M_s-1-m)}{h(M-1-n)}}{h(M-1-n)h_s(M_s-1-m) + h(n)h_s(m)} \text{ y } w'_{2,n} = \frac{\frac{h_s(M_s-1-m)}{h(M-1-n)}}{h(M-1-n)h_s(M_s-1-m) + h(n)h_s(m)}$$

Todas estas funciones de ponderación $W_{1,n}$, $w_{2,n}$, $w'_{1,n}$ y $w'_{2,n}$ están constituidas por elementos 'congelados' que sólo dependen de las ventanas largas y cortas. Ejemplos de variación de tales funciones de ponderación se presentan en las Figuras 4a y 4b. En una realización ventajosa, los valores tomados por estas funciones se pueden calcular a priori (tabulados) y memorizados definitivamente en un decodificador según la invención.

Así, con referencia a la Figura 5b, el tratamiento en la decodificación de una trama T_i que ha sido codificada pasando directamente desde una ventana de análisis larga a una ventana de análisis corta, puede comprender las etapas siguientes, en un ejemplo de realización. Para decodificar la trama T_i (etapa 60), se aplica primero una ventana de síntesis corta (etapa 61) para decodificar el valor $v_2=b$ (etapa 63) de fin de trama. Se basa, en este caso, en una trama codificada siguiente T_{i+1} (etapa 62) para determinar b . Se aplica, a continuación, una ventana de síntesis larga (etapa 64) para decodificar las muestras a de inicio de trama T_i (etapa 65), aplicando la compensación para cualquier n comprendida entre 0 y $M/2 - M_s/2$ con la ayuda de la relación $\hat{x}_n = w_{1,n} \tilde{l}_n + w_{2,n} s_{M-1-n}$ (etapa 67) y utilizando los valores de ponderación precalculados y tabulados $w_{1,n}$ y $w_{2,n}$ (etapa 66).

La decodificación de la zona "central" de la trama codificada T_i (entre e y f), y por lo tanto para n comprendida entre $M/2 - M_s/2$ y $M/2 + M_s/2$, se puede llevar en paralelo (signo "+" de la Figura 5b) utilizando, a la vez, las ventanas de síntesis corta y larga (etapa 68) y aplicando, en particular, la compensación (etapa 69) a partir de la relación

$\hat{x}_n = w'_{1,n} \tilde{s}_m + w'_{2,n} \tilde{l}_n$, en donde $m = n - M/2 + M_s/2$ y con los valores de ponderación $w'_{1,n}$ y $w'_{2,n}$ precalculados y tabulados (etapa 70). Se deduce, por último, de este tratamiento (etapa 71) los valores de todos los tipos de muestras a , b , e o f de la trama inicial T_i .

Las primera y segunda formas de realización antes descritas, para la decodificación de una trama T_i que ha sido codificada pasando directamente desde una ventana de análisis larga a una ventana de análisis corta, garantizan una reconstrucción perfecta y permiten entonces, para la codificación, pasar efectivamente desde una ventana larga a una ventana corta, de forma directa.

Se describe ahora, haciendo referencia a la figura 5a, un ejemplo de realización en donde se propone liberarse, para la codificación, de la aplicación de una ventana de transición larga-corta, al menos en algunos casos.

A la recepción de una trama T_i (etapa 50), se busca en la señal audio-digital presente directamente en esta trama T_i la presencia de un fenómeno no estacionario, tal como un ataque ATT (prueba 51). En tanto que no se detecte algún fenómeno de este tipo (flecha n a la salida de la prueba 51), se continúa la aplicación de ventanas largas (etapa 52) para la codificación de esta trama T_i (etapa 56). Si no es así (flecha o a la salida de la prueba 51), se busca determinar si el fenómeno ATT está al inicio (por ejemplo, en la primera mitad) de la trama actual T_i (prueba 53), en cuyo caso (flecha o a la salida de la prueba 53) se aplica directamente una ventana corta (etapa 54), y más

exactamente una serie de ventanas cortas, para la codificación de la trama T_i (etapa 56). Esta realización permite, entonces, evitar una ventana de transición y no esperar la trama siguiente T_{i+1} para aplicar una ventana corta.

Así, se comprenderá que, contrariamente al estado de la técnica, se puede detectar un evento particular tal como un fenómeno no estacionario directamente en la trama en curso de codificación T_i y no en una trama siguiente T_{i+1} . El retardo de la codificación, según la invención, se reduce, entonces, con respecto al de la técnica anterior. En efecto, si el fenómeno no estacionario se detecta al inicio de la trama actual, se aplica directamente una ventana corta, mientras que en la técnica anterior, habría sido preciso detectar el fenómeno no estacionario en una trama siguiente T_{i+1} de modo que se pueda aplicar una ventana de transición a la trama en curso de codificación T_i .

En referencia todavía a la Figura 5a, si el fenómeno no estacionario se detecta al final (por ejemplo, en la segunda mitad) de la trama actual T_i (flecha n a la salida de la prueba 53) se puede elegir, preferentemente, aplicar una ventana de transición (etapa 55) para la codificación de la trama en curso T_i (etapa 56), antes de aplicar una sucesión de ventanas cortas. Esta realización permite, en particular, ofrecer un tratamiento equivalente al del estado de la técnica, garantizando una reducción en el retardo de la codificación.

Así, en términos más genéricos, se prevé, en este modo de realización, al menos tres ventanas de ponderación:

- una ventana corta,
- una ventana larga y
- una ventana de transición para pasar de una utilización de la ventana larga a una utilización de la ventana corta,

y si un evento particular, tal como un fenómeno no estacionario, se detecta al final de la trama actual (etapa 53) se aplica una ventana de transición (etapa 55) para codificar (etapa 56) la trama actual (T_i).

En una variante de este modo de realización, puede estar previsto, para un paso entre una utilización de ventana larga a una utilización de ventana corta:

- para una trama actual T_i , utilizar una ventana larga FL,
- y para una trama inmediatamente consecutiva T_{i+1} , utilizar directamente una ventana corta FC, sin utilizar ventana de transición, cuando incluso el evento particular fuera detectado al final de la trama actual.

Esta variante presenta la ventaja siguiente. Como el codificador debe enviar al decodificador una información de cambio de tipo de ventana, esta información puede codificarse en un solo bit porque ya no se tiene que informar al decodificador de la elección entre una ventana corta y una ventana de transición.

No obstante, se puede conservar una ventana de transición para pasar desde una ventana corta a una ventana larga y en particular, para asegurar, además, la transmisión de la información de cambio de tipo de ventana en un solo bit, después de la recepción de una información de paso desde la ventana larga a la ventana corta, pudiendo el decodificador a este respecto:

- utilizar la ventana corta,
- luego, en ausencia de recepción de información de cambio de tipo de ventana, utilizar una ventana de transición desde una ventana corta a una ventana larga,
- y luego, por último, utilizar una ventana larga.

En la Figura 6 se ilustra la comunicación de información del tipo de ventana utilizada para la codificación, desde un codificador 10 hacia un decodificador 20. Se recuerda que el codificador 10 comprende un módulo de detección 11 de un evento particular, tal como un ataque fuerte en la señal contenida en una trama T_i en el curso de la codificación y que deduce de esta detección el tipo de ventana a utilizar. A este respecto, un módulo 12 selecciona el tipo de ventana a utilizar y transmite esta información al módulo 13 de codificación, que entrega la trama T'_i codificada utilizando la ventana de análisis FA, seleccionada por el módulo 12. La trama codificada T'_i se transmite al decodificador 20, con la información INF sobre el tipo de ventana utilizada para la codificación (generalmente en un mismo flujo). El decodificador 20 comprende un módulo 22 de selección de ventana de síntesis FS, según la información INF recibida del codificador 10 y el módulo 23 aplica la decodificación de la trama T'_i para entregar una trama decodificada \hat{T}_i .

La presente invención considera, además, un codificador tal como el codificador 10 de la Figura 6 para la puesta en práctica del método según la invención y más en particular, para la puesta en práctica del tratamiento ilustrado en la Figura 5a, o de su variante anteriormente descrita (transmisión de la información de cambio de tipo de ventana en un solo bit).

La presente invención considera, además, un programa informático, destinado a memorizarse en un tal codificador y que comprende instrucciones para la puesta en práctica de un tal tratamiento o de su variante, cuando un tal programa se ejecuta por un procesador del codificador. A este título, la Figura 5a puede representar el organigrama de un tal programa.

Se recuerda que el codificador 10 utiliza ventanas de análisis FA y el decodificador 20 puede utilizar ventanas de síntesis FS, según la segunda forma de realización antes citada, siendo estas ventanas de síntesis homólogas de las ventanas de análisis FA, procediendo, sin embargo, a la corrección por compensación anteriormente descrita (utilizando las funciones de ponderación $W_{1,n}$, $W_{2,n}$, $W'_{1,n}$ y $W'_{2,n}$).

La presente invención se refiere, además, a otro programa informático, destinado a memorizarse en un decodificador por transformada, tal como el decodificador 20 ilustrado en la Figura 6 y que comprende instrucciones para la puesta en práctica de la decodificación según la primera forma de realización o según la segunda forma de realización anteriormente descrita haciendo referencia a la Figura 5b, cuando dicho programa se ejecuta por un procesador de este decodificador 20. A este título, la Figura 5b puede representar el organigrama de un tal programa.

La presente invención se refiere, además, al decodificador por transformada, por sí mismo, que comprende, entonces, una memoria que almacena las instrucciones de un programa informático para la decodificación.

En términos genéricos, el método de decodificación, según la invención, por transformada, de una señal representada por una sucesión de tramas que han sido codificadas utilizando al menos dos tipos de ventanas de ponderación, de longitudes respectivas distintas, se realiza como sigue.

En caso de recepción de una información de paso desde una ventana larga a una ventana corta:

- se determina muestras (de tipo b) a partir de una decodificación que aplica un tipo de ventana de síntesis corta FCS a una trama dada T_{i+1} que ha sido codificada una ventana de análisis corta FC y
- se obtiene muestras complementarias:
 - decodificando parcialmente (aplicación de una transformada inversa DCT^{-1}) una trama T'_i que precede a la trama dada y que fue codificada utilizando un tipo de ventana de análisis larga FL y
 - aplicando una combinación de dos términos ponderados haciendo intervenir funciones de ponderación que se pueden tabular y almacenar en memoria de un decodificador.

En la segunda forma de realización anterior, se trata de las funciones denominadas $W_{1,n}$, $W_{2,n}$, $W'_{1,n}$, $W'_{2,n}$.

Sin embargo, este tratamiento genérico a la decodificación se aplica en los dos casos de las primera y segunda formas de realización.

En la segunda forma de realización:

- se determina primero (etapa 63 de la Figura 5b) las muestras (b) derivadas de la trama dada (T'_{i+1}) y
- se deduce lo anterior (etapas 65–67) muestras (a) que corresponden temporalmente al inicio de la trama precedente (T'_i), siendo estas muestras derivadas de una decodificación aplicando una ventana de síntesis larga FLS y propia de la segunda forma de realización.

En este caso, para:

- una trama que presenta M muestras,
- una ventana larga que presenta 2M muestras,
- una ventana corta que presenta $2M_s$ muestras, siendo M_s inferior a M,

las muestras \hat{x}_n , para n comprendida entre 0 y $(M/2-Ms/2)$, $n=0$ correspondiente al inicio de una trama en curso de decodificación, vienen dadas por una combinación de dos términos ponderados del tipo:

$$\hat{x}_n = w_{1,n} \tilde{l}_n + w_{2,n} s_{M-1-n}, \text{ en donde :}$$

- \tilde{l}_n son valores (v1) derivados de la trama precedente T_i ,
- s_{M-1-n} son muestras (b) ya decodificadas utilizando ventanas de síntesis cortas aplicadas a la trama dada T_{i+1} y
- $w_{1,n}$ y $w_{2,n}$ son funciones de ponderación, cuyos valores tomados en función de n pueden tabularse y almacenarse en la memoria del decodificador.

Si no es así, para n comprendida entre $(M/2-Ms/2)$ y $(M/2+Ms/2)$, las muestras x_n vienen dadas por una combinación de dos términos ponderados del tipo:

$$\hat{x}_n = w'_{1,n} \tilde{s}_m + w'_{2,n} \tilde{l}_n, \text{ con } m = n - M/2 + Ms/2,$$

- \tilde{l}_n son valores v1 derivados de la trama precedente T_i ,
- \tilde{s}_m son valores v2 derivados de la trama dada T_{i+1} y
- $w'_{1,n}$ y $w'_{2,n}$ son funciones de ponderación, cuyos valores tomados en función de n pueden ser también tabulados y almacenados en memoria del decodificador.

La presente invención permite, por lo tanto, ofrecer la transición entre ventanas con un retardo reducido en relación con la técnica anterior, conservando la propiedad de reconstrucción perfecta de la transformada. Este método se puede aplicar con todos los tipos de ventanas (ventanas no simétricas y ventanas de análisis y síntesis diferentes) y para diferentes transformadas y bancos de filtros.

Los tratamientos de compensación anteriormente presentados, en el caso de una transición de una ventana larga hacia una ventana de magnitud más corta, se extienden naturalmente y de forma análoga al caso de una transición desde una ventana corta a una ventana de magnitud superior. En este caso, la ausencia de ventana de transición corta-larga se puede compensar en el decodificador por una ponderación análoga al caso anteriormente presentado.

