



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 345 489**

51 Int. Cl.:
G10L 19/02 (2006.01)
G10L 19/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **04716626 .9**
96 Fecha de presentación : **03.03.2004**
97 Número de publicación de la solicitud: **1599868**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **30.11.2005**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo de reconstrucción espectral de una señal de audio.**

30 Prioridad: **04.03.2003 FR 03 02730**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
24.09.2010

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
24.09.2010

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

72 Inventor/es: **Philippe, Pierrick y**
Rault, Jean-Bernard

74 Agente: **Justo Bailey, Mario de**

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

Procedimiento y dispositivo de reconstrucción espectral de una señal de audio.

5 La presente invención se refiere a un procedimiento y un dispositivo de codificación y de decodificación de una señal de audio que emplea técnicas de reconstrucción de espectro.

Más particularmente, la invención se sitúa en la mejora de la decodificación de una señal de audio codificada por un codificador de limitación de banda espectral, llamado codificador núcleo.

10 En el estado de la técnica de la transmisión de señales de audio, se conoce bien el proceder, antes de la transmisión, a una operación de codificación de una señal original. La señal recibida sufre, como tal, una operación inversa de decodificación. Esta codificación puede ser una codificación con reducción de velocidad de transferencia de datos. Los codificadores de reducción de velocidad de transferencia de datos conocidos son, por ejemplo, los codificadores de tipo por transformada, tales como los codificadores MPEG1, MPEG2 o MPEG4-GA, los codificadores de tipo CELP e incluso codificadores de tipo paramétrico, como un codificador de tipo MPEG4 paramétrico.

15 En codificación de audio con reducción de velocidad de transferencia de datos, la señal de audio debe sufrir a menudo una limitación de banda de paso cuando la velocidad de transferencia de datos binaria se vuelve reducida. Esta limitación de banda de paso es necesaria para evitar la introducción de ruido de cuantificación audible en la señal codificada. Es deseable, entonces, completar en la medida de lo posible el contenido espectral completo de la señal original.

20 Se ha presentado particularmente en el documento "Scalable audio coder based on quantizer units of MDCT coefficients" (JIN A y otros, IEEE International Conference on acoustics, Speech, and Signal Processing, Proceedings, 15 de marzo de 1999, páginas 897-900) presente un codificador jerárquico con reducción de velocidad de transferencia de datos en el que los coeficientes MDCT son cuantificados jerárquicamente por módulos de codificación. Cada uno de estos módulos define un nivel de jerarquía, cuya frecuencia de corte y banda pueden ser modificadas.

30 También se ha presentado en el documento EP A-1037 196 un único codificador que selecciona al menos un par de componentes espectrales que presentan una similitud máxima en un conjunto de componentes espectrales e incluye en su flujo binario de salida una información de identificación de cada par de componentes seleccionado, permitiendo al decodificador obtener los índices suprimidos para la otra componente del par.

35 El ensanchamiento de banda es conocido en el estado de la técnica, como por ejemplo el método de ensanchamiento espectral conocido con el nombre de método HFR (*High-Frequency Regeneration*). La señal de baja frecuencia decodificada, con banda limitada, se somete a un dispositivo no lineal para obtener una señal enriquecida en armónicos. Esta señal, después del blanqueo y conformación en base a una información que describe la envolvente espectral de la señal de banda completa antes de la codificación, permite la generación de una señal de alta frecuencia que corresponde al contenido de alta frecuencia de la señal antes de la codificación.

40 También se conocen los sistemas de codificación de audio digital que utilizan técnicas de reconstrucción de espectro de alta frecuencia a nivel del codificador así como a nivel del decodificador.

45 Estos sistemas realizan una adaptación en el tiempo de la frecuencia de corte entra la banda de baja frecuencia codificada por un codificador, llamado codificador núcleo, y la banda de alta frecuencia codificada por un sistema HFR, llamado codificador de extensión de banda.

50 En este caso, el codificador núcleo y el codificador de extensión de banda se reparten la banda de paso en función de la frecuencia de corte adaptada.

Este tipo de sistema es particularmente interesante para la codificación de las señales de audio.

55 Algunas redes de comunicación tales como la red de Internet, las redes de comunicación inalámbricas y otras no garantizan un perfecto enrutamiento de los datos entre el emisor y el destinatario. De este modo, algunos datos pueden no llegar nunca al destinatario o llegarle demasiado tarde. Al llegar demasiado tarde, el destinatario los considera perdidos.

60 En estas redes, la banda de paso disponible para enrutar los datos varía también permanentemente y de forma importante.

En otras redes, tales como las redes hertzianas, algunos de los datos entre los datos transmitidos tienen un carácter más prioritario que otros. A estos están asociados códigos correctores de errores muy eficaces, que aseguran una buena decodificación, por lo tanto sin pérdidas de transmisión. Otros, por el contrario, son menos importantes y les están asociados códigos correctores de errores menos eficaces o incluso ninguno. Éstos últimos están sometidos a los peligros de la red y existe el riesgo de que la decodificación no sea realizable.

En algunos sistemas de codificación tales como los utilizados en la norma MPEG4, es posible, como consecuencia de los errores de transmisión, que ya no se pueda decodificar la señal de cierta banda de frecuencia del espectro de la señal codificada, entonces estos componentes de frecuencia se pierden.

5 De este modo, incluso aunque la codificación de la señal de audio se haya realizado de la mejor forma, la decodificación de señales transmitidas en dichas redes comprende cierto número de fallos vinculados a estas redes.

La invención intenta resolver los inconvenientes de la técnica anterior proponiendo un procedimiento de codificación de acuerdo con la reivindicación 1 y el dispositivo correspondiente de acuerdo con la reivindicación 9.

10 Correlativamente, la invención propone un procedimiento y un dispositivo de reconstrucción espectral de acuerdo con las reivindicaciones 6 y 14, en el que una parte del espectro de frecuencia de la señal de audio se decodifica con un codificador de limitación de banda espectral llamado codificador núcleo y en el que la parte complementaria del espectro de frecuencia se decodifica con un codificador de extensión, caracterizado porque el dispositivo comprende:

- 15 - medios de obtención de informaciones representativas de al menos una frecuencia de corte de la señal decodificada por el decodificador núcleo,
- medios de selección, entre los datos a decodificar o decodificados con el decodificador de extensión, de datos 20 pertinentes para la decodificación en función de las informaciones obtenidas.

De este modo, la señal decodificada será de mejor calidad, no falta ninguna componente espectral de la señal, estando el espectro de frecuencia decodificado con el decodificador de extensión modificado de acuerdo con la frecuencia de corte de la señal decodificada por el codificador núcleo.

Más particularmente, la parte del espectro de frecuencia de la señal de audio decodificada con un decodificador núcleo es la parte baja del espectro de frecuencia de la señal de audio.

30 Ventajosamente, las informaciones representativas de al menos una frecuencia de corte de la señal decodificada por el decodificador núcleo se obtienen realizando una estimación de la frecuencia de corte alta de la señal decodificada por el decodificador núcleo.

De este modo, no es necesario incluir informaciones suplementarias en la señal codificada y transmitida, menos 35 informaciones transitan por la red.

Ventajosamente, las informaciones representativas de al menos una frecuencia de corte de la señal decodificada por el decodificador núcleo se obtienen a partir de informaciones incluidas en el flujo de datos que comprende la señal digital codificada.

40 De este modo, la rapidez de tratamiento a nivel del decodificador aumenta, al tiempo que se simplifica.

Más particularmente, el decodificador núcleo es un decodificador jerárquico y se obtienen informaciones representativas de la banda de paso de la señal decodificada por el decodificador núcleo para cada capa de la señal decodificada.

45 De este modo, el decodificador puede adaptar el tratamiento a cada capa de codificación, el decodificador dispone de esta información en cada capa y, de este modo, puede modificar el espectro de frecuencia decodificado con el decodificador de extensión en función de estas informaciones.

50 La invención de acuerdo con las reivindicaciones 17 y 18 también se refiere al programa informático almacenado en un soporte de información, comprendiendo dicho programa instrucciones que permiten realizar el procedimiento de tratamiento descrito anteriormente, cuando es cargado y ejecutado por un sistema informático.

