(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 993 333**

(51) Int. Cl.:

G10L 19/005 (2013.01)
H04L 1/00 (2006.01)
G10L 19/02 (2013.01)
G10L 25/93 (2013.01)
H04L 1/08 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.02.2020 PCT/EP2020/053620**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **20.08.2020 WO20165265**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.02.2020 E 20703483 (6)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.10.2024 EP 3924963**

(54) Título: **Decodificador y procedimiento de decodificación para ocultación de LC3 que incluye ocultación de pérdida de marco parcial**

(30) Prioridad:

13.02.2019 EP 19156997
13.02.2019 EP 19157036
13.02.2019 EP 19157042
13.02.2019 EP 19157047
11.06.2019 WO PCT/EP2019/065172
11.06.2019 WO PCT/EP2019/065205
11.06.2019 WO PCT/EP2019/065209

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
27.12.2024

(73) Titular/es:

FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V. (100.00%)
Hansastr. 27c
80686 München, DE

(72) Inventor/es:

TOMASEK, ADRIAN;
SPERSCHNEIDER, RALPH;
BÜTHE, JAN;
BENNDORF, CONRAD;
DIETZ, MARTIN;
SCHNELL, MARKUS y
SCHLEGEL, MAXIMILIAN

(74) Agente/Representante:

PONTI & PARTNERS, S.L.P.

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

Decodificador y procedimiento de decodificación para ocultación de LC3 que incluye ocultación de pérdida de marco parcial

[0001] La presente invención se refiere a un decodificador y un procedimiento de decodificación para ocultación de pérdida de marco LC3 que incluye ocultación de pérdida de marco parcial.

[0002] Los códecs de audio de transformada se basan en representaciones codificadas de espectros de marcos de audio. Estos espectros consisten de una pluralidad de líneas espectrales. Debido a varias razones, algunas o incluso todas las líneas espectrales pueden no estar disponibles en un lado de decodificador. Los conceptos de ocultación de errores de audio en el dominio de frecuencia pueden, por ejemplo, proporcionar medios para mitigar artefactos producidos por estas líneas espectrales que faltan. Un enfoque común es encontrar sustitutos lo mejor posible.

[0003] En la técnica anterior, se encuentran disponibles varias técnicas de ocultación de pérdida de marco.

[0004] Los conceptos de ocultación de pérdida de marco en el dominio de frecuencia se discuten, por ejemplo, en [1], donde, se mencionan en particular, silenciamiento, repetición, sustitución de ruido y predicción. Esas técnicas siempre se combinan con un proceso de desvanecimiento, que desvanece la señal – generalmente a través de varios marcos perdidos – hacia cero o hacia algún tipo de ruido de fondo/ruido de confort.

[0005] En [2], se proponen diferentes factores de atenuación para las bandas de frecuencia con base en la energía en esas bandas: Se puede, por ejemplo, aplicar un factor de atenuación mayor para bandas con una energía mayor que un umbral, y se puede aplicar un factor de atenuación menor para bandas con una energía menor que ese umbral. Además, en [2], se observa la progresión de energía sobre los últimos marcos buenos, y se aplica una atenuación más fuerte, si la energía en el último marco bueno era menor que en el último, pero un marco bueno.

[0006] Además, la forma espectral de la señal también se podría desvanecer hacia algún tipo de forma común. Este enfoque se utiliza, en particular, en códecs basados en codificación predictiva lineal (LPC), por ejemplo, EVS (servicios de voz mejorados), donde los coeficientes LPC se combinan con algunos coeficientes medios proporcionados.

[0007] El documento US 2010/115370 A1 describe la ocultación de error de marco que comprende la recepción de datos de audio codificados en una pluralidad de marcos; y el uso de uno o más valores de parámetros guardados a partir de uno o más marcos previos para la reconstrucción de un marco.

[0008] El documento US 2019/005967 describe una unidad de ocultación de error para proporcionar información de audio de ocultación de error para la ocultación. La unidad de ocultación de error proporciona un primer componente de información de audio de ocultación de error para un primer intervalo de frecuencia y un segundo componente de información de audio de ocultación de error para un segundo intervalo de frecuencia.

[0009] ROSE KENNETH Y COL. “A Frame Loss Concealment Technique for MPEG-AAC”, Convención AES 120, mayo de 2006, AES, 60 EAST 42ND STREET, ROOM 2520 NUEVA YORK 10165-2520, EE.UU., (20060501) describe la ocultación de pérdida de marco dentro del decodificador de codificación de audio avanzada (AAC), que puede mitigar de manera efectiva el impacto adverso de la pérdida de marco en la calidad de reconstrucción. La información espectral del marco perdido se estima primero en el dominio de la transformada de coseno discreto modificado (MDCT) a través del enfoque de interpolación de marco conocido. Los coeficientes de MDCT interpolados se refinan además a continuación mediante el escalado de magnitud y la corrección de signo.

[0010] ROSE KENNETH Y COL., “Frame Loss Concealment for Audio Decoders Employing Spectral Band Replication”, Convención AES 121, octubre de 2006, AES, 60 EAST 42ND STREET, ROOM 2520 NUEVA YORK 10165-2520, EE.UU., (20061001) describe una técnica de ocultación de pérdida de marco avanzada para los decodificadores de audio que emplea replicación de banda espectral (SBR). La señal de alta frecuencia del marco perdido se reconstruye mediante la estimación de la información paramétrica involucrada en el proceso SBR.