La invención se aplica, entonces a cualquier codificador por transformada, en particular los previstos para aplicaciones conversacionales interactivas, como en la norma MPEG-4 "AAC - Low Delay", pero también a transformadas diferentes de las transformadas MDCT, en particular las transformadas antes citadas ELT ("*Extended Lapped Transform*") y sus extensiones bi-ortogonales.

Sin embargo, en el caso de una transformada de tipo ELT en particular, fue observado que los términos de retracción temporal debidos a la modulación (v1) se pueden combinar con términos de retracción temporal procedentes del pasado. Así, el tratamiento correctivo presentado anteriormente tiene en cuenta un fenómeno de influencia (o "*aliasing*") de futuras muestras. Por el contrario, el desarrollo presentado a continuación tiene en cuenta también componentes pasadas con el fin de anularlas para obtener una reconstrucción perfecta, al menos en ausencia de cuantificación. Por lo tanto, se propone definir aquí una función de ponderación suplementaria que, asociada a la señal pasada sintetizada permite suprimir los términos de retracción temporal.

A continuación se toma como ejemplo de transformada ELT, la descrita en el documento: "*Modulated Filter Banks with Arbitrary System Delay: Efficient Implementations and the Time-Varying Case*", Gerald D. T. Schuller, Tanja Karp, IEEE Transactions on Signal Processing, Vol. 48, N° 3 (Marzo 2000).

El ejemplo de realización siguiente propone, dentro del marco de la presente invención, un paso, sin transición, entre una ventana larga (por ejemplo, de 2048 muestras) y una ventana corta (por ejemplo de 128 muestras).

* *Transformada con ventana larga (K=4, M=512)*

Se trata de una transformada de retardo pequeño, cuya ventana es magnitud $KM=2048$ y cuyo análisis se escribe bajo la forma:

$$X_{t,k} = -2 \cdot \sum_{n=-2M}^{2M-1} z_{t,n}^a \cos\left(\frac{\pi}{M}\left(n - \frac{M}{2} + \frac{1}{2}\right)\left(k + \frac{1}{2}\right)\right), \text{ para } 0 \leq k \leq M-1,$$

5 - siendo M el número de componentes espectrales obtenidos,

- $z_{t,n}^a = w_{LD}(2M-1-n) \cdot x_{n+tM}$, para $-2M \leq n \leq 2M-1$, siendo la notación de la señal de entrada en ventana y

10

- $w_{LD}(n) = w_L^s(n)$ siendo la notación de la ventana de síntesis larga.

En la Figura 7 se ha ilustrado esta ventana de síntesis larga para el caso de una transformada ELT con $M=512$ componentes y un coeficiente de solapamiento $K=4$.

15

La transformada inversa se escribe:

$$x_{n+tM}^{inv} = -\frac{1}{M} \sum_{k=0}^{M-1} X_{t,k} \cos\left(\frac{\pi}{M}\left(n - \frac{M}{2} + \frac{1}{2}\right)\left(k + \frac{1}{2}\right)\right), \text{ para } 0 \leq n \leq 4M-1$$

20 y la señal reconstruida x_{n+tM} se obtiene mediante adición de solapamiento de cuatro elementos ($K=4$):

$$x_{n+tM} = z_{t,n} + z_{t-1,n+M} + z_{t-2,n+2M} + z_{t-3,n+3M}, \text{ para } 0 \leq n \leq M-1$$

$$\text{y } z_{t,n} = w_{LD}(n) \cdot x_{n+tM}^{inv}$$

Conviene señalar que la ventana de síntesis se define como sigue:

25

$$w_L^s(n) = w_{LD}(n), \text{ para } 0 \leq n \leq 4M-1,$$

mientras que la ventana de análisis se define a partir de la ventana de síntesis por inversión del orden de las muestras, o sea:

30

$$w_L^a(n) = w_{LD}(4M-1-n), \text{ para } 0 \leq n \leq 4M-1.$$

* Transformada con ventana corta ($K=2, M_s=64$)

35 La transformada de análisis se escribe, en el caso de una ventana corta, bajo la forma:

$$X_{t,k} = -2 \cdot \sum_{n=0}^{2M_s-1} z_{t,n}^a \cos\left(\frac{\pi}{M_s}\left(n - \frac{M_s}{2} + \frac{1}{2}\right)\left(k + \frac{1}{2}\right)\right), \text{ para } 0 \leq k \leq M_s-1$$

con:

40

- $z_{t,n}^a = w_S(2M_s-1-n) \cdot x_{n+tM_s}$, para $0 \leq n \leq 2M_s-1$, como señal de entrada en ventana y

- $w_S(n)$, como ventana corta de síntesis.

45 La transformada inversa se escribe:

$$x_{n+tM_s}^{inv} = -\frac{1}{M_s} \sum_{k=0}^{M_s-1} X_{t,k} \cos\left(\frac{\pi}{M_s}\left(n - \frac{M_s}{2} + \frac{1}{2}\right)\left(k + \frac{1}{2}\right)\right), \text{ para } 0 \leq n \leq 2M_s-1$$

y la señal reconstruida x_{n+tM} se obtiene por adición de solapamiento de dos elementos ($\kappa_s = 2$):

$$x_{n+tM_s} = z_{t,n} + z_{t-1,n+M_s}, \text{ para } 0 \leq n \leq M_s - 1$$

$$\text{y } z_{t,n} = w_s(n) \cdot x_{n+tM_s}^{inv}$$

5 En esta notación, t es el índice de la trama corta y las ventanas de análisis y de síntesis son idénticas, puesto que son simétricas, con:

$$w_a(n) = w_s(n) = \text{sen} \left[\frac{\pi}{2M_s} (n + 0.5) \right], \quad 0 \leq n < 2M_s$$

10 * Expresiones de las funciones de ponderación

En este modo de realización, para:

- 15 - una trama que presenta M muestras,
- una ventana larga que presenta $4M$ muestras,
- una ventana corta que presenta $2M_s$ muestras, siendo M_s inferior a M ,

20 para n comprendida entre 0 y $M/2 - M_s/2$ ($n=0$ correspondiente al inicio de una trama en curso de decodificación), las muestras Jc_n vienen dadas por una combinación de cuatro términos ponderados del tipo:

$$\hat{x}_n = w_{1,n} \tilde{l}_n + w_{2,n} s_{M-1-n} + w_{3,n} s_{n-2M} + w_{4,n} s_{-M-1-n}, \text{ con } 0 \leq n < M/2 - M_s/2, \text{ en donde:}$$

- 25 - \tilde{x}_n representa las muestras decodificadas (que corresponden a las muestras iniciales x_n si la codificación/decodificación es de reconstrucción perfecta),
- 30 - la notación $\tilde{l}_n = \tilde{z}_{t,n+M} + \tilde{z}_{t-1,n+2M} + \tilde{z}_{t-2,n+3M}$ designa lo que correspondería a muestras que hubieran sido incompletamente decodificadas de la trama (T_i) que precede a la trama dada (T_{i+1}) (aplicación de una transformación inversa), utilizando una ventana de síntesis larga con adición a los elementos de memoria precedentes $\tilde{z}_{t-1,n+2M} + \tilde{z}_{t-2,n+3M}$ sin corrección de la trama T_i ,
- 35 - s_n representa las muestras completamente decodificadas con la ayuda de la sucesión de ventanas corta de síntesis FCS de la trama T_{i+1} (para las muestras de índice n tal como $M/2 + M_s/2 \leq n < M$) y las muestras completamente decodificadas de las tramas precedentes (denominadas entonces s_{n-2M} para $0 \leq n < M$, lo que equivale a $\{s_{-2M}, s_{-2M+1}, \dots, s_{-M-1}\}$) y
- 40 - $w_{1,n}$, $w_{2,n}$, $w_{3,n}$ y $w_{4,n}$ son funciones de ponderación, cuyos valores tomados en función de n se pueden tabular y almacenar en memoria del decodificador o calcularse en función de las ventanas de análisis y de síntesis largas y cortas.

45 En una forma de realización preferida, se puede elegir como funciones de ponderación las expresiones siguientes, en particular con miras a asegurar la reconstrucción perfecta:

para $0 \leq n < M/2 - M_s/2$

$$- w_{1,n} = \frac{1}{h(M+n) \cdot h(M-1-n)}$$

$$- w_{2,n} = \frac{h(n)}{h(M-n-1)}$$

$$- w_{3,n} = -\frac{h(n)h(4M-1-n)}{h(M+n) \cdot h(M-1-n)}$$

$$- w_{4,n} = -\frac{h(n)h(3M+n)}{h(M+n) \cdot h(M-1-n)}$$

5 Se observará que las formas de $w_{3,n}$ y $w_{2,n}$ son algo diferentes de las expuestas anteriormente en el caso de la transformada MDCT. En efecto, los filtros ya no son simétricos (de modo que el término h^2 desaparece) y los términos de modulación son cambiados, lo que explica el cambio de signo.

A continuación, siempre en este ejemplo de realización, para n comprendida entre $M/2-Ms/2$ y $M/2+Ms/2$, las muestras \hat{x}_n vienen dadas por una combinación de cuatro términos ponderados del tipo:

$$10 \quad \hat{x}_n = w'_{1,n} \tilde{l}_n + w'_{2,n} \tilde{s}_m + w'_{3,n} s_{n-2M} + w'_{4,n} s_{-M-1-n},$$

con $m = n - M/2 + Ms/2$ et $M/2 - Ms/2 \leq n < M/2 + Ms/2$.

Según las mismas notaciones:

- 15
- \tilde{l}_n son las muestras incompletamente decodificadas de la trama T_i que precede a la trama dada T_{i+1} ,
 - \tilde{s}_m son muestras incompletamente decodificadas de la primera ventana corta de la trama dada T_{i+1} y
 - 20 - s_n representa las muestras completamente decodificadas para las tramas precedentes (T_{i-1} , T_{i-2} , ...) y
 - $w'_{1,n}$, $w'_{2,n}$, $w'_{3,n}$ y $w'_{4,n}$ son funciones de ponderación cuyos valores tomados en función de n pueden también tabularse y almacenarse en memoria del decodificador o calcularse en función de las ventanas de análisis y de síntesis largas y cortas.
- 25

En una forma de realización preferida, se puede elegir funciones de ponderación según las formas siguientes con el fin de garantizar la reconstrucción perfecta:

30 para $M/2 - Ms/2 \leq n < M/2 + Ms/2$, $m = n - M/2 + Ms/2$,

$$- w'_{1,n} = \frac{\frac{h_s(Ms-1-m)}{h(M+n)}}{h(M-1-n)h_s(Ms-1-m) + h(n)h_s(m)}$$

$$- w'_{2,n} = \frac{h(n) - \frac{h_s(m)h_s(Ms-1-m)}{h(M+n)}}{h(M-1-n)h_s(Ms-1-m) + h(n)h_s(m)}$$

$$- w'_{3,n} = -h(n)h(4M - 1 - n) \frac{h_s(Ms - 1 - m)}{h(M + n)} \frac{1}{h(M - 1 - n)h_s(Ms - 1 - m) + h(n)h_s(m)}$$

$$- w'_{4,n} = -h(n)h(3M + n) \frac{h_s(Ms - 1 - m)}{h(M + n)} \frac{1}{h(M - 1 - n)h_s(Ms - 1 - m) + h(n)h_s(m)}$$

Así, en este modo de realización, en el momento de una transición entre ventana larga y ventana corta, la señal se reconstruye a partir de la combinación:

- 5
- de una versión ponderada de las muestras reconstruidas a partir de las ventanas cortas,
 - de una versión ponderada de las muestras parcialmente reconstruidas a partir de la ventana larga (que integra los términos de memoria $z_{t-1,n+2M} + z_{t-2,n+3M}$),
- 10
- y de una versión ponderada de una combinación de las muestras de la señal sintetizada pasada.

En una variante de este modo de realización, se observará que las funciones w'_{3n} y $w'_{4,n}$ difieren poco una de la otra. Solamente los términos $h(4M - 1 - n)$ y $h(3M + n)$ difieren en su expresión. Un modo de realización puede, por ejemplo, consistir en preparar los términos $h(4M - 1 - n)s_{n-2M} + h(3M + n)s_{n-1-n}$, y luego, ponderar el resultado mediante una función que se expresa por:

$$w''_{3-4,n} = -h(n) \frac{h_s(Ms - 1 - m)}{h(M + n)} \frac{1}{h(M - 1 - n)h_s(Ms - 1 - m) + h(n)h_s(m)}$$

20 y que corresponde, por lo tanto, a las funciones $w'_{3,n}$ y $w'_{4,n}$ de las que se ha eliminado las contribuciones de los términos $h(4M - 1 - n)$ y $h(3M + n)$.

Este mismo principio se aplica, de forma análoga, a $w_{3,n}$ y $w_{4,n}$.

25 En otra variante, la memoria de síntesis es ponderada. En una forma de realización preferida, esta ponderación puede ser una puesta a cero de las memorias de síntesis, de modo que las muestras incompletamente reconstruidas, a partir de la ventana larga, sean añadidas a una memoria $z_{t-1,n+2M} + z_{t-2,n+3M}$ ponderada. En este caso, la ponderación aplicada a la señal sintetizada pasada puede ser diferente.