55 Las características de la invención mencionadas anteriormente, así como otras, aparecerán más claramente con la lectura de la siguiente descripción de un ejemplo de realización, realizándose dicha descripción en relación con los dibujos adjuntos, entre los que:

- las figuras 1a a 1d representan los diferentes espectros de frecuencia de una señal de audio codificada con un 60 codificador núcleo y un codificador de extensión;
- las figuras 1e a 1g representan los diferentes espectros de frecuencia de una señal de audio transmitida por una red y decodificada con un decodificador núcleo y un decodificador de extensión;
- las figuras 2a a 2e representan los diferentes espectros de frecuencia de una señal de audio codificada con un 65 codificador núcleo jerárquico y un codificador de extensión;
- las figuras 2f a 2i representan los diferentes espectros de frecuencia de una señal de audio transmitida por una red y decodificada con un decodificador núcleo jerárquico y un decodificador de extensión;

ES 2 345 489 T3

- las figuras 3a a 3c representan los diferentes espectros de frecuencia de una señal de audio codificada con un codificador núcleo y un codificador de extensión de acuerdo con la invención;

5 - las figuras 3d a 3f representan los diferentes espectros de frecuencia de una señal de audio transmitida por una red y decodificada con un decodificador núcleo y un decodificador de extensión de acuerdo con la invención;

- la figura 4a representa un diagrama de bloques que describe el dispositivo de codificación de acuerdo con la invención;

10 - la figura 4b representa un diagrama de bloques que describe los principales elementos de un codificador jerárquico núcleo;

- la figura 5 representa un diagrama de bloques que describe el dispositivo de decodificación de acuerdo con la invención,

15 - la figura 6 representa, de acuerdo con la invención, el algoritmo realizado a nivel del codificador,

- la figura 7 representa, de acuerdo con la invención, el algoritmo realizado a nivel del decodificador.

20 La figura 1a representa un espectro de frecuencia de una señal de audio que debe ser codificada. De acuerdo con los codificadores que utilizan combinaciones de codificadores tales como la asociación codificador núcleo/codificador de extensión, las frecuencias bajas del espectro (figura 1b), son codificadas por un codificador núcleo, mientras que las frecuencias altas son codificadas por un codificador de extensión. Esta parte de las frecuencias altas se representa
25 en la figura 1c.

La acumulación de las frecuencias altas y bajas da entonces un espectro total representado en la figura 1d que es idéntico o similar al espectro de la figura 1a.

30 Cuando dicha señal de audio codificada se transmite por una red, algunos datos entre el conjunto de los datos transmitidos se pierden.

Este es, por ejemplo, el caso de algunos sistemas de codificación tales como los utilizados en la norma MPEG4. Como consecuencia de errores de transmisión, ya no es posible decodificar la señal a partir de cierta frecuencia del espectro de la señal codificada. Las informaciones representativas de las componentes del espectro de frecuencia superior a esta frecuencia se consideran entonces perdidas.
35

La figura 1e representa el espectro de frecuencia de una señal de audio decodificada con un decodificador núcleo, habiéndose transmitido la señal de audio codificada por una red y habiéndose perdido algunos datos 10.
40

Este tipo de pérdida es particularmente molesto para las informaciones codificadas por el codificador núcleo. La ausencia de los datos 10 constituye un agujero en el espectro de las frecuencias decodificadas y este agujero crea molestias sonoras importantes tales como silbidos durante la restitución de la señal sonora.

45 Las informaciones codificadas por el codificador de extensión son mucho más limitadas en cuanto a su número.

Se incluyen con los datos codificados por el codificador núcleo, o se transmiten de manera independiente.

En nuestro ejemplo, el espectro de frecuencia de una señal de audio transmitida por una red y decodificada con un decodificador de extensión se considera correcto. Esto se representa en la figura 1f.
50

La reconstrucción de la señal de audio respectivamente por el decodificador núcleo y el decodificador de extensión hace aparecer en la figura 1g un espectro de frecuencia que comprende componentes frecuenciales 10 que han desaparecido.
55

Estas componentes frecuenciales desaparecidas 10 estropean de forma importante la calidad de reproducción de la señal de audio.

La figura 2a representa el espectro de frecuencia de la señal de audio total que debe ser codificada por un codificador núcleo jerárquico y un codificador de extensión.
60

Un codificador núcleo jerárquico codificará sucesivamente diferentes subpartes del espectro de frecuencia de la señal de audio a codificar.

65 Se codificará una primera parte del espectro, por ejemplo la parte que contiene las componentes frecuenciales más bajas, tal como el espectro representado en la figura 2b.

Ésta se denomina la primera capa. A continuación, se codificará otra parte que contiene componentes frecuenciales adicionales. Ésta es la segunda capa, se representa en la figura 2c.

De este modo, en dichos sistemas de transmisión de datos de audio, las informaciones representativas de las frecuencias más bajas son transmitidas generalmente en las primeras capas. Las otras capas son, por ejemplo, transmitidas entonces en un orden en función de las frecuencias del espectro que representan.

En la redes de difusión de datos de tipo hertziano, algunas de las capas entre las capas transmitidas tienen un carácter más prioritario que otras. En general, las capas que comprenden las frecuencias más bajas se consideran prioritarias, las capas que comprenden las frecuencias más altas se consideran las menos prioritarias.

A las capas que comprenden las frecuencias más bajas, están asociados códigos correctores de errores muy eficaces, que aseguran una buena codificación, y por lo tanto sin pérdidas de transmisión.

Códigos correctores de errores menos eficaces están asociados a las capas que comprenden las frecuencias más altas. Estos últimos están sometidos a los peligros de la red y existe el riesgo de que la decodificación no sea realizable.

La figura 2d representa la parte del espectro asignada al codificador de extensión de banda, es idéntica a la descrita en la figura 1e.

La acumulación de los tres espectros de las figuras 2b, 2c y 2d da entonces un espectro total representado en la figura 2e que es idéntico o similar al espectro de la figura 2a.

Las figuras 2f y 2g representan los espectros de frecuencia de una señal de audio decodificada con un decodificador núcleo jerárquico que comprende dos capas de jerarquía, habiéndose transmitido la señal de audio codificada por una red y de la que algunas capas se han perdido.

Durante la transmisión de la primera capa, el espectro equivalente a esta capa no se ha estropeado con errores de transmisión, como se representa en la figura 2f.

Se perdieron datos durante la transmisión de la segunda capa, el espectro equivalente a esta capa comprende componentes frecuenciales, 25 en la figura 2g, ausentes.

La parte del espectro asignada al codificador de extensión de banda es idéntica a la descrita en la figura 1c. Se representa en la figura 2h.

De este modo, la reconstrucción de la señal de audio respectivamente por el decodificador jerárquico núcleo y el decodificador de extensión hace aparecer en la figura 2i un espectro de frecuencia que comprende componentes frecuenciales 25 que han desaparecido.

La figura 3a representa el espectro de frecuencia de la señal de audio total que debe ser codificada por un codificador núcleo y un codificador de extensión de acuerdo con la invención.

El codificador núcleo codifica las componentes de baja frecuencia del espectro de frecuencia de la señal de audio, esto se representa en la figura 3b.

Al contrario que el estado de la técnica, y de acuerdo con la invención, el decodificador de extensión codifica no solamente las componentes de alta frecuencia del espectro de frecuencia de la señal de audio a codificar, sino también una parte 30 de las componentes de baja frecuencia que codifica el codificador núcleo. Estas componentes se representan en la figura 3c.

La figura 3d representa el espectro de frecuencia de una señal de audio decodificada con un decodificador núcleo, habiéndose transmitido la señal de audio codificada por una red y de la que se han perdido algunas capas 31.

Se realiza una estimación de la banda de paso de la señal de audio decodificada por el decodificador núcleo; si es diferente de la esperada, el decodificador núcleo informa al decodificador de la extensión de la banda de paso que falta.

El decodificador de extensión, con esta información, adapta la decodificación de modo que la decodificación se aplique también a la banda de paso que falta.