30 En las Figuras 9 y 10 se han representado las formas características de las funciones de ponderación w y w' obtenidas en el modo de realización expuesto anteriormente. En particular, haciendo referencia a los valores en ordenadas de estos gráficos, parece ser que las funciones $w'_{3,n}$ y $w'_{4,n}$ representadas en la Figura 10, pueden ser despreciadas (habida cuenta de sus valores tomados) con respecto a las funciones $w'_{1,n}$ y $w'_{2,n}$ representadas en la Figura 9. Los términos en los cuales intervienen las funciones $w'_{3,n}$ y $w'_{4,n}$ podrían, por lo tanto, omitirse en la suma

35 \tilde{x}_n que fue anteriormente dada, con miras a la reconstrucción de la señal \tilde{x}_n . Esta omisión traería consigo un pequeño error de reconstrucción.

En una variante destinada a conseguir una mayor simplicidad de tratamiento, también se constata que $w'_{3,n}$ y $w'_{4,n}$ son muy similares. Por lo tanto, podría estar previsto no utilizar más que una combinación de estas dos ponderaciones, por ejemplo, una media de las dos funciones, con el fin de ganar en tiempo de cálculo.

40

La comparación de las Figuras 8 (que representan la apariencia de las funciones de ponderación $w_{1,n}$ y $w_{2,n}$) y 12 (que representa la apariencia de las funciones de ponderación $w_{3,n}$ y $w_{4,n}$) recurre a las mismas observaciones para las funciones $w_{3,n}$ y $w_{4,n}$ con respecto a las funciones $w_{1,n}$ y $w_{2,n}$.

45

Por lo tanto, se podrán simplificar las expresiones precedentes de \tilde{x}_n :

en $\hat{x}_n = w_{1,n}\tilde{l}_n + w_{2,n}s_{M-1-n}$ [1], si las ponderaciones para las funciones $w_{3,n}$ y $w_{4,n}$ son omitidas,

o en $\hat{x}_n = w_{1,n}\tilde{l}_n + w_{2,n}s_{M-1-n} + w_{3-4,n}(s_{n-2M} + s_{-M-1-n})$ [2],

5 con, por ejemplo $w_{3-4,n} = \frac{1}{2}(w_{3,n} + w_{4,n})$ o cualquier otra combinación lineal de estas dos funciones, que daría lugar a un error de reconstrucción moderado.

10 Conviene señalar que la omisión de las ponderaciones por las funciones $w_{3,n}$ y $w_{4,n}$ da lugar a un error de reconstrucción de una potencia de 84 dB bajo la señal y que la utilización de una simple combinación lineal (media de estas funciones, por ejemplo) trae consigo, por sí misma un error de 96 dB bajo la señal lo que, tanto en un caso como en otro, es ya muy satisfactorio para aplicaciones de audio. Se indica que una reconstrucción perfecta permite actualmente medir en la práctica una potencia de error de 120 a 130 dB bajo la señal.

15 Además, al no utilizar los términos de memoria s_{n-2M} y s_{-M-1-n} en la ponderación [1] permite evitar el escalonamiento de ruido de cuantificación procedente del pasado. Por lo tanto, se intercambia una reconstrucción imperfecta en ausencia de cuantificación contra una limitación de ruido de cuantificación cuando la señal está codificada *in fine*.

20 Se observa, además, que, en el soporte temporal 0-128 (Figuras 8 y 12), las funciones de ponderación tienen las formas particulares:

$$\begin{cases} w_{1,n} = 1 \\ w_{2,n} = 0 \\ w_{3,n} = 0 \\ w_{4,n} = 0 \end{cases}$$

25 Esta observación se explica por la forma de la ventana $h\{n\}$ (Figura 7) que presenta, en el ejemplo descrito, una primera parte de amplitud nula entre 0 y 128. En consecuencia, en este ejemplo, es preferible, en términos de complejidad, descomponer la primera reconstrucción en dos fases:

en $\hat{x}_n = \tilde{l}_n$, para $0 \leq n < 128$
 y $\hat{x}_n = w_{1,n}\tilde{l}_n + w_{2,n}s_{M-1-n} + w_{3,n}s_{n-2M} + w_{4,n}s_{-M-1-n}$, para $128 \leq n < M/2 - Ms/2 = 224$.

30 En una realización de estructura algorítmica ventajosa, las funciones de ponderación $w_{1,n}$ y $w_{2,n}$ (Figura 11), de una parte y $w_{3,n}$ y $w_{4,n}$ (Figura 12) de otra parte, se pueden definir en todo el intervalo desde 0 a $(M+Ms)/2$, según se expone a continuación.

35 En una primera etapa, se calcula de 0 a $(M+Ms)/2$, una expresión primaria (denominada \tilde{x}_n) de la señal \hat{x}_n a reconstruir, como sigue:

* $\tilde{x}_n = w_{1,n}\tilde{l}_n + w_{3,n}s_{n-2M} + w_{4,n}s_{-M-1-n}$ (de donde el cálculo de la función $w_{1,n}$, ilustrada en toda la gama de n comprendida entre 0 y $M/2+Ms/2$ en la Figura 11, así como funciones $w_{3,n}$ y $w_{4,n}$ calculadas en esta misma gama e ilustradas en la Figura 12).

A continuación, para n comprendida entre 0 y $M/2-Ms/2$ ($n=0$ correspondiente al inicio de una trama en curso de decodificación) se plantea:

45 * $\hat{x}_n = \tilde{x}_n + w_{2,n}s_{M-1-n}$ où $w_{2,n}$ que corresponde al inicio de la curva con referencia $w_{2,n}$ en la Figura 11 (antes de la abscisa 224),

y para n comprendida entre $M/2-Ms/2$ y $M/2+Ms/2$, se plantea:

$$\hat{x}_n = \tilde{x}_n + w'_{2,n} \tilde{s}_m, \text{ con } m = n - M/2 + Ms/2 \text{ y } M/2 - Ms/2 \leq n < M/2 + Ms/2, \text{ y en donde } w'_{2,n}$$

que corresponde al final de la curva referenciada $w_{2,n}$ en la Figura 11 (después de la abscisa 224).

5

Esta distinción de tratamiento particular para la ponderación de las funciones $w_{2,n}$ y $w'_{2,n}$ se explica como sigue.

Para cada función $w_{1,n}$ y $w_{3,n}$ y $w_{4,n}$ es posible solamente utilizar una variación entre 0 y $M/2 + Ms/2$. Por el contrario, para las funciones $w_{2,n}$ y $w'_{2,n}$.

10

- la función $w_{2,n}$ pondera las muestras completamente decodificadas,
- mientras que la función $w'_{2,n}$ pondera muestras incompletamente decodificadas.

15

Por otro lado, se observará una “inversión temporal” del tratamiento para la ponderación $w_{2,n}$ solamente (índice de s en $-n$) y no para la ponderación $w'_{2,n}$.

20

Así, para resumir, mediante términos genéricos, este desarrollo que permite reducir la influencia de las muestras pasadas, para la decodificación completa de las muestras, en el momento de una transición de una ventana larga (con un solapamiento $K > 2$) hacia una ventana corta (con un solapamiento $K' < K$), las muestras decodificadas se obtienen mediante la combinación de al menos dos términos ponderados que hacen intervenir la señal de síntesis pasada.

REIVINDICACIONES

1. Método de decodificación, por transformada, de una señal representada por una sucesión de tramas que han sido codificadas utilizando al menos dos tipos de ventanas de ponderación, de longitudes respectivas distintas, en donde, en caso de recepción de una información de paso desde una ventana larga a una ventana corta y para compensar una transición directa desde la ventana larga a la ventana corta:

- se determina (63) muestras (b) a partir de una decodificación aplicando un tipo de ventana de síntesis corta (61) a una trama dada (T'_{i+1}) que fue codificada utilizando una ventana de análisis corta y
- se obtienen muestras complementarias (67, 69):
 - decodificando parcialmente (DCT^{-1}) una trama (T'_i) que precede a la trama dada y que fue codificada utilizando un tipo de ventana de análisis larga y
 - aplicando una combinación de al menos dos valores:
 - procedentes de muestras, respectivamente, de la trama dada (T'_{i+1}) y de al menos una trama (T'_i) que precede a la trama dada (T'_{i+1}),
 - y ponderadas mediante funciones de ponderación respectivas ($w_{1,n}$, $w_{2,n}$; $w'_{1,n}$, $w'_{2,n}$) tabuladas y almacenadas en memoria de un decodificador.

2. Método según la reivindicación 1, caracterizado porque:

- se determina primero (63) las muestras (b) derivadas de la trama dada (T'_{i+1}) y
- se deduce de ello (65-67) muestras (a) que corresponden temporalmente al inicio de la trama precedente (T'_i), siendo estas muestras resultado de una decodificación que aplica una ventana de síntesis larga.

3. Método según la reivindicación 2, en donde:

- una trama presenta M muestras,
- una ventana larga presenta $2M$ muestras,
- una ventana corta presenta $2M_s$ muestras, siendo M_s inferior a M ,

caracterizado porque las muestras \hat{x}_n , para n comprendido entre 0 y $(M/2-M_s/2)$ correspondiendo $n=0$ al inicio de una trama en curso de decodificación, vienen dadas por una combinación de dos términos ponderados del tipo:

$$\hat{x}_n = w_{1,n} \tilde{l}_n + w_{2,n} s_{M-1-n}, \text{ en donde:}$$

- \tilde{l}_n son valores (v_1) derivados de la trama precedente (T'_i),
- s_{M-1-n} son muestras (b) ya decodificadas utilizando ventanas de síntesis cortas aplicadas a la trama dada (T'_{i+1}) y
- $w_{1,n}$ y $w_{2,n}$ son funciones de ponderación cuyos valores tomados, en función de n , son tabulados y almacenados en la memoria del decodificador.

4. Método, según una de las reivindicaciones 1 a 3, en donde:

- una trama presenta M muestras,
- una ventana larga presenta $2M$ muestras,
- una ventana corta presenta $2M_s$ muestras, siendo M_s inferior a M ,

caracterizado porque las muestras \hat{x}_n , para n comprendida entre $(M/2-Ms/2)$ y $(M/2+Ms/2)$, correspondiendo $n=0$ al inicio de una trama en curso de decodificación, vienen dadas por una combinación de dos términos ponderados del tipo:

5
$$\hat{x}_n = w'_{1,n} \tilde{s}_m + w'_{2,n} \tilde{l}_n, \text{ con } m = n - M/2 + Ms/2, \text{ en donde:}$$

- \tilde{l}_n son valores (v1) derivados de la trama precedente (T'_i),

10 - \tilde{s}_m son valores (v2) derivados de la trama dada (T'_{i+1}) y

- $w'_{1,n}$ y $w'_{2,n}$ son funciones de ponderación cuyos valores tomados, en función de n , son tabulados y almacenados en la memoria del decodificador.

15 **5.** Método según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque, para una decodificación de tramas codificadas por una codificación por transformada con solapamiento, con miras a reducir una influencia de muestras pasadas, la señal a decodificar se reconstruye a partir de una combinación entre:

- 20 - una ponderación de muestras reconstruidas a partir de ventanas cortas,
 - una ponderación de muestras parcialmente reconstruidas a partir de una ventana larga y
 - una ponderación de muestras de la señal decodificada pasada.

25 **6.** Método según la reivindicación 5, caracterizado porque, con:

- una trama que presenta M muestras,
 - una ventana larga que presenta $4M$ muestras,
 30 - una ventana corta que presenta $2Ms$ muestras, siendo Ms inferior a M

para un índice de muestra n comprendida entre 0 y $M/2-Ms/2$, correspondiendo $n=0$ al inicio de una trama en curso de decodificación, las muestras \tilde{x}_n a decodificar vienen dadas por una combinación de cuatro términos ponderados del tipo:

35
$$\tilde{x}_n = w_{1,n} \tilde{l}_n + w_{2,n} s_{M-1-n} + w_{3,n} s_{n-2M} + w_{4,n} s_{-M-1-n}, \text{ con } 0 \leq n < M/2 - Ms/2, \text{ en donde:}$$

40 - la notación $\tilde{l}_n = z_{t,n+M} + z_{t-1,n+2M} + z_{t-2,n+3M}$ designa muestras incompletamente decodificadas de la trama (T'_i) que precede a la trama dada (T'_{i+1}) utilizando una ventana de síntesis larga con adición, sin corrección, a elementos de memoria precedentes denominados $z_{t-1,n+2M} + z_{t-2,n+3M}$, siendo el índice t un índice de trama,

45 - s_n representa muestras completamente decodificadas con la ayuda de una sucesión de ventanas cortas de síntesis (FCS) de la trama dada (T'_{i+1}), para $M/2 + Ms/2 \leq n < M$ y muestras completamente decodificadas de tramas precedentes ($T'_i, T'_{i-1}, T'_{i-2}, \dots$) para $-2M \leq n < M$ y

50 - $w_{1,n}$, $w_{2,n}$, $w_{3,n}$ y $w_{4,n}$ son, respectivamente, primera, segunda, tercera y cuarta funciones de ponderación dependientes del índice de muestra n y los valores tomados al menos por la primera y segunda funciones de ponderación $w_{1,n}$ y $w_{2,n}$, en función de n , son tabuladas y almacenadas en la memoria del decodificador.

7. Método, según una de las reivindicaciones 5 y 6, caracterizado porque, con:

- una trama que presenta M muestras,
- una ventana larga que presenta $4M$ muestras,
- una ventana corta que presenta $2M_s$ muestras, siendo M_s inferior a M ,

para n comprendida entre $M/2-M_s/2$ y $M/2+M_s/2$, las muestras \hat{x}_n a decodificar vienen dadas por una combinación de cuatro términos ponderados del tipo:

$$\hat{x}_n = w'_{1,n} \tilde{l}_n + w'_{2,n} \tilde{s}_m + w'_{3,n} s_{n-2M} + w'_{4,n} s_{-M-1-n}, \text{ donde:}$$

- \tilde{l}_n son muestras incompletamente decodificadas de la trama (T_i) que precede a la trama dada (T_{i+1}),
- \tilde{s}_m son muestras incompletamente decodificadas de la primera ventana corta de la trama dada (T_{i+1}), con $m = n - M/2 + M_s/2$,
- s_n representa las muestras completamente decodificadas de tramas precedentes ($T_i, T_{i-1}, T_{i-2}, \dots$),
- $w'_{1,n}, w'_{2,n}, w'_{3,n}$ y $w'_{4,n}$ son respectivamente, primera, segunda, tercera y cuarta funciones de ponderación dependientes de n y los valores tomados al menos por las primera y segunda funciones de ponderación $w'_{1,n}$ y $w'_{2,n}$, en función de n , son tabuladas y almacenadas en la memoria del decodificador.

8. Método según una de las reivindicaciones 6 a 7, caracterizado porque las contribuciones de las tercera y cuarta funciones de ponderación $(w_{3,n}, w_{4,n}; w'_{3,n}, w'_{4,n})$ son despreciadas en el cálculo de las muestras \hat{x}_n , de modo que solamente los valores tomados por la primera y segunda funciones de ponderación $(w_{1,n}, w_{2,n}; w'_{1,n}, w'_{2,n})$, en función de n , son tabuladas y almacenadas en la memoria del decodificador.

9. Método, según una de las reivindicaciones 6 y 7, caracterizado porque la tercera y cuarta funciones de ponderación $(w_{3,n}, w_{4,n}; w'_{3,n}, w'_{4,n})$ vienen dadas por una única función de ponderación $(w_{3-4,n}; w'_{3-4,n})$ que se deriva de una combinación lineal de dichas tercera y cuarta funciones de ponderación $(w_{3,n}, w_{4,n}; w'_{3,n}, w'_{4,n})$, de modo que solamente los valores tomados por la primera y segunda funciones de ponderación $(w_{1,n}, w_{2,n}; w'_{1,n}, w'_{2,n})$, así como los valores tomados por dicha única función de ponderación $(w_{3-4,n}; w'_{3-4,n})$ en función de n , son tabulados y almacenados en la memoria del decodificador.

10. Método según las reivindicaciones 6 y 7, caracterizado porque:

- se calcula para n , que varía de 0 a $(M+M_s)/2$, una expresión primaria \tilde{x}_n de la señal \tilde{x}_n a decodificar, según una combinación ponderada del tipo:

$$\tilde{x}_n = w_{1,n} \tilde{l}_n + w_{3,n} s_{n-2M} + w_{4,n} s_{-M-1-n},$$

- para n comprendida entre 0 y $M/2-M_s/2$, correspondiendo $n=0$ al inicio de una trama en curso de decodificación, se plantea:

$$* \hat{x}_n = \tilde{x}_n + w_{2,n} s_{M-1-n} \text{ y}$$

- para n comprendida entre $M/2 - Ms/2$ y $M/2 + Ms/2$ se plantea:

$$* \hat{x}_n = \tilde{x}_n + w'_{2,n} \tilde{s}_m, \text{ con } m = n - M/2 + Ms/2.$$

- 5 **11.** Decodificador por transformada, de una señal representada por una sucesión de tramas derivadas de un codificador que utilizan al menos dos tipos de ventanas de ponderación, de longitudes respectivas distintas, caracterizado porque presenta al menos:
- 10 - medios de recepción de una información de paso desde una ventana larga a una ventana corta y, para compensar una transición directa desde la ventana larga a la ventana corta:
- medios de determinación de muestras (b) a partir de una decodificación que aplica un tipo de ventana de síntesis corta (61) a una trama dada (T'_{i+1}) que fue codificada utilizando una ventana de análisis corta, así como:
- 15 - medios de obtención de muestras complementarias (67, 69) que son capaces de:
- decodificar parcialmente (DCT^{-1}) una trama (T'_i) que precede a la trama dada y que fue codificada utilizando un tipo de ventana de análisis larga y
 - aplicar una combinación de al menos dos valores:
 - derivados de muestras, respectivamente, de la trama dada (T'_{i+1}) y de al menos una trama (T'_i) que precede a la trama dada (T'_{i+1}),
 - 25 - y ponderados por funciones de ponderación respectivas $(w_{1,n}, w_{2,n}; w'_{1,n}, w'_{2,n})$, tabuladas y almacenadas en la memoria de un decodificador.
- 30 **12.** Programa informático, destinado a almacenarse en memoria de un decodificador por transformada, caracterizado porque comprende instrucciones para la puesta en práctica del método de decodificación según una de las reivindicaciones 1 a 10, cuando se ejecuta por un procesador de un tal decodificador.
- 13.** Decodificador por transformada, según la reivindicación 11, caracterizado porque comprende una memoria que almacena las instrucciones de un programa informático, según la reivindicación 12.