En la figura 3e, se representa el espectro de frecuencia equivalente a las informaciones codificadas recibidas por el decodificador de extensión. Este espectro está compuesto por las componentes 32, 33 y 34.

Si no llega ningún error de transmisión vinculado a la variación de banda de paso de la red o de errores de transmisión, las informaciones correspondientes a la componente 34 son suficientes para la decodificación.

Si la banda de paso de la red ha variado o llegan errores de transmisión de tal manera que la componente 31 de la figura 3d se pierde, las informaciones correspondientes a las componentes 33 y 34 son necesarias para la decodificación.

5 De este modo, la reconstrucción de la señal de audio respectivamente por el decodificador jerárquico núcleo y el decodificador de extensión hace aparecer en la figura 3f un espectro de frecuencia que ya no comprende componentes frecuenciales que faltan. De este modo, incluso cuando la red comprende variaciones importantes de banda de paso, la señal de audio decodificada sigue siendo de calidad.

10 La figura 4a representa un diagrama de bloques que describe el dispositivo de codificación de acuerdo con la invención.

El dispositivo de codificación está constituido por un convertidor analógico-digital 400 que convierte la señal analógica a codificar en una señal digital. Por supuesto, si los datos ya están en formato digital, el convertidor analógico-digital no es necesario.

La señal digital es suministrada al codificador núcleo que codifica esta señal. El codificador núcleo es, por ejemplo, un codificador con reducción de velocidad de transferencia de datos tal como de acuerdo con uno de los estándares MPEG1, MPEG2 o MPEG4-GA, o un codificador de tipo CELP, un codificador jerárquico, o incluso un codificador 20 MPEG4 paramétrico.

La salida del codificador núcleo representa los datos de la señal que abarcan el espectro de frecuencia, tal como se representa en la figura 3b.

25 Esta misma señal digital es suministrada al codificador de extensión de banda 403. El codificador de extensión de banda es, por ejemplo, un codificador de tipo HFR (*High Frequency Regeneration*), por ejemplo SBR (*Spectral Band Replication*) tal como se describe en el documento "Audio Engineering Society, convention paper 5553", presentado en la 112ª convención AES por Mr. Martin Dietz.

30 La salida del codificador de extensión de banda representa los datos de la envolvente de la señal que abarca el espectro de frecuencia, tal como se representa en la figura 3c.

Un módulo de ajuste de frecuencia de corte 402 está conectado al codificador de extensión de banda 403 y al codificador núcleo 401.

35 Este módulo 402 define el espectro de frecuencia que el codificador de extensión tiene en cuenta para la codificación.

Este módulo 402 determina este espectro en función de la frecuencia de corte alta del codificador núcleo 401, y de una banda de frecuencia variable que permite al decodificador de acuerdo con la invención poder paliar las posibles pérdidas de transmisión.

40 Por ejemplo, en el caso de la utilización de un codificador jerárquico y de una transmisión con códigos correctores de errores cuya robustez es variable de acuerdo con las capas transmitidas, la banda de frecuencia variable es ajustada para garantizar la buena recomposición de la señal para las capas que no disponen de un código corrector de errores robusto.

Debe señalarse que, en una variante, el espectro de frecuencia del codificador núcleo 401 puede ajustarse a partir del espectro de frecuencia del codificador de extensión 403.

50 En este caso, el módulo 402 define el espectro de frecuencia que el codificador núcleo 401 tiene en cuenta para la codificación. Este módulo 402 define este espectro en función de la frecuencia de corte baja del codificador de extensión 403 y de una banda de frecuencia variable que permite al decodificador de acuerdo con la invención poder paliar las posibles pérdidas de transmisión.

55 El dispositivo de codificación también comprende un multiplexor 404 que multiplexa las señales de audio codificadas por el codificador núcleo 401 y por el codificador de extensión 403.

60 De acuerdo con una variante de la invención, el módulo 402 transfiere al multiplexor 404 las informaciones representativas de la banda de paso del codificador núcleo 401 o sus frecuencias de corte, o incluso la frecuencia de corte baja del codificador de extensión 403, para que se incluyan en los datos transmitidos.

La inclusión se realiza en el caso de un codificador jerárquico para cada capa de codificación.

65 Los datos multiplexados se transfieren entonces a un módulo de transmisión de red que, por ejemplo en el caso de una transmisión hertziana, aplica códigos correctores de errores a los datos multiplexados y los transmite por la red 405.

ES 2 345 489 T3

La figura 4b representa un diagrama de bloques que describe los principales elementos de un codificador jerárquico núcleo.

Este codificador jerárquico puede sustituir al codificador 401 descrito anteriormente en referencia a la figura 4a.

Un codificador jerárquico núcleo subdivide habitualmente el espectro de frecuencia a codificar en diferentes capas. Una capa representa una banda de frecuencia del espectro a codificar. El número de capas es variable y permite una transmisión progresiva de la señal codificada.

En aras de la sencillez, en este caso solamente se representan dos capas. El codificador está constituido por un primer codificador 410 que codifica la parte más baja del espectro de frecuencia de la señal original.

Las informaciones codificadas se transfieren a un multiplexor 416 que transfiere estos datos al multiplexor 404.

Debe señalarse que el módulo 402 descrito anteriormente transfiere al multiplexor 404 las informaciones representativas de la banda de paso del codificador núcleo 410 para que se incluyan en el flujo de datos asociado a esta capa.

Esto constituye entonces la primera capa de la señal codificada.

Las informaciones codificadas también se transfieren a un decodificador 411. Este decodificador decodifica estas informaciones para transmitir las a continuación a un circuito de sustracción 413 que sustraerá de la señal original la señal decodificada.

Debe señalarse que la señal original se ha retardado anteriormente un plazo igual al tiempo de codificación del codificador 410 y al tiempo de decodificación del decodificador 411.

La señal obtenida a la salida del circuito sustractor es entonces la señal original de la que se han retirado las componentes de baja frecuencia codificadas anteriormente, a falta de algún resto de codificación.

Esta señal es codificada de nuevo por un codificador 415 que puede ser del mismo tipo que el codificador 410. En este caso, se codifican las componentes frecuenciales de la señal superiores a las codificadas por el codificador 410.

Las informaciones codificadas se transfieren a un multiplexor 416 que transfiere estos datos al multiplexor 404.

Debe señalarse que el módulo 402 descrito anteriormente transfiere al multiplexor 404 las informaciones representativas de la banda de paso del codificador núcleo 415 para que se incluyan en el flujo de datos asociado a esta capa. También puede transferir el número total de capas de codificación, la frecuencia de corte alta o baja del codificador núcleo 415.

Esto constituye entonces la segunda capa de la señal codificada.

Debe señalarse que, si se desea aumentar el número de capas, los elementos 410, 411, 413 y 414 deberán duplicarse para cada capa suplementaria.

Debe señalarse también que el espectro de frecuencia tratado por cada codificador puede ser variable: Debe señalarse también que la invención es aplicable a las señales de audio de tipo monofónico, estereofónico o multicanal.

En el caso de señales multicanal, las informaciones de banda de paso transmitidas por el codificador pueden transmitirse de manera conjugada o en un modo preferente, la banda de paso de cada uno de los canales puede deducirse de los otros canales mediante una codificación diferencial.

La figura 5 representa un diagrama de bloques que describe el dispositivo de decodificación de acuerdo con la invención.

El dispositivo de decodificación está constituido por un demultiplexor 510 que separa las señales recibidas por medio de la red 405 en datos destinados al decodificador núcleo 511 y en datos destinados al decodificador de extensión 512. Además, extrae de las señales recibidas las informaciones representativas de la banda de paso del codificador núcleo 401 del dispositivo de codificación, de los codificadores 410 y 415 si la señal fue codificada con un codificador jerárquico, o incluso de la frecuencia de corte baja del codificador de extensión 403 del dispositivo de codificación, si se han incluido en los datos transmitidos.

El decodificador núcleo 511 decodifica los datos para suministrar una señal decodificada tal como la señal representada en la figura 3d.