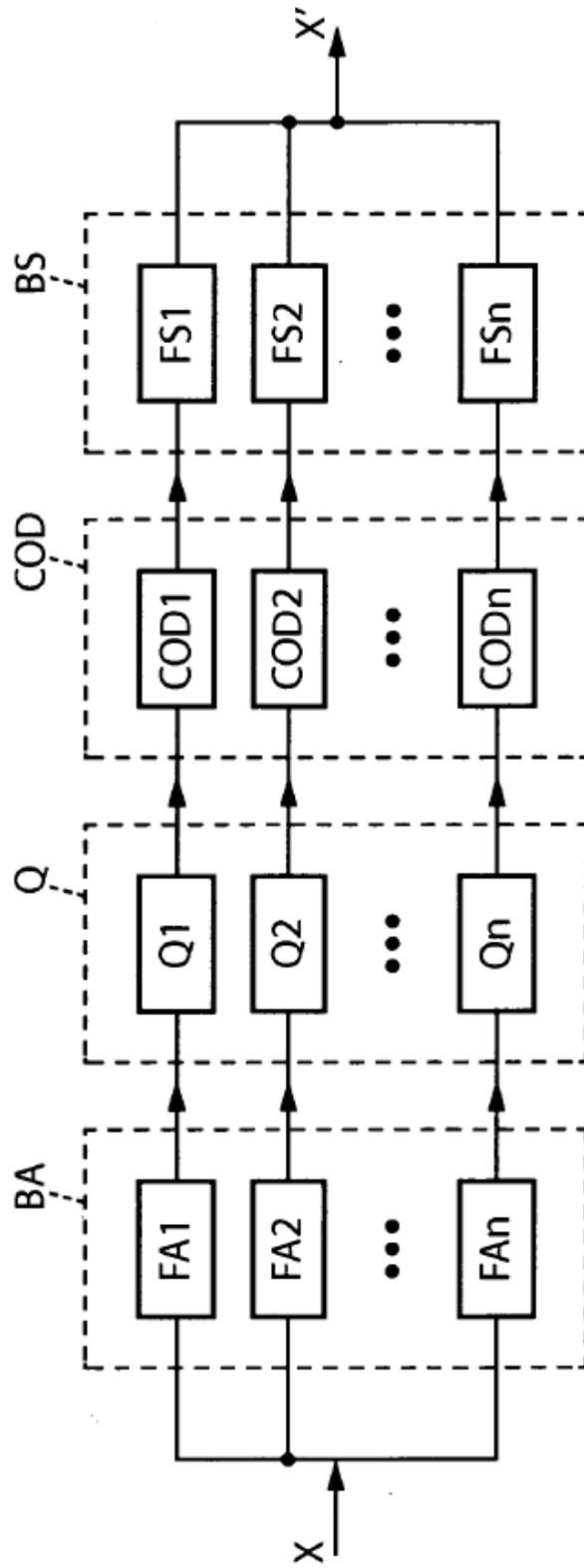


FIG. 1

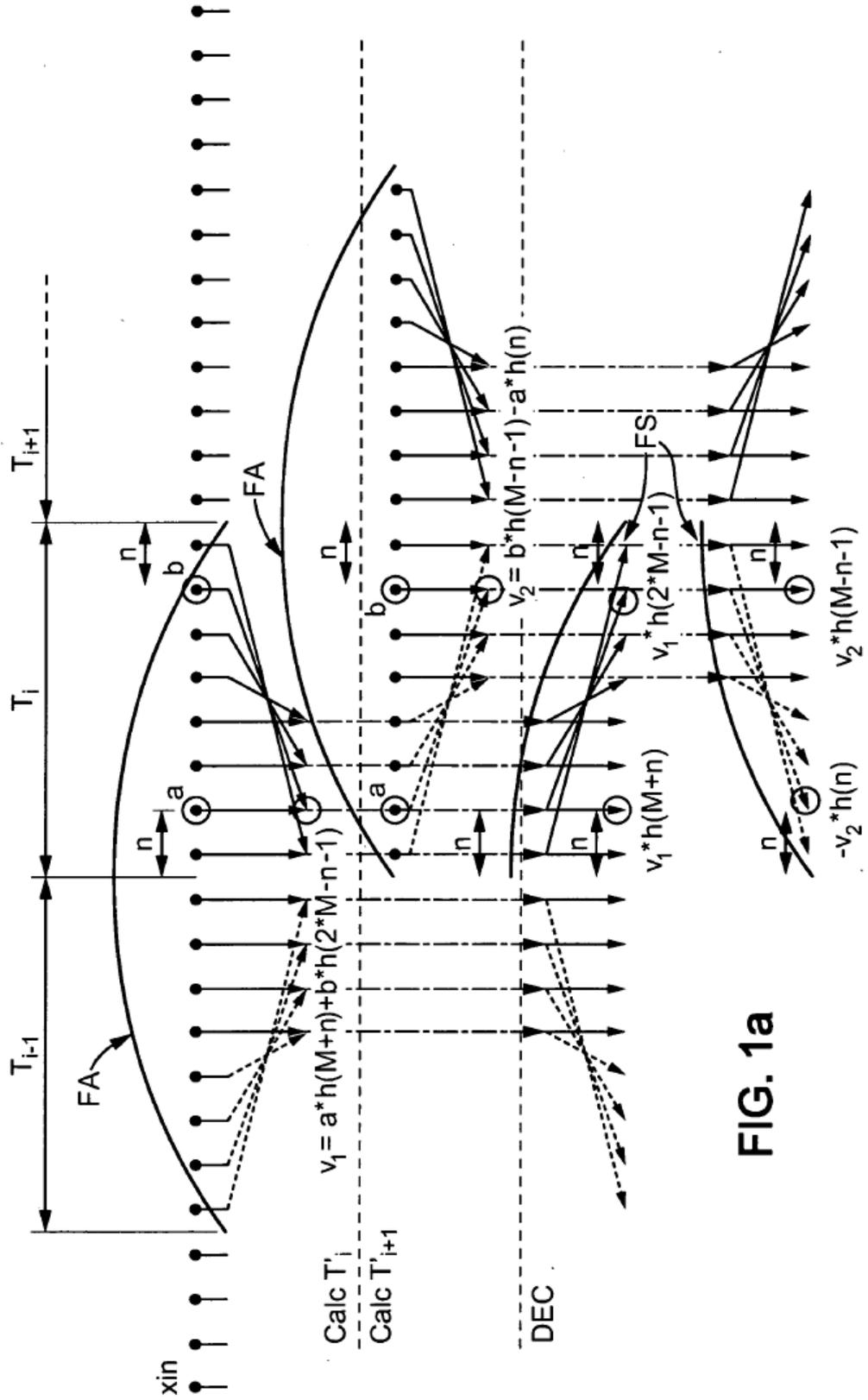


FIG. 1a

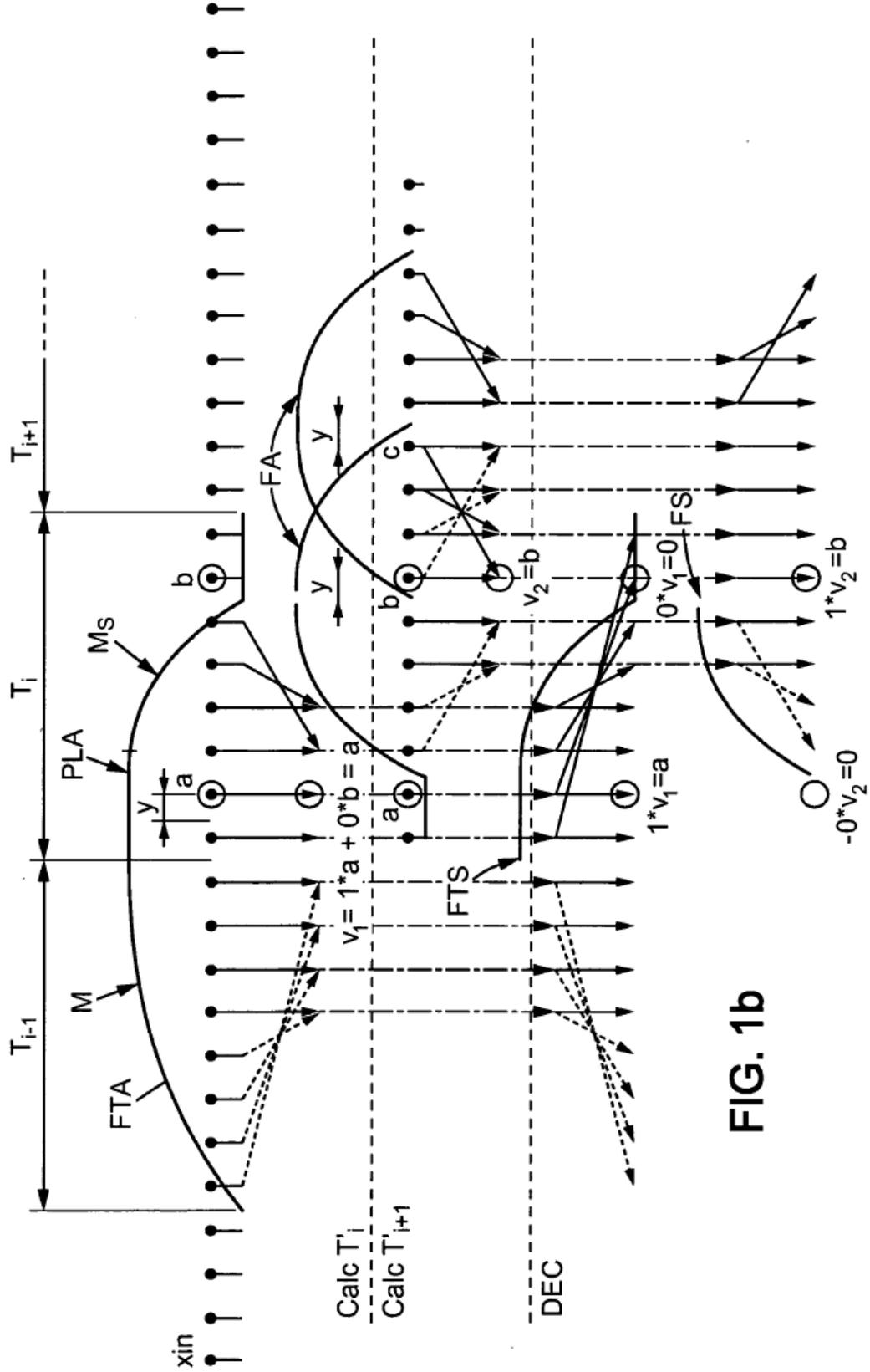


FIG. 1b

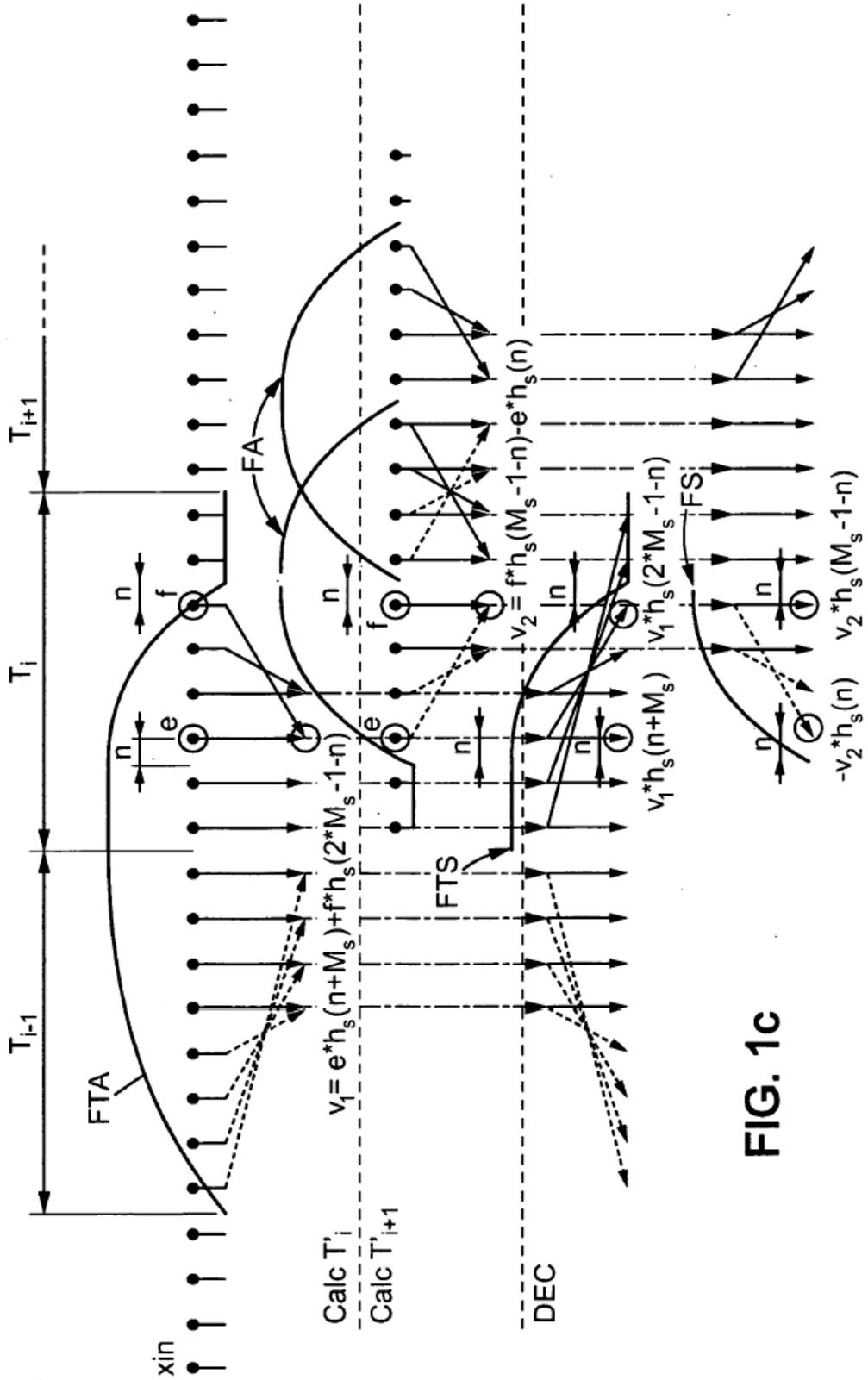


FIG. 1c

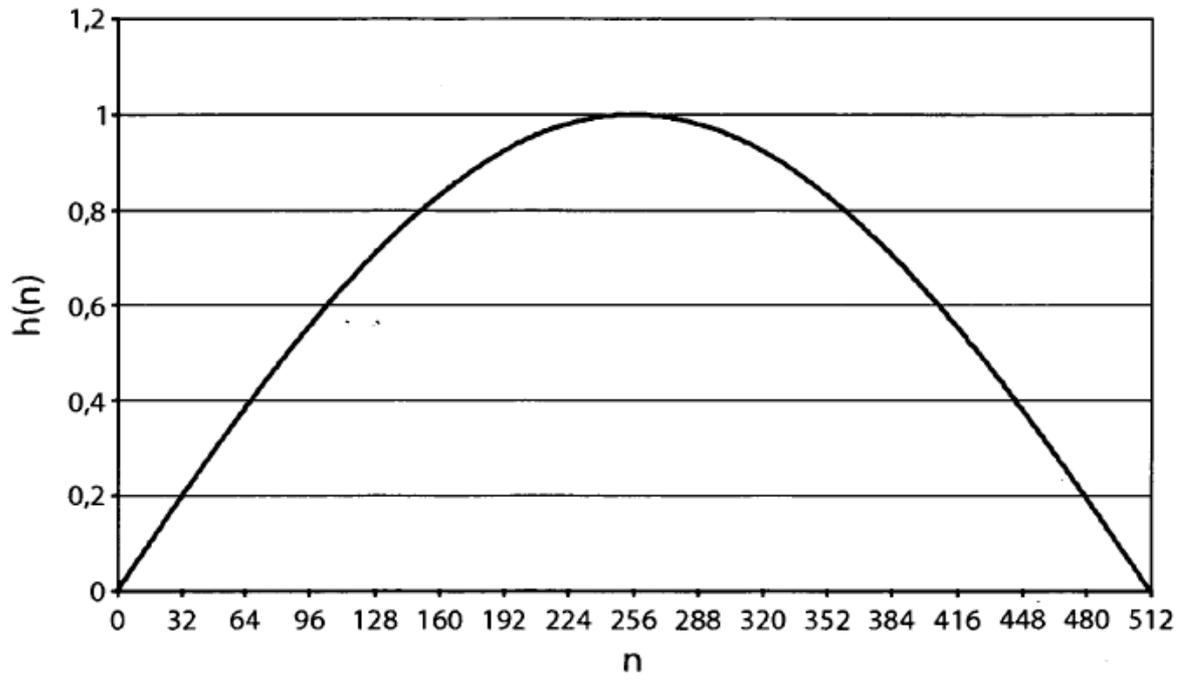


FIG. 2a