El decodificador núcleo 511 es, por ejemplo, un decodificador tal como de acuerdo con uno de los estándares MPEG1, MPEG2 o MPEG4-GA, o un decodificador de tipo CELP, un decodificador jerárquico, o incluso un decodificador MPEG4 paramétrico.

ES 2 345 489 T3

El decodificador núcleo 511 comprende un módulo 511b de obtención de informaciones representativas de al menos una frecuencia de corte que estima, de acuerdo con una primera realización, el espectro de frecuencia de la señal recibida por él. El módulo 511b lo realiza, por ejemplo, efectuando una transformación tiempo frecuencia en la señal decodificada y determinando la frecuencia a partir de la cual la energía de la señal se vuelve despreciable.
5 Preferiblemente, esto puede realizarse con ayuda de un modelo de percepción.

El decodificador 511, más exactamente su módulo 511b transfiere a continuación una información representativa de la frecuencia de corte o de la banda de paso al decodificador de extensión 512.

10 El decodificador de extensión 512 selecciona, a partir de la información representativa transmitida por el decodificador 511, entre los datos codificados que ha recibido del multiplexor 510, los datos correspondientes a una representación de la envolvente espectral superior a la frecuencia determinada por el codificador 511.

De esta forma, se compensan las pérdidas vinculadas a la transmisión de la señal codificada.

15 El decodificador núcleo 511, más exactamente el módulo 511b de obtención de informaciones representativas de al menos una frecuencia de corte obtiene del demultiplexor 510, de acuerdo con una segunda realización, las informaciones representativas de la banda de paso del codificador núcleo 401 o de los codificadores 410 y 415 del dispositivo de codificación, incluso el número de capas de la señal codificada, o incluso de la frecuencia de corte baja del codificador de extensión 403 del dispositivo de codificación, si se incluyeron en los datos transmitidos.
20

A partir de estos datos obtenidos, el módulo 511b verifica, en el caso en el que es un decodificador jerárquico, si cada capa es recibida correctamente y en caso negativo transfiere una información representativa de la banda de paso de una o de las capas perdidas al decodificador de extensión 512.
25

El decodificador de extensión 512 selecciona, a partir de la información representativa transmitida por el módulo 511b, entre los datos codificados recibidos del multiplexor 510, los datos que corresponden a la envolvente de la señal correspondiente a una representación de la envolvente espectral de las frecuencias superiores a la frecuencia más baja correspondiente a las bandas de frecuencias perdidas.
30

De este modo, el decodificador de extensión corrige las pérdidas debidas a la red ya sea en pérdidas que afectan a las últimas capas recibidas o pérdidas que afectan a una capa intermedia.

35 El decodificador de extensión de banda 512 es, por ejemplo, un decodificador de tipo HFR (*High Frequency Regeneration*). Por ejemplo un decodificador de tipo SBR (*Spectral Band Replication*) tal como se define en el documento "Audio Engineering Society, convention paper 5553", presentado en la 112ª convención AES por Mr. Martin Dietz.

Debe observarse que, como variante, el decodificador de extensión 512 decodifica la totalidad de las informaciones recibidas. Se realiza una selección entre los datos decodificados para guardar solamente aquellos que corresponden a una representación de la envolvente espectral superior a la frecuencia determinada por el codificador 511.
40

La envolvente decodificada por el decodificador de extensión 512 o seleccionada se transfiere a un módulo de control de ganancia 515.
45

La señal decodificada por el decodificador núcleo 511 es enviada a un módulo de transposición 513 que genera una señal en las altas frecuencias del espectro a partir de la señal decodificada de baja frecuencia.

Esta señal se introduce en el módulo de control de ganancia 515 para permitir el ajuste de la envolvente de señal de alta frecuencia.
50

La señal de envolvente ajustada se añade a continuación a la señal decodificada por el decodificador núcleo 511 con un adicionador 516.

55 El adicionador 516 puede, en una realización preferida, favorecer algunas componentes de frecuencia multiplicando por ejemplo algunas componentes por coeficientes.

Debe señalarse que la señal decodificada por el decodificador núcleo 511 se ha retardado previamente un plazo igual a la diferencia de tiempo de tratamiento entre las señales añadidas. Este retardo es realizado por el circuito de retardo 514.
60

El espectro de frecuencia de la señal obtenida es, de este modo, similar al de la figura 3f.

La señal de suma puede convertirse a continuación a formato analógico con ayuda de un convertidor digital-analógico 517.
65

La figura 6 representa el algoritmo realizado de acuerdo con la invención a nivel del codificador.

ES 2 345 489 T3

La invención tal como se describe en referencia a las figuras anteriores también es realizable en forma de software en la que un procesador ejecuta el código ejecutable asociado a las etapas E1 a E7 del algoritmo de la figura 6.

5 Cuando se conecta a la tensión el dispositivo de codificación, y más particularmente en el caso de una utilización de un ordenador como dispositivo de codificación, el procesador lee a partir de la memoria de solo lectura del ordenador o de un soporte de información tal como un disco compacto CD-ROM, las instrucciones del programa que corresponden a las etapas E1 a E7 de la figura 6 y las carga en memoria de acceso aleatorio RAM para ejecutarlas.

10 En la etapa E1, en la recepción de datos de audio a codificar, el procesador determina la banda de paso del codificador núcleo o al menos una frecuencia de corte.

Debe señalarse que la banda de paso del codificador núcleo puede ser o no variable en el tiempo en función, por ejemplo, de la carga del codificador núcleo.

15 En esta misma etapa, el procesador codifica los datos de acuerdo con un algoritmo llamado de codificación principal de acuerdo con uno de los estándares MPEG1, MPEG2 o MPEG4-GA, o de tipo CELP, de tipo jerárquico, o incluso de tipo MPEG4 paramétrico.

20 La etapa E2 consiste en verificar si, y en el caso de una codificación jerárquica, todas las capas se han codificado o no.

En caso negativo, y si la codificación principal es una codificación jerárquica, el procesador reitera la etapa E1 para cada capa de la señal de audio codificada.

25 Si la totalidad de las capas se han codificado, o la codificación no es una codificación jerárquica, el algoritmo pasa a la siguiente etapa E3.

En la etapa E3, el procesador determina un margen de frecuencia. Este margen puede ser predeterminado y memorizado en un registro o estar en forma de una variable.

30 Esta variable depende, por ejemplo, del tipo de corrección de errores que se aplicará a los datos codificados durante su transmisión por la red.

35 Una vez determinado este margen, el procesador determina en la etapa E4, a partir del margen y de la frecuencia de corte alta del codificador núcleo, la frecuencia de corte baja del codificador de extensión.

Una vez realizada esta operación, el procesador transfiere esta información al subprograma de codificación de extensión en la etapa E5.

40 Finalmente, de acuerdo con una realización particular de la invención, en la etapa E6, el procesador memoriza esta información.

45 El procesador, en la etapa E7, ejecuta la codificación de extensión codificando los datos cuyo espectro es superior a la información transferida en la etapa E5. La codificación de extensión de banda es, por ejemplo, una codificación de tipo HFR (*High Frequency Regeneration*), por ejemplo SBR (*Spectral Band Replication*) tal como se describe en el documento "Audio Engineering Society, convention paper 5553", presentado en la 112ª convención AES por Mr. Martin Dietz.

50 Una vez realizada esta operación, el procesador pasa a la etapa E7 que consiste en multiplexar las señales de audio codificadas en la etapa E1 y las señales de audio codificadas en la etapa E7 para formar un flujo de datos codificados y transmitidos por una red.

55 De acuerdo con una variante de la invención, el procesador inserta en el flujo de datos codificados y transmitidos, la información memorizada en la etapa E6 o inserta una o más de las siguientes informaciones: banda de paso del codificador núcleo, banda de paso del codificador de extensión, frecuencia baja y alta de cada capa de codificación, número de capas de codificación si se utiliza un codificador jerárquico.

La inserción se realiza en el caso de un codificador jerárquico para cada capa de codificación.

60 Una vez realizadas estas operaciones, el procesador vuelve a la etapa E1 a la espera de nuevos datos de audio a codificar.

La figura 7 representa el algoritmo realizado de acuerdo con la invención a nivel del decodificador.

65 La invención, tal como se describe en referencia a las figuras anteriores, también es realizable en forma de software en la que un procesador ejecuta el código asociado a las etapas E10 a E15 del algoritmo de la figura 7.

ES 2 345 489 T3

Al conectar a la tensión el dispositivo de recepción, y más particularmente en el caso de una utilización de un ordenador como dispositivo de recepción, el procesador lee a partir de la memoria de solo lectura del ordenador o de un soporte de información tal como un disco compacto CD-ROM, las instrucciones del programa que corresponden a las etapas E10 a E15 de la figura 7 y las carga en memoria de acceso aleatorio RAM para ejecutarlas.

En la etapa E10, el procesador, en la recepción datos de audio a decodificar, separa las señales recibidas por medio de la red 405 en datos destinados al decodificador núcleo y en datos destinados al decodificador de extensión. Extrae además, de las señales recibidas, las informaciones representativas de la banda de paso o de al menos una frecuencia de corte del codificador núcleo que ha codificado la señal de audio, o de codificadores que han codificado la señal de audio si la señal se ha codificado con un codificador jerárquico, o incluso la frecuencia de corte baja del codificador de extensión que ha codificado la señal de audio, si se han incluido en los datos transmitidos.

Una vez realizada esta operación, el procesador pasa a la etapa E7. El procesador procede entonces a la decodificación de estos datos.

El procesador procede a la decodificación de los datos de acuerdo con un algoritmo de decodificación llamado de decodificación núcleo tal como de acuerdo con uno de los estándares MPEG1, MPEG2 o MPEG4-GA, o de tipo CELP, una decodificación jerárquica, o incluso una decodificación de tipo MPEG4 paramétrica.

Una vez realizada esta etapa de decodificación núcleo, el procesador pasa a la etapa E12 que es una etapa de obtención de informaciones representativas de al menos una frecuencia de corte que estima, de acuerdo con una primera realización, el espectro de frecuencia de la señal recibida por él. Esto se realiza, por ejemplo, efectuando una transformación de tiempo frecuencia en la señal decodificada en la etapa E11 y determinando la frecuencia a partir de la cual la energía de la señal se vuelve despreciable. Preferiblemente, esto puede realizarse con ayuda de un modelo de percepción.

De acuerdo con otra realización, el procesador obtiene las informaciones extraídas en la etapa E1 y verifica, en el caso en que es un decodificador jerárquico, si cada capa es recibida correctamente y en caso negativo transfiere una información representativa de la banda de paso de una o de las capas perdidas al decodificador de extensión.

Una vez realizada esta operación, la etapa E13 consiste en una adaptación de la frecuencia de corte baja del decodificador de extensión de manera que éste compensa las pérdidas debidas a la red. La adaptación se realiza a partir de la información representativa de la frecuencia de corte o de la banda de paso obtenida en la etapa E12 o, si la decodificación de la etapa E11 es una decodificación jerárquica, de la información representativa de la banda de paso o de una frecuencia de corte de una o de las capas perdidas.

Una vez realizada esta operación, el procesador pasa a la etapa E14 y decodifica, de acuerdo con un algoritmo de decodificación llamado de extensión, los datos que corresponden a las frecuencias superiores a esta frecuencia de corte baja determinada anteriormente.

El procesador selecciona, a partir de la frecuencia adaptada, entre los datos separados en la etapa E1 y destinadas a la decodificación de extensión, los datos que corresponden a la envolvente de la señal que corresponde a una representación de la envolvente espectral de las frecuencias superiores a la frecuencia más baja que corresponde a las bandas de frecuencias perdidas.

De este modo, la decodificación de extensión corrige las pérdidas debidas a la red ya sea en pérdidas que afectan a las últimas capas recibidas o pérdidas que afectan a una capa intermedia.

La decodificación de extensión es un algoritmo de decodificación de extensión de banda, por ejemplo una decodificación de tipo HFR (*High Frequency Regeneration*), por ejemplo una decodificación de tipo SBR (*Spectral Band Replication*) tal como se describe en el documento "Audio Engineering Society, convention paper 5553", presentado en la 112ª convención AES por Mr. Martin Dietz.

Finalmente, los datos decodificados por el decodificador núcleo y el decodificador de extensión se añaden para formar la señal de audio decodificada en la etapa E15.

Una vez realizadas estas operaciones, el procesador vuelve a la etapa E10 a la espera de nuevos datos de audio a decodificar.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de codificación de una señal de audio, en el que una parte del espectro de frecuencia de la señal de audio es codificada con un codificador de limitación de banda espectral llamado codificador núcleo y en el que la parte complementaria del espectro de frecuencia de la señal de audio es codificada con un codificador de extensión de banda, distinto del codificador núcleo; **caracterizado** porque al menos una parte del espectro codificado con el codificador núcleo también es codificada con el codificador de extensión de banda y porque el procedimiento comprende las etapas de:

- determinación de al menos una frecuencia de corte del codificador núcleo con ayuda de un módulo de ajuste de frecuencia teniendo en cuenta la carga del codificador núcleo,

- determinación de las partes del espectro codificadas con el codificador núcleo y el codificador de extensión de banda respectivamente, a partir de la frecuencia de corte determinada con ayuda de dicho módulo de ajuste,

solapándose dichas partes en las proximidades de dicha frecuencia de corte, para paliar una eventual pérdida de datos durante la transmisión de dicha parte del espectro codificada por el codificador núcleo,

comprendiendo dicha etapa de determinación de al menos una frecuencia de corte del codificador núcleo mediante un módulo de ajuste de frecuencia las etapas de:

- determinación de un margen de frecuencia, pudiendo estar dicho margen predeterminado o memorizado en un registro en forma de una variable,

- a partir de dicho margen de frecuencia, determinación de la frecuencia de corte alta del codificador núcleo y de la frecuencia de corte baja del codificador de extensión de banda que suministra una información representativa de dicha frecuencia de corte baja del codificador de extensión de banda,

- transferencia de dicha información a dicho codificador de extensión de banda,

- memorización de dicha información.

2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** porque el procedimiento comprende una etapa de transferencia de la señal digital codificada por una red y porque la o cada frecuencia determinada es transferida con la señal digital codificada.

3. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** porque el codificador núcleo es un codificador jerárquico y, para cada capa de codificación, al menos una frecuencia de corte de cada capa de codificación es determinada por dicho módulo de ajuste de frecuencia.

4. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizado** porque el procedimiento comprende una etapa de transferencia de cada capa de codificación de la señal digital codificada por una red y porque la o cada frecuencia determinada por dicho módulo de ajuste de frecuencia para la capa es transferida con dicha capa.

5. Procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado** porque la parte del espectro de frecuencia de la señal de audio codificada con el codificador núcleo es la parte baja del espectro de frecuencia de la señal de audio.

6. Procedimiento de reconstrucción espectral de una señal de audio codificada en forma de datos, que comprende:

- datos que corresponden a componentes de baja frecuencia del espectro de frecuencia de la señal de audio, que se decodificarán con un decodificador de limitación de banda espectral llamado decodificador núcleo;

- datos que corresponden a una segunda parte del espectro de frecuencias de la señal de audio, que comprende componentes de alta frecuencia, que se decodificarán con un decodificador de extensión de banda, distinto del decodificador núcleo;

caracterizado porque dichos datos destinados a dicho decodificador de extensión de banda corresponden no solamente a dichas componentes de alta frecuencia, sino también a una parte de dichas componentes de baja frecuencia del espectro de frecuencia de dicha señal de audio que codificó el codificador núcleo, y porque el procedimiento comprende las siguientes etapas:

- estimación de al menos una frecuencia de corte alta de la señal decodificada por el decodificador núcleo,

- adaptación de una frecuencia de corte baja del decodificador de extensión de banda a partir de dicha al menos una frecuencia de corte alta obtenida, y

- decodificación por el decodificador de extensión de banda de datos de extensión correspondientes a las frecuencias superiores a dicha frecuencia de corte baja adaptada.

7. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 6, **caracterizado** porque las informaciones representativas de al menos una frecuencia de corte de la señal decodificada por el decodificador núcleo se obtienen a partir de informaciones incluidas en el flujo de datos que comprende la señal digital codificada.

8. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 6 ó 7, **caracterizado** porque el decodificador núcleo es un decodificador jerárquico y porque el procedimiento obtiene informaciones representativas de la banda de paso de la señal decodificada por el decodificador núcleo para cada capa de la señal decodificada.

9. Dispositivo de codificación de una señal de audio, en el que una parte del espectro de frecuencia de la señal de audio es codificada con un codificador de limitación de banda espectral llamado codificador núcleo y en el que la parte complementaria del espectro de frecuencia de la señal de audio es codificada con un codificador de extensión de banda, distinto del codificador núcleo, y en el que al menos una parte del espectro codificada con el codificador núcleo también es codificada con el codificador de extensión de banda, y **caracterizado** porque comprende:

- un módulo de ajuste de frecuencia que tiene en cuenta la carga del codificador núcleo y que determina al menos una frecuencia de corte del codificador núcleo,
- medios de determinación de partes del espectro codificadas con el codificador núcleo y el codificador de extensión de banda respectivamente, a partir de la frecuencia de corte determinada con ayuda de dicho módulo de ajuste,

solapándose dichas partes en las proximidades de dicha frecuencia de corte, para paliar una eventual pérdida de datos durante la transmisión de dicha parte del espectro codificada por el codificador núcleo,

- medios para codificar al menos una parte del espectro codificada con el codificador núcleo, con el codificador de extensión de banda,

comprendiendo además dicho dispositivo de codificación:

- medios de determinación de un margen de frecuencia, pudiendo estar dicho margen predeterminado o memorizado en un registro en forma de una variable,
- medios de determinación de la frecuencia de corte alta del codificador núcleo y de la frecuencia de corte baja del codificador de extensión de banda a partir de dicho margen de frecuencia que suministra una información representativa de dicha frecuencia de corte baja del codificador de extensión de banda,
- medios de transferencia de dicha información a dicho codificador de extensión de banda,
- medios de memorización de dicha información.

10. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 9, **caracterizado** porque el dispositivo comprende medios de transferencia de la señal digital codificada por una red y porque la o cada frecuencia determinada es transferida con la señal digital codificada.

11. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 9, **caracterizado** porque el codificador núcleo es un codificador jerárquico y, para cada capa de codificación, al menos una frecuencia de corte de cada capa de codificación es determinada por dicho módulo de ajuste de frecuencia.

12. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 11, **caracterizado** porque el dispositivo comprende medios de transferencia de cada capa de la señal digital codificada por una red y porque la o cada frecuencia determinada por dicho módulo de ajuste de frecuencia para la capa de codificación es transferida con dicha capa de codificación.

13. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 12, **caracterizado** porque la parte del espectro de frecuencia de la señal de audio codificada con el codificador núcleo es la parte baja del espectro de frecuencia de la señal de audio.

14. Dispositivo de reconstrucción espectral de una señal de audio codificada en forma de datos, que comprende:

- un decodificador de limitación de banda espectral llamado decodificador núcleo adecuado para decodificar datos correspondientes a componentes de baja frecuencia del espectro de frecuencias de la señal de audio,
- un decodificador de extensión de banda distinto del decodificador núcleo, adecuado para decodificar datos, correspondientes a una segunda parte del espectro de frecuencias de la señal de audio, que comprende componentes de alta frecuencia;

caracterizado porque dichos datos destinados a dicho decodificador de extensión de banda corresponden no solamente a dichas componentes de alta frecuencia, sino también a una parte de dichas componentes de baja frecuencia del espectro de frecuencia de la señal de audio que ha codificado el codificador núcleo, y porque el dispositivo comprende:

- 5 - medios de estimación de al menos una frecuencia de corte alta de la señal decodificada por el decodificador núcleo,
- medios de adaptación de una frecuencia de corte baja del decodificador de extensión de banda a partir de dicha al menos una frecuencia de corte alta obtenida, y
- 10 - medios de decodificación de dicho decodificador de extensión de banda, adecuados para decodificar datos de extensión correspondientes a las frecuencias superiores a la frecuencia de corte baja adaptada.

15 15. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 14, **caracterizado** porque las informaciones representativas de al menos una frecuencia de corte de la señal decodificada por el decodificador núcleo se obtienen a partir de informaciones incluidas en el flujo de datos que comprende la señal digital codificada.

20 16. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 15, **caracterizado** porque el decodificador núcleo es un decodificar jerárquico y porque el dispositivo obtendrá informaciones representativas de al menos una frecuencia de corte de la señal decodificada por el decodificador núcleo para cada capa de la señal decodificada.

25 17. Programa informático almacenado en un soporte de información, comprendiendo dicho programa instrucciones que permiten realizar el procedimiento de codificación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, cuando se carga y ejecuta en un sistema informático.

30 18. Programa informático almacenado en un soporte de información, comprendiendo dicho programa instrucciones que permiten realizar el procedimiento de reconstrucción de una señal de audio de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 8, cuando se carga y ejecuta en un sistema informático.