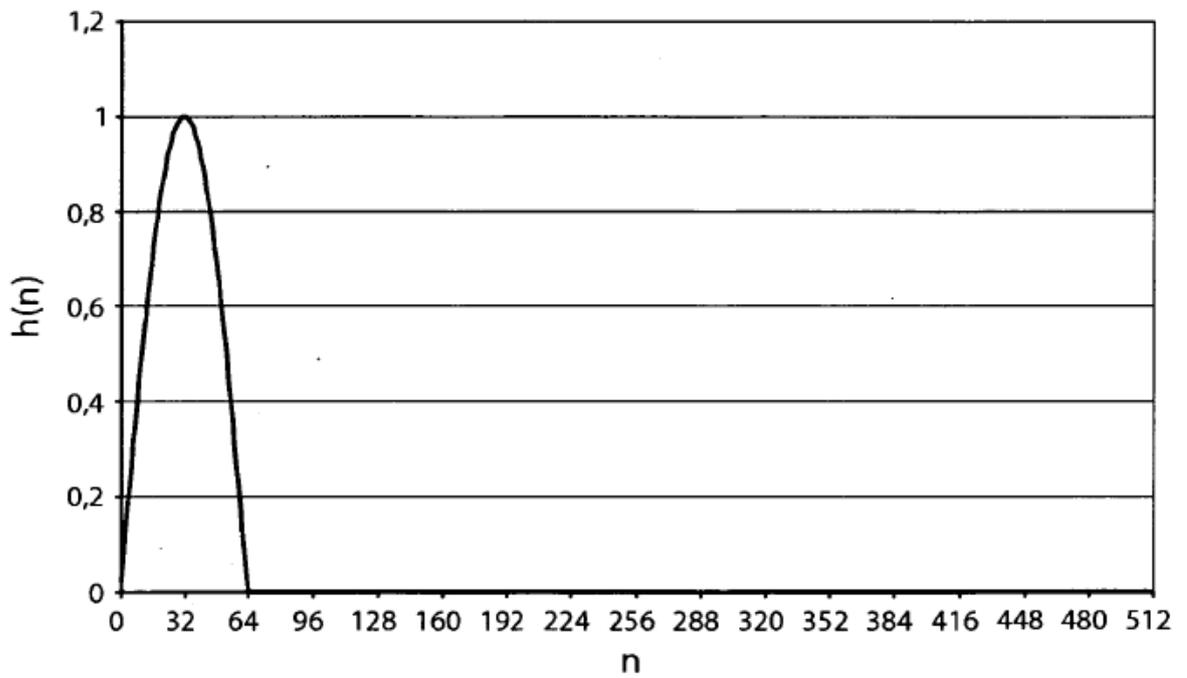


FIG. 2b

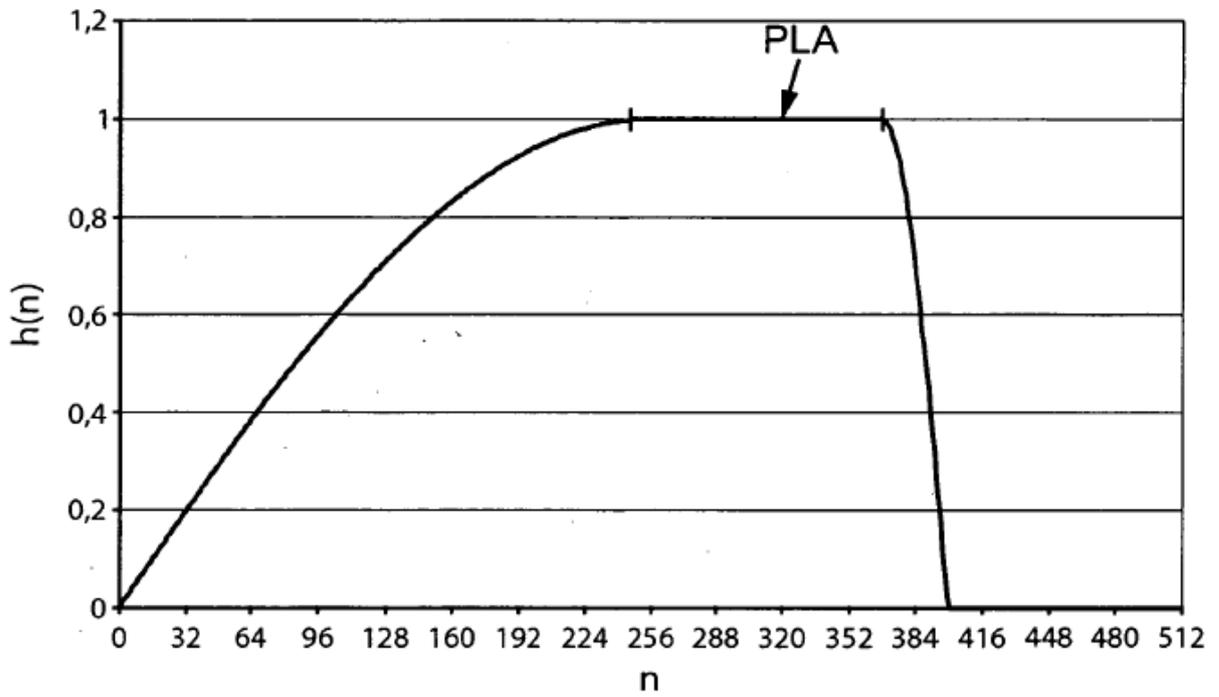


FIG. 2c

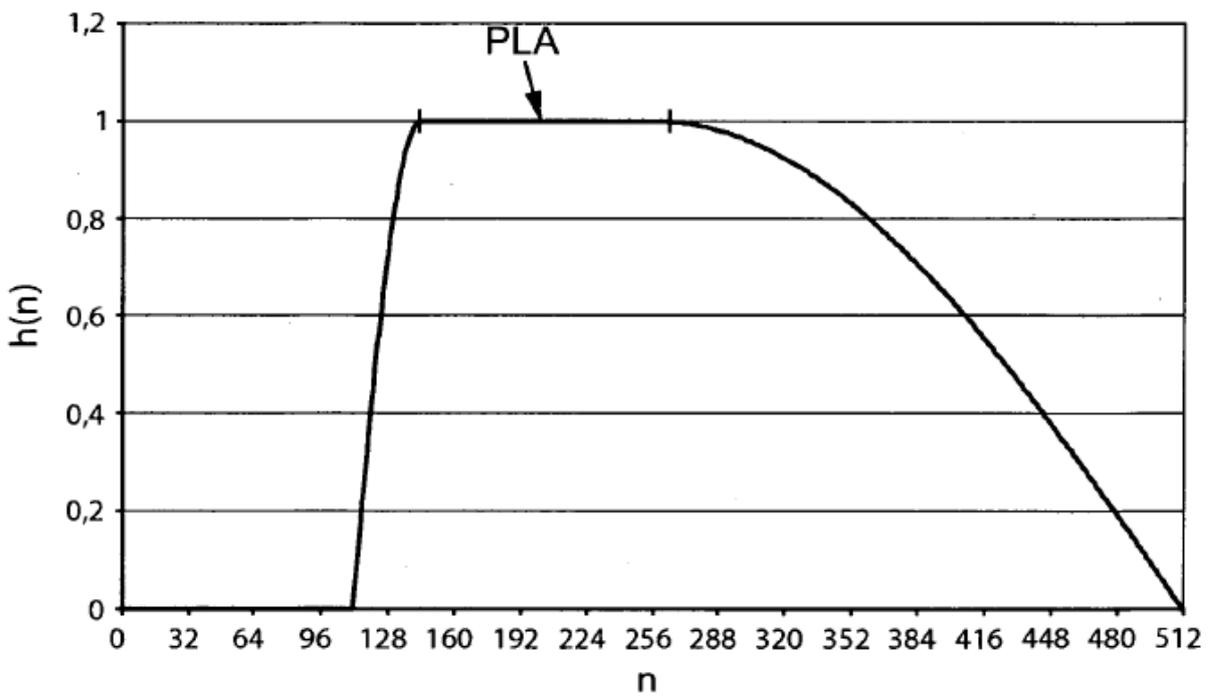


FIG. 2d

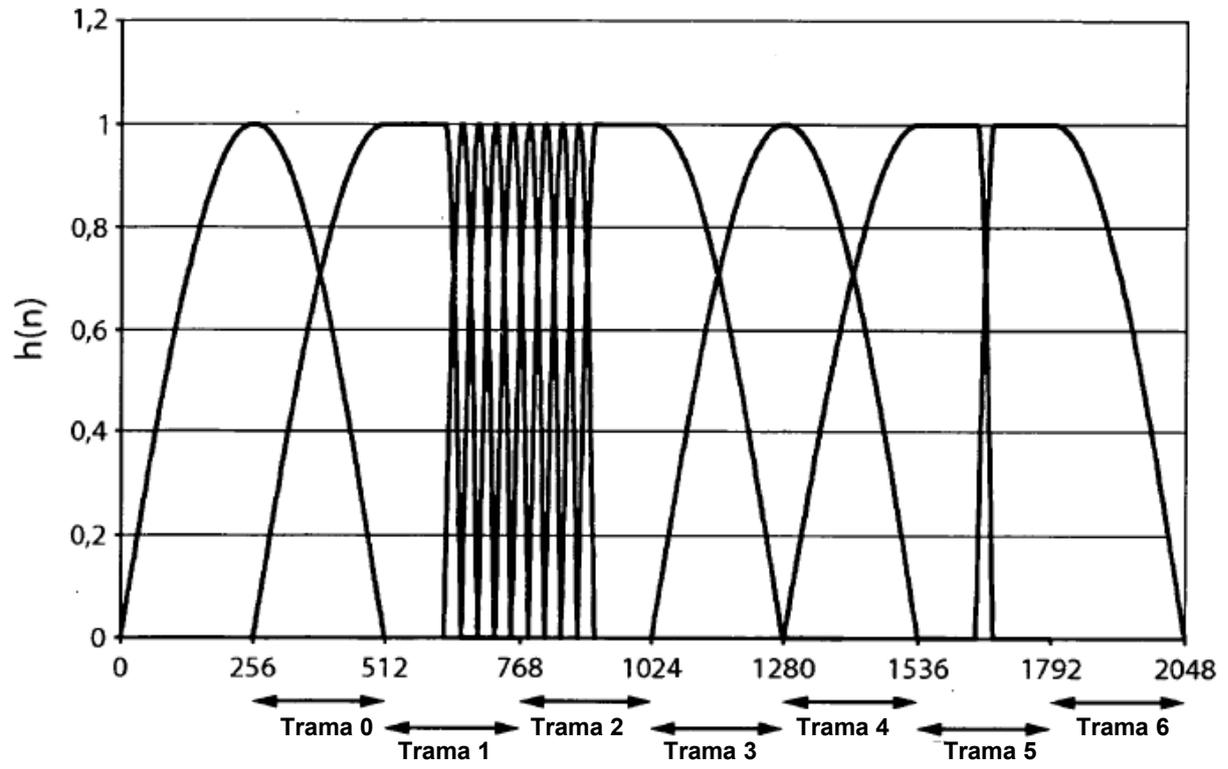


FIG. 2e

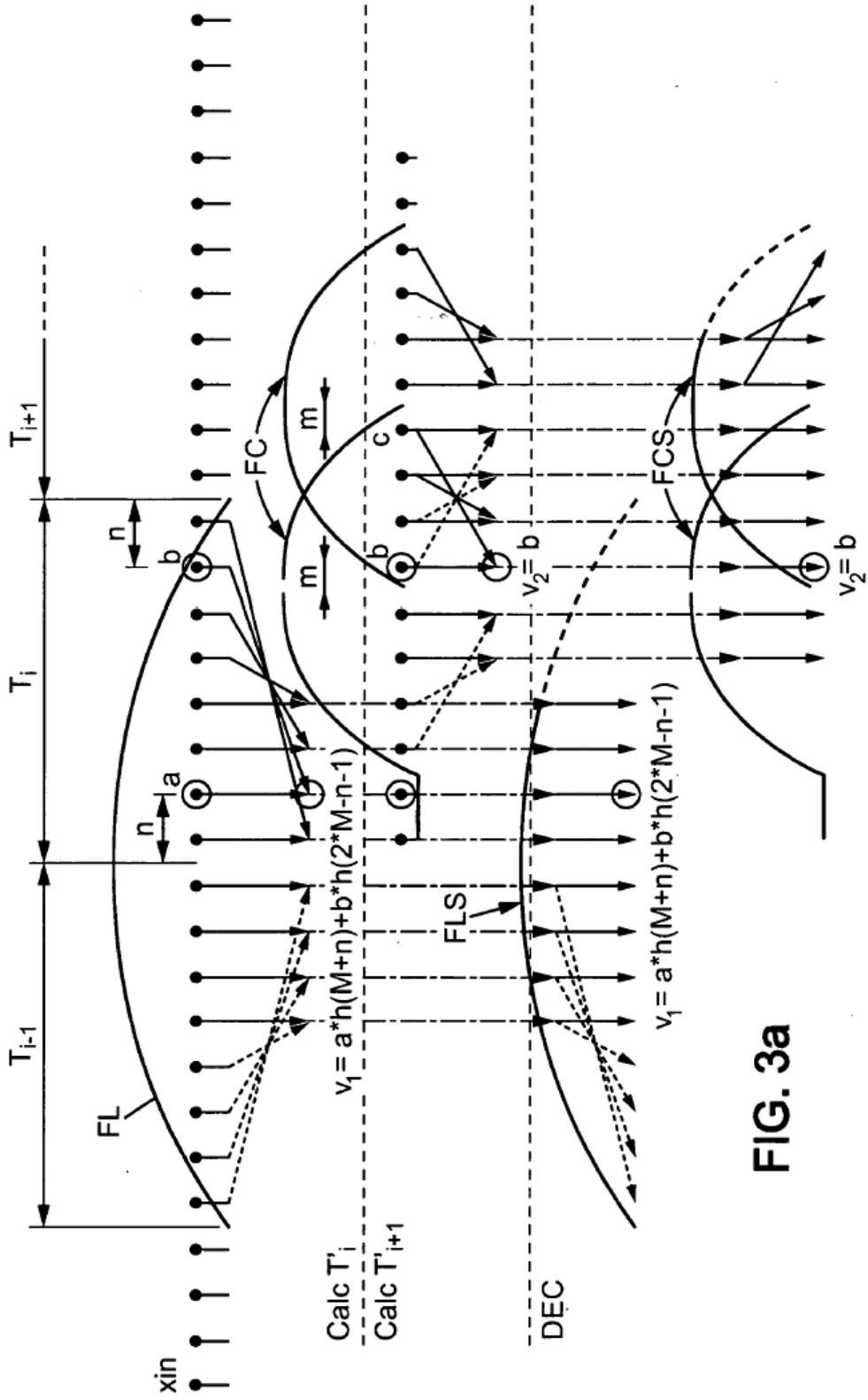


FIG. 3a

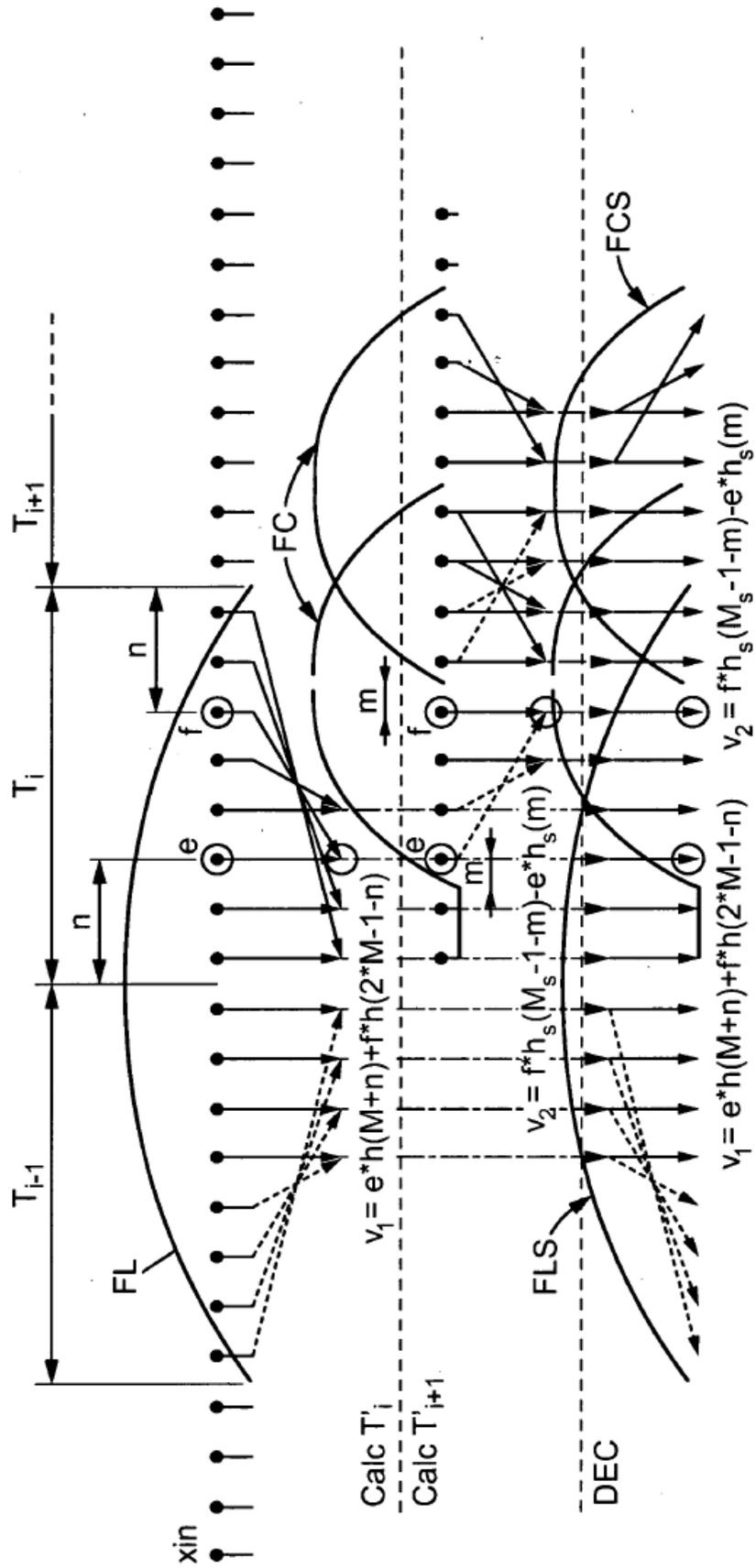


FIG. 3b

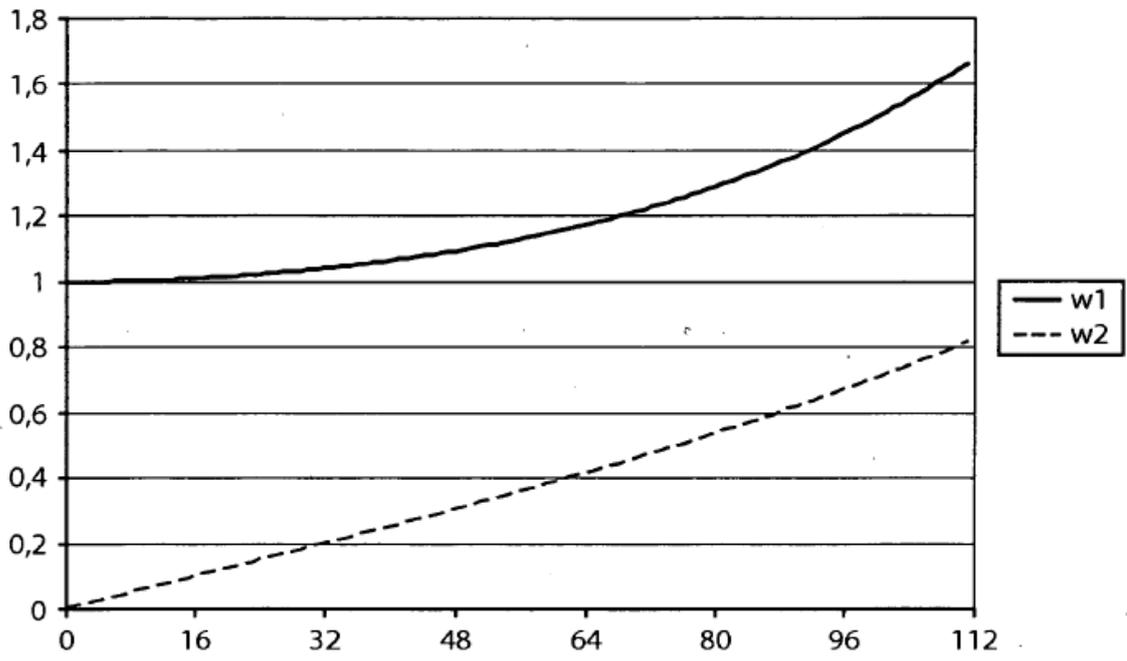


FIG. 4a

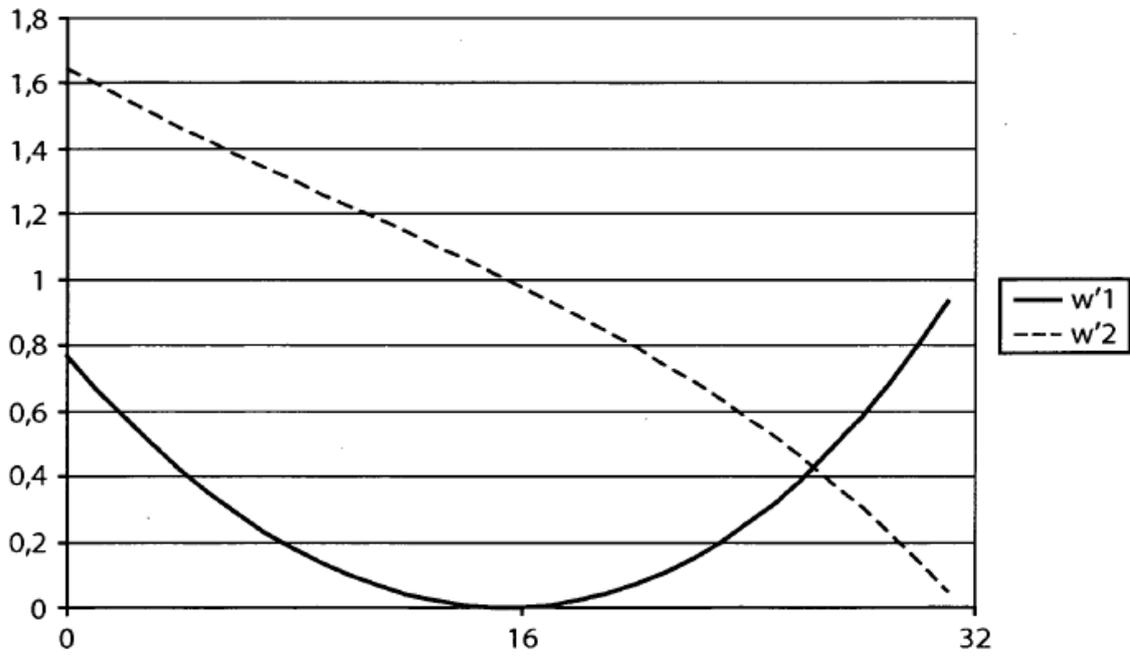


FIG. 4b

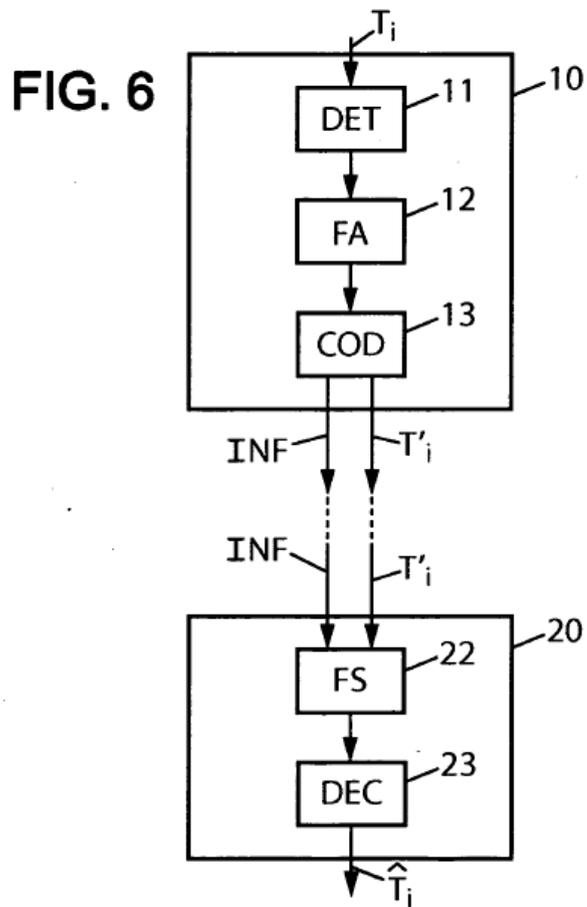
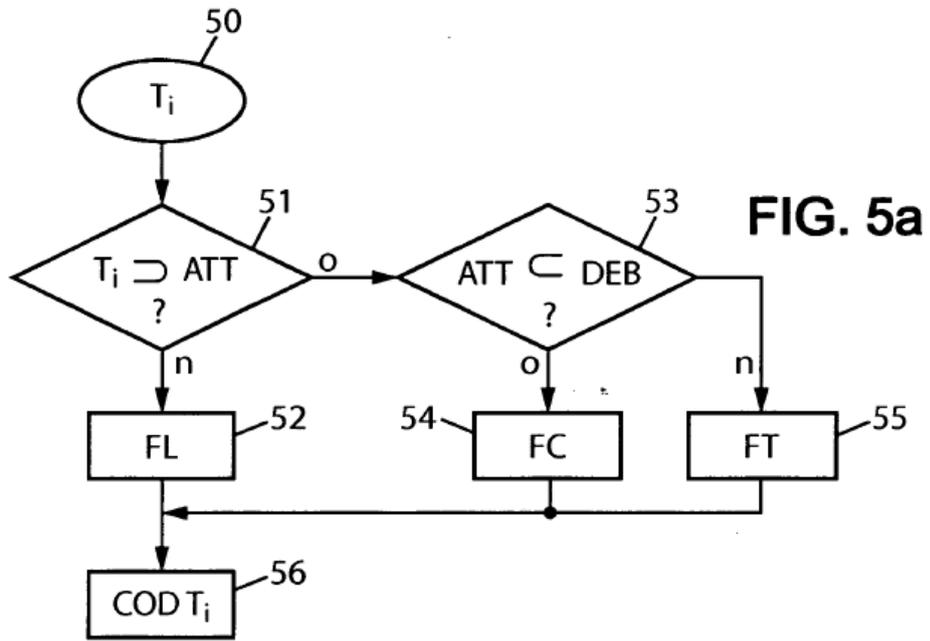
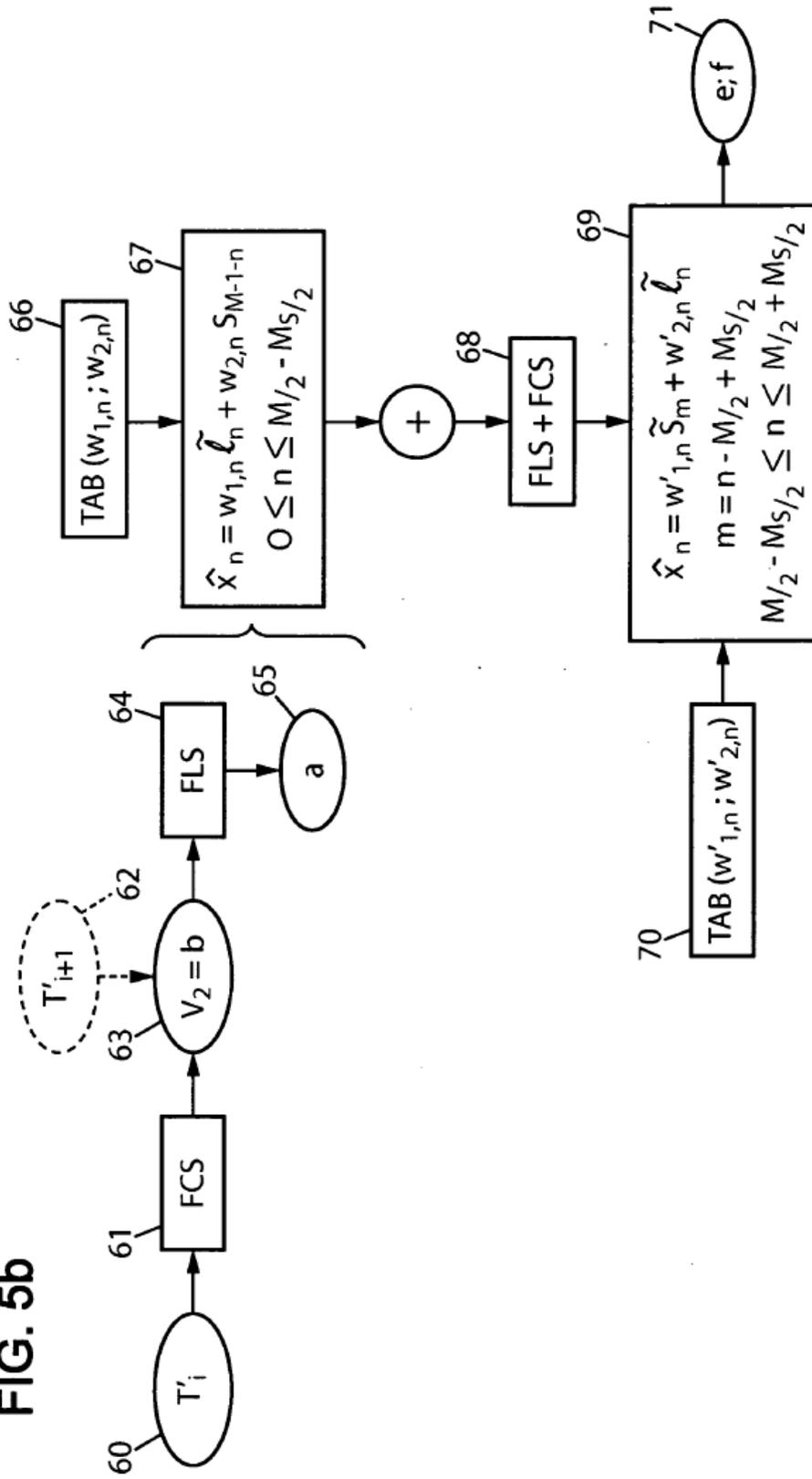