35

40

45

50

55

60

65

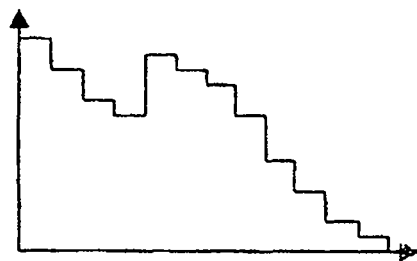


Fig. 1a

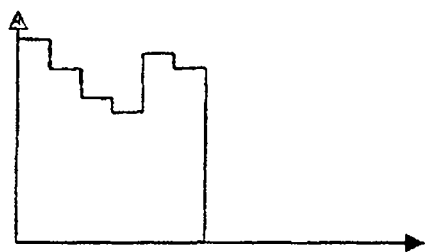


Fig. 1b

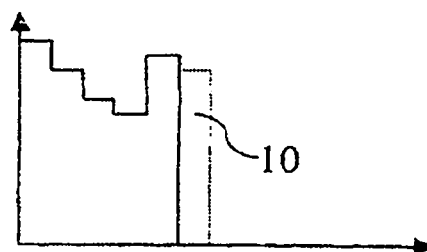


Fig. 1e

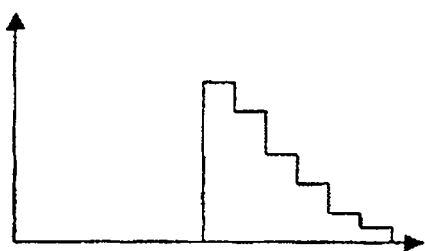


Fig. 1c

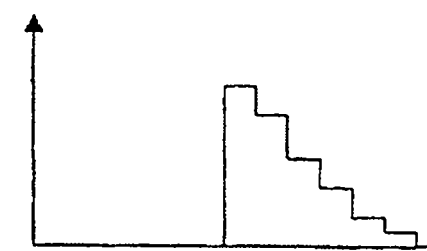


Fig. 1f

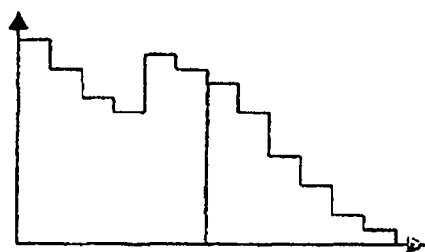


Fig. 1d

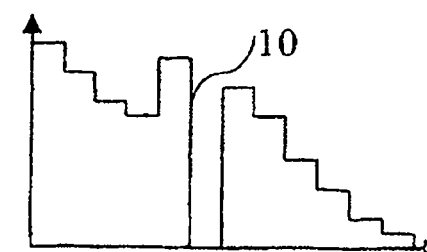
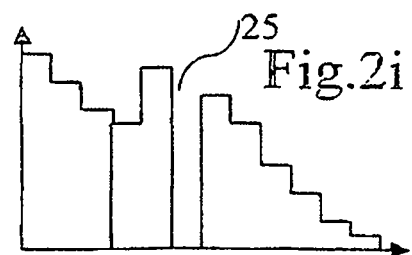
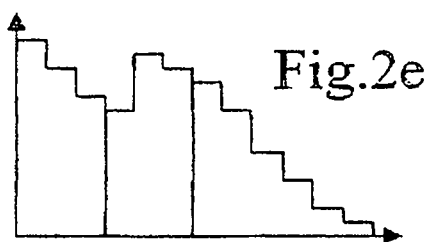
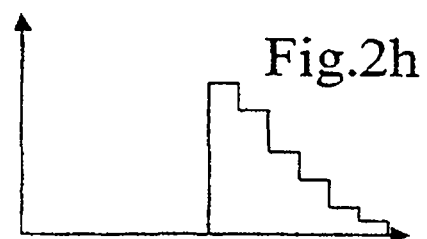
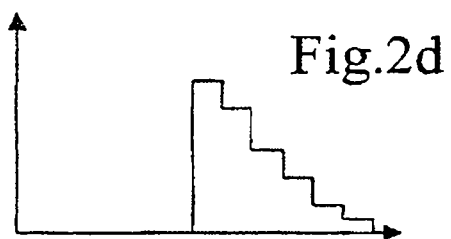
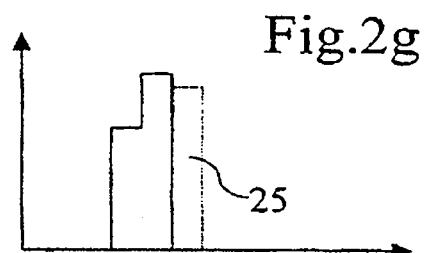
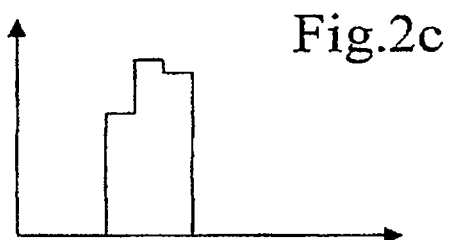
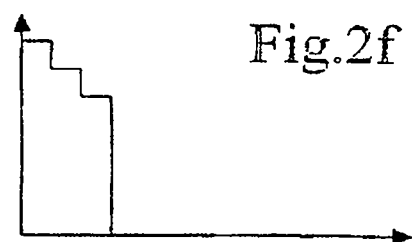
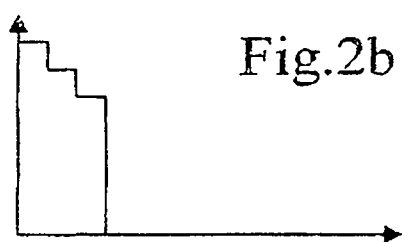
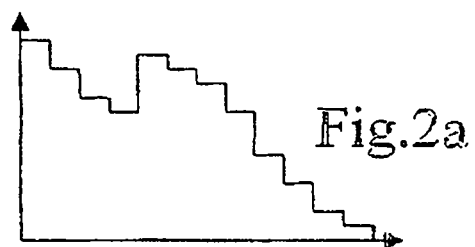