FIG. 5b



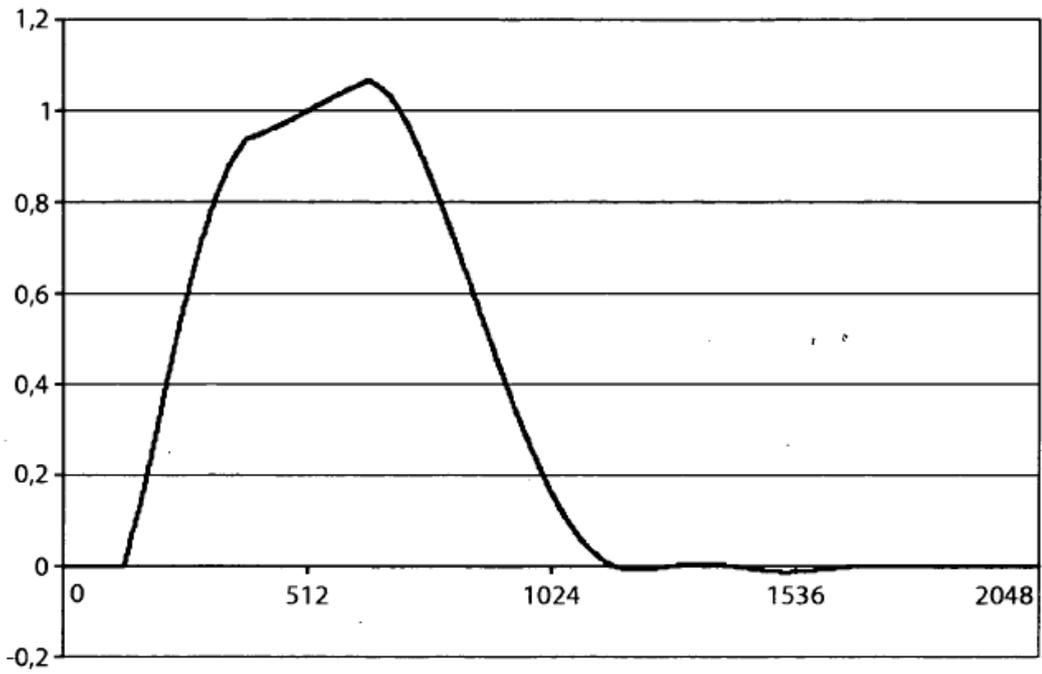


FIG. 7

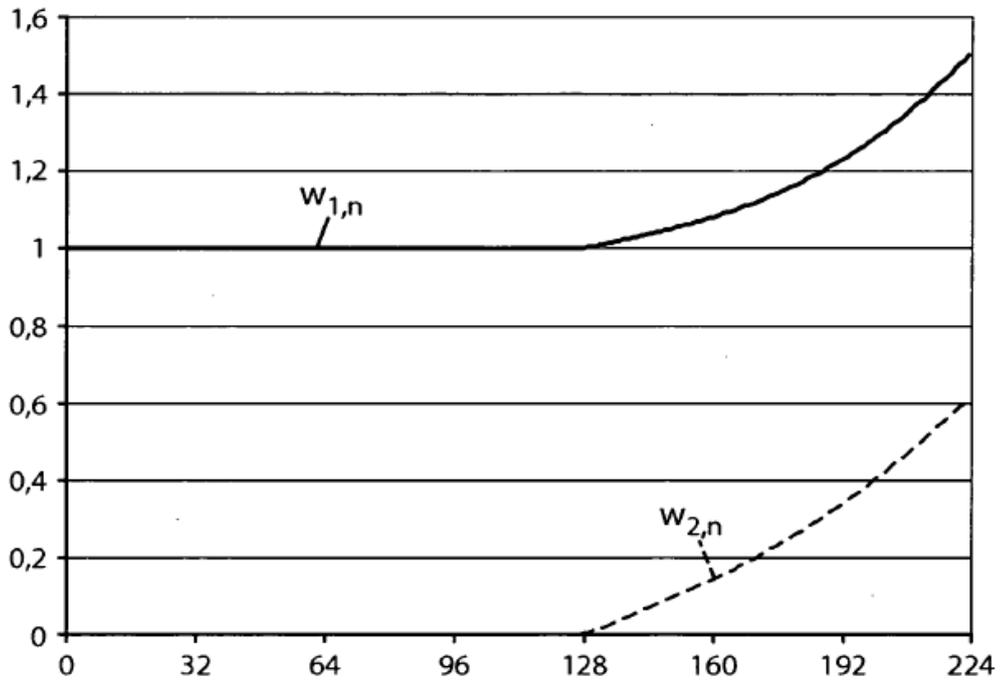


FIG. 8

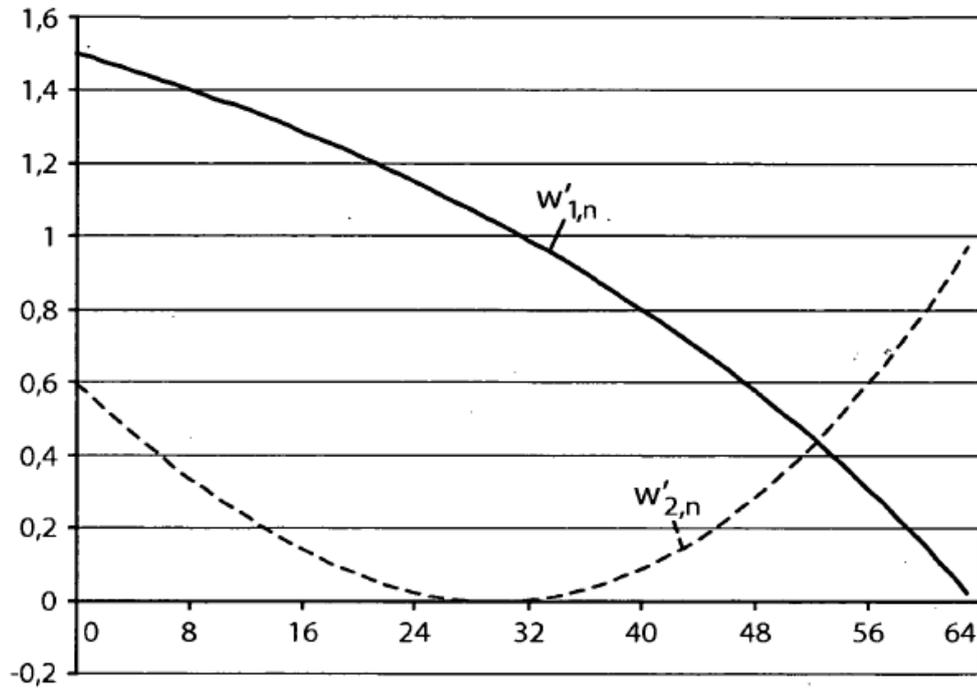


FIG. 9

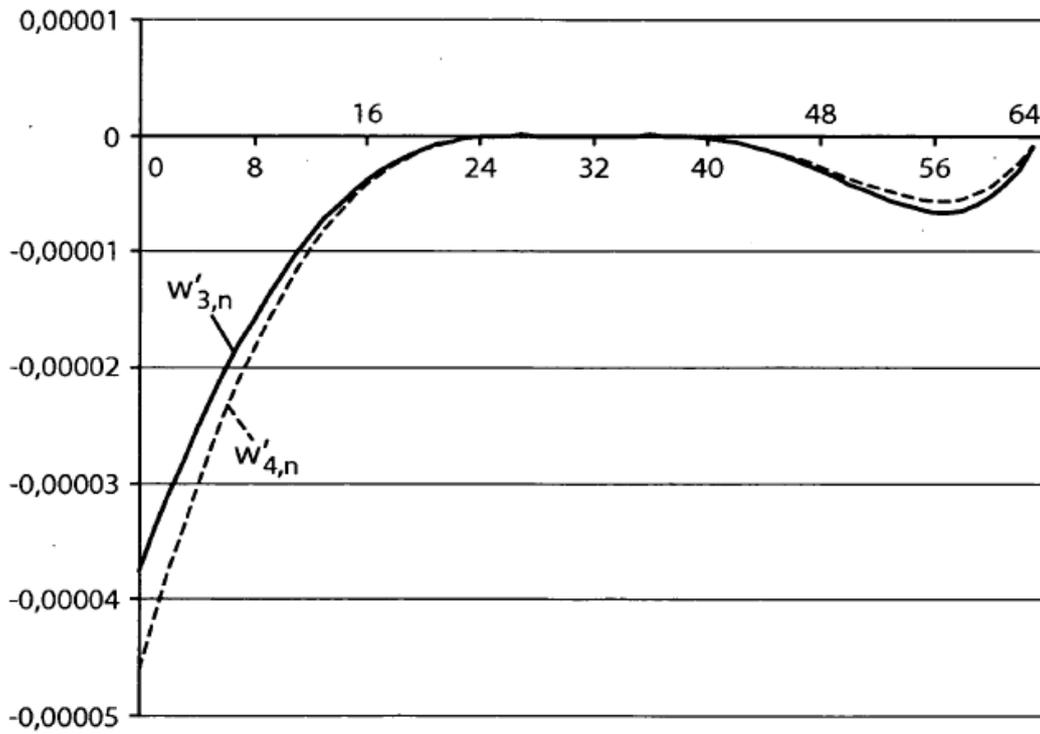


FIG. 10

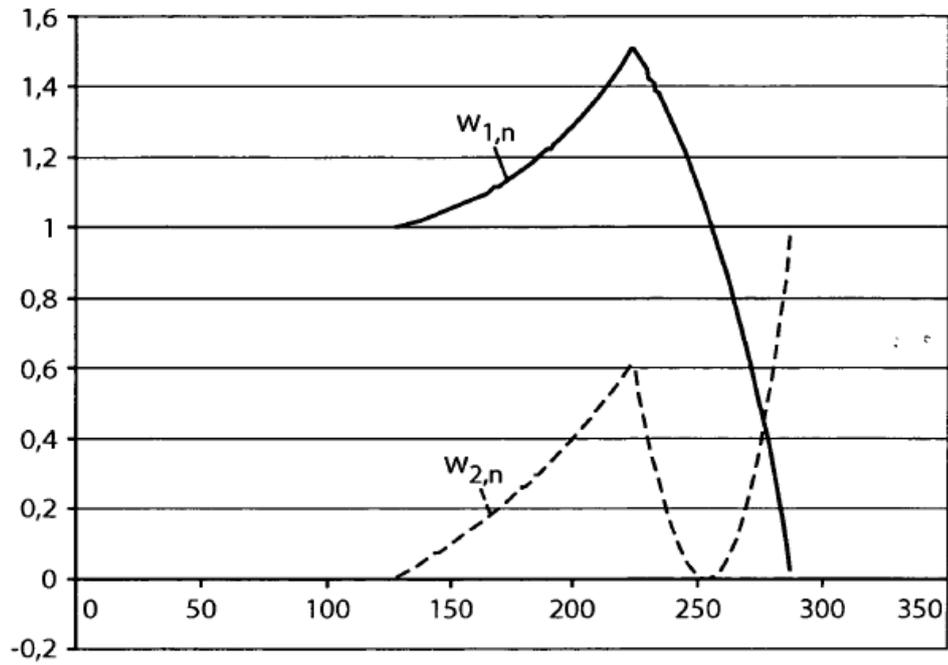


FIG. 11

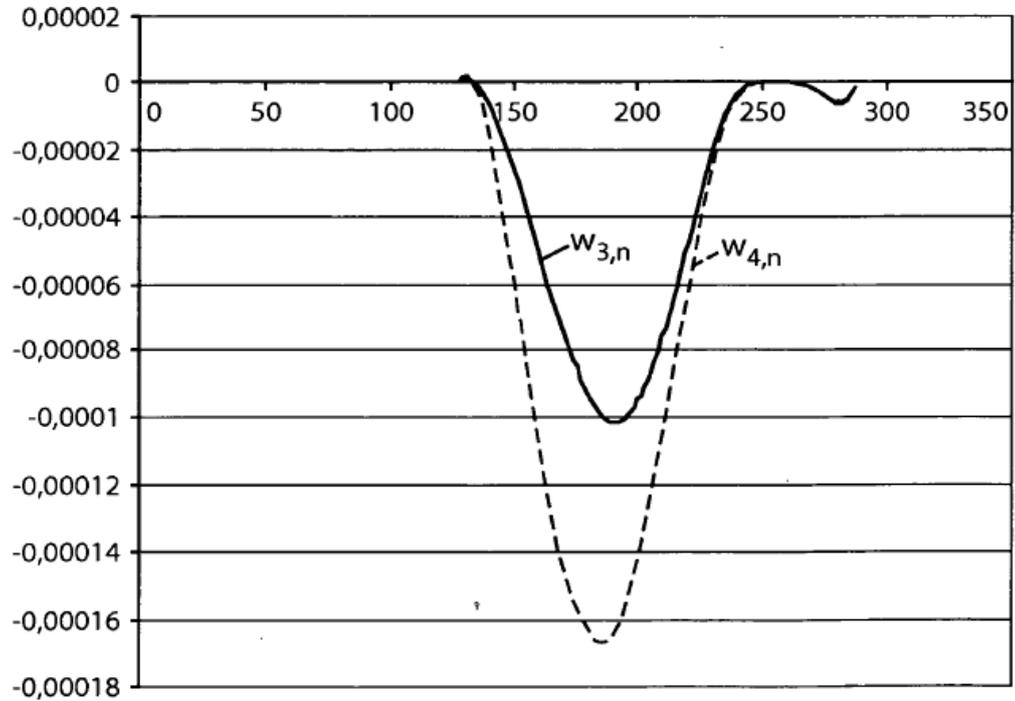


FIG. 12