Fig. 1g



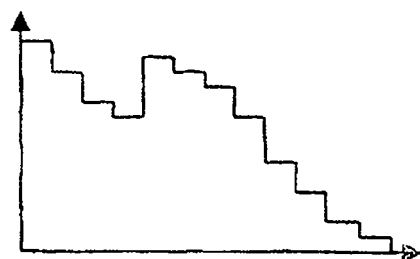


Fig.3a

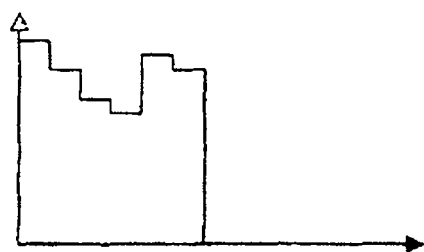


Fig.3b

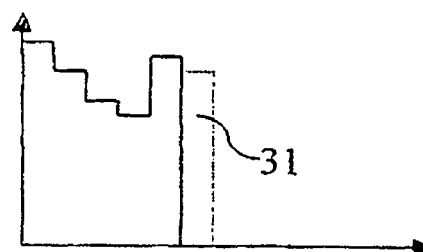


Fig.3d

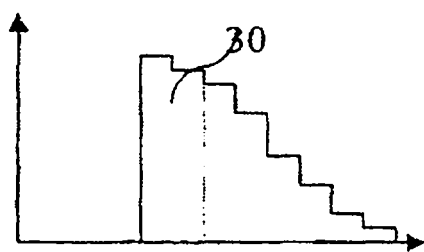


Fig.3c

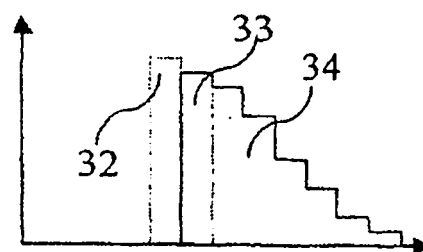


Fig.3e

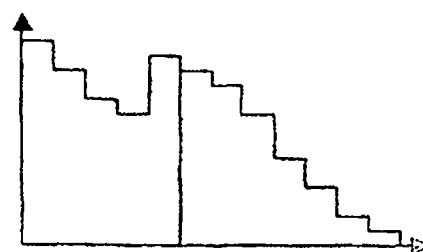


Fig.3f

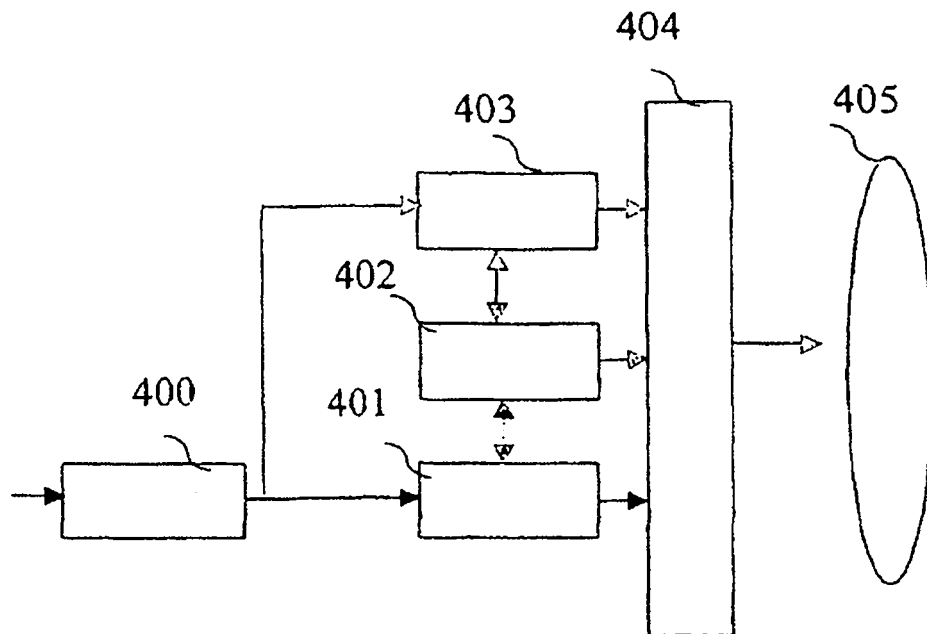


Fig.4a

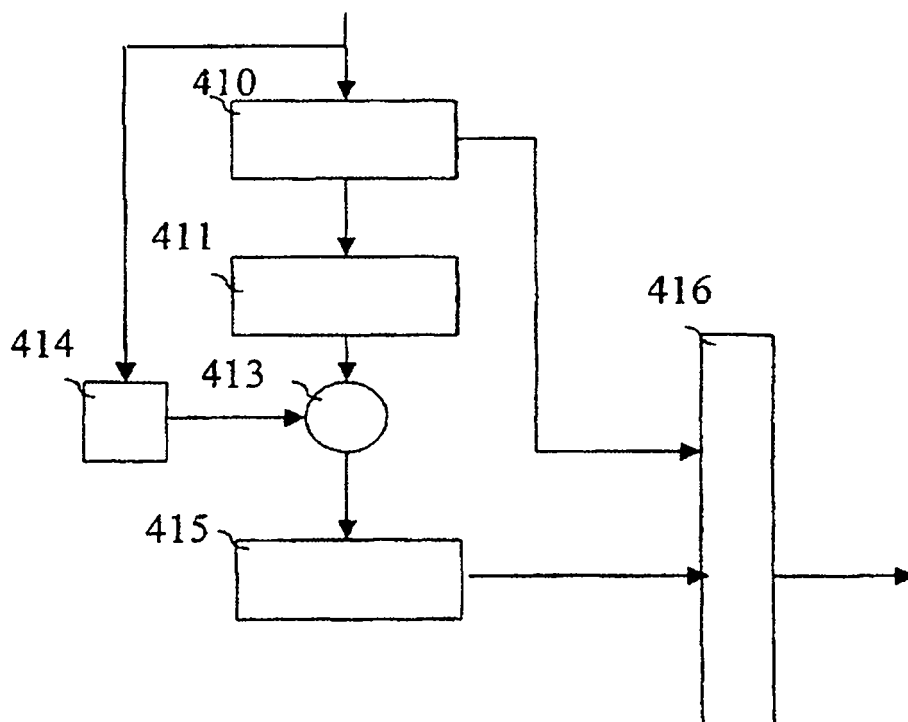


Fig.4b

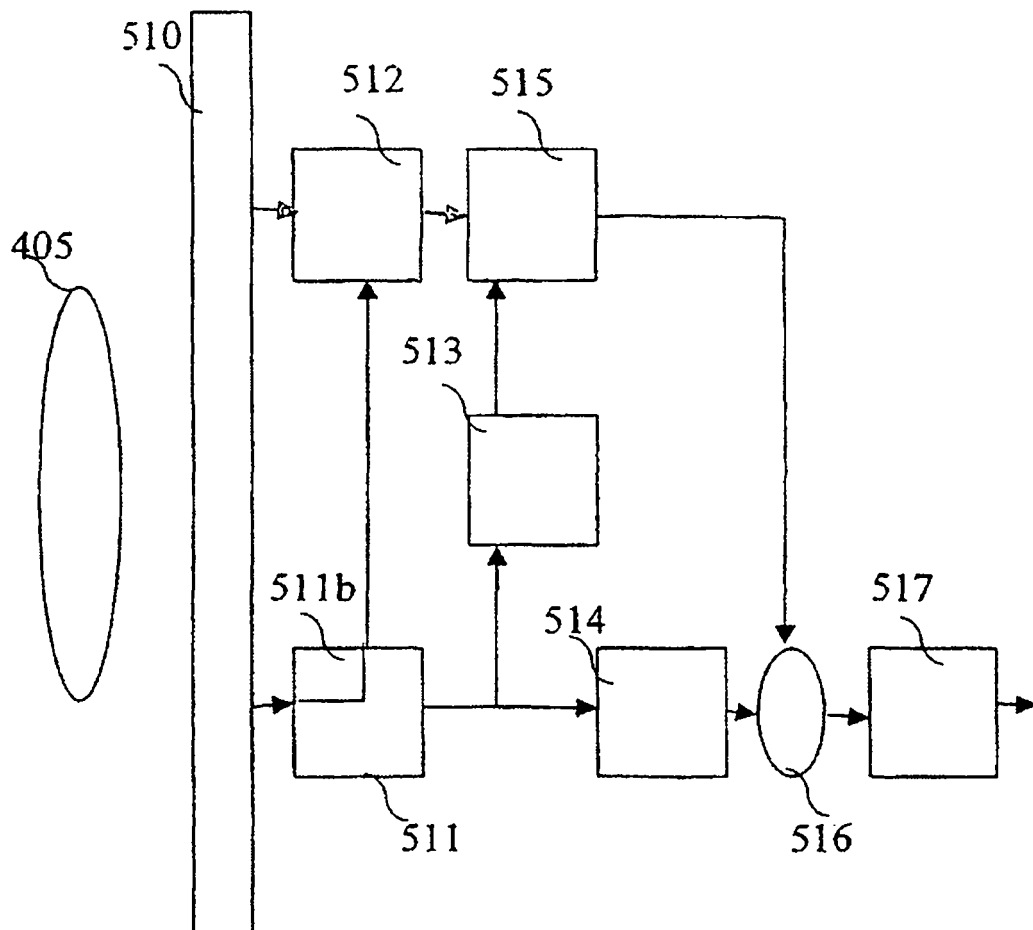


Fig.5

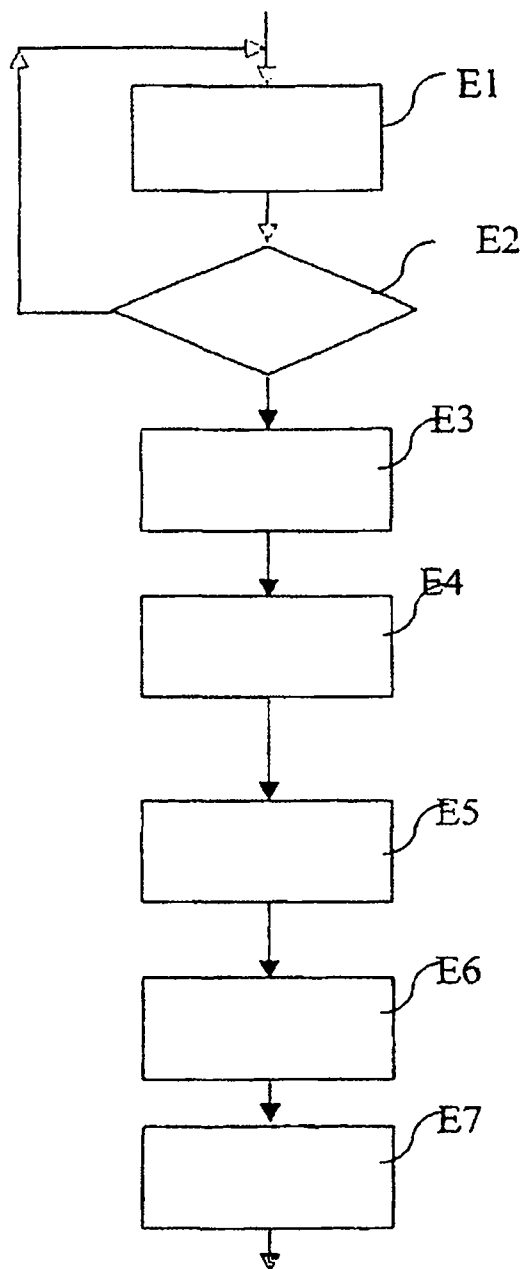


Fig.6

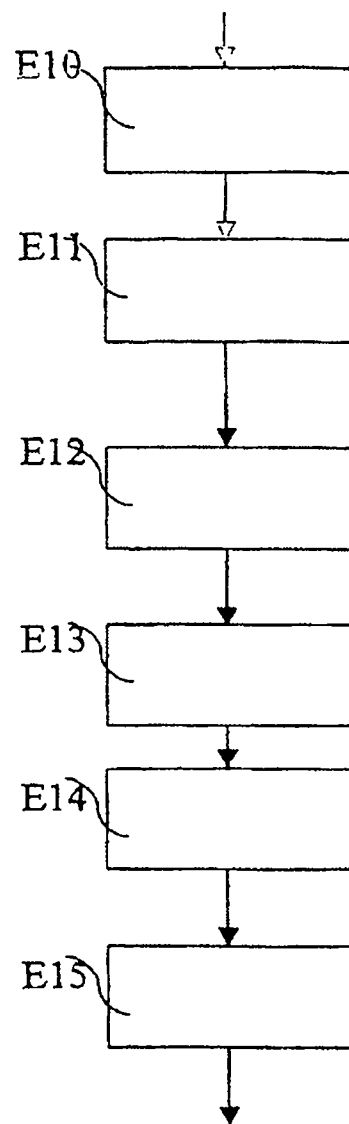


Fig.7