[0011] “Digital Audio Broadcasting (DAB); Transport of Advanced Audio Coding (AAC) audio”, TECHNICAL SPECIFICATION, EUROPEAN TELECOMMUNICATIONS STANDARDS INSTITUTE (ETSI), 650 ROUTE DES LUCIOLES; F-06921 SOPHIA-ANTIPOLIS; FRANCIA, (20100501), vol. BROADCAS, n. º V1.2.1, describe la ocultación de una corriente de bits errónea, donde la ocultación se proporciona por un decodificador DAB HE AAC v2.

[0012] TALEB A Y COL., “Partial Spectral Loss Concealment in Transform Coders”, 2005 IEEE

INTERNATIONAL CONFERENCE ON ACOUSTICS, SPEECH, AND SIGNAL PROCESSING – MARZO DE 2005-FILADELFIA, PA, EE.UU., IEEE, PISCATAAWAY, NJ, (20050318), vol. 3, doi: 10.1109/ICASSP.2005.1415677, ISBN 978-0-7803-8874-1, páginas 185-188 describe una técnica de ocultación de error para la pérdida espectral parcial en los codificadores de transformada.

[0013] El objeto de la presente invención es proporcionar conceptos mejorados para ocultación de errores. El objeto de la presente invención se resuelve mediante un decodificador según la reivindicación 1, mediante un procedimiento según la reivindicación 38 y mediante un programa informático según la reivindicación 39.

[0014] En algunas circunstancias, los conceptos de ocultación de errores se pueden, por ejemplo, aplicar a todo el marco, por ejemplo, si todo el marco se pierde o se marca como inválido, o – incluso si hay partes del espectro disponibles – si se considera que la ocultación de pérdida de marco completo es la mejor estrategia de ocultación de errores posible.

[0015] En otras circunstancias, sin embargo, las técnicas de ocultación de errores se pueden, por ejemplo, aplicar solo a una parte del marco, si hay partes del espectro disponibles.

[0016] Las circunstancias, donde se encuentran disponibles partes del espectro, se pueden presentar, por ejemplo, en codificación escalable, por ejemplo, AAC escalable, AAC SLS o BSAC, donde se reciben algunas capas, pero no se reciben otras (AAC = codificación de audio avanzada, SLS = escalable a sin pérdidas, BSAC = codificación aritmética segmentada de bits).

[0017] O partes del espectro pueden estar disponibles, por ejemplo, en codificación de marco redundante, donde está disponible una copia redundante de baja calidad del marco perdido, es decir, en el contexto de VoIP o VoLTE (ver, por ejemplo, [3] y [4] para obtener más información sobre robustez y resiliencia a errores en VoIP y VoLTE; VoIP = voz sobre IP/ voz sobre protocolo de Internet; VoLTE = voz sobre LTE/voz sobre evolución a largo plazo).

[0018] O, partes del espectro pueden estar disponibles, por ejemplo, cuando se realiza detección de errores selectiva, por ejemplo, en AAC con RVLC (codificación de longitud variable reversible) para los datos de factor de escala, donde se puede detectar que ciertos factores de escala están dañados, que conduce a un cierto número de líneas de espectros dañadas; o, por ejemplo, en LC3 para DECT (telecomunicaciones inalámbricas mejoradas digitales), donde se pueden detectar por separado errores en la representación codificada de partes del espectro (que representan el intervalo espectral psicoacústicamente menos importante).

[0019] A continuación, las realizaciones de la presente invención se describen más detalladamente con referencia a las figuras, en las cuales:

La figura 1 ilustra un decodificador para decodificar un marco actual para reconstruir una porción de señal de audio de una señal de audio según una realización.
La figura 2 ilustra un módulo de decodificación según una realización particular.
La figura 3 ilustra una descripción general de módulo de decodificación según una realización para decodificación de canal limpio.
La figura 4 ilustra una descripción general de módulo de decodificación según una realización para ocultación de pérdida de marco completo.
La figura 5 ilustra una descripción general del módulo de decodificación según una realización para ocultación de pérdida de marco parcial.
La figura 6 ilustra una función de desvanecimiento según una realización que depende de una cantidad de marcos perdidos en una fila, y que además depende de una longitud de marco.
La figura 7 ilustra un umbral de aleatorización de signos según una realización, que depende de un número de marcos perdidos en una fila y que además depende de una longitud de marco.
La figura 8 ilustra un factor de umbral de energía según una realización, que depende de una cantidad de marcos perdidos en una fila y que además depende de una longitud de marco.
La figura 9 ilustra una atenuación no lineal según una realización, que depende de un número de marcos perdidos en una fila.

[0020] La figura 1 ilustra un decodificador 100 para decodificar un marco actual para reconstruir una señal de audio según una realización.

[0021] La señal de audio se codifica dentro del marco actual. El marco actual comprende una carga útil de flujo de bits actual. La carga útil de flujo de bits actual comprende una pluralidad de bits de carga útil. La pluralidad de bits de carga útil codifica una pluralidad de líneas espectrales de un espectro de la señal de audio. Cada uno de los bits de carga útil exhibe una posición dentro de la carga útil de flujo de bits actual.

[0022] El decodificador 100 comprende un módulo de decodificación 110 y una interfaz de salida 120.

[0023] El módulo de decodificación 110 se configura para reconstruir la señal de audio.

[0024] La interfaz de salida 120 se configura para emitir la señal de audio.

[0025] El módulo de decodificación 110 comprende un modo de ocultación de errores, donde, si el módulo de decodificación 110 se encuentra en el modo de ocultación de errores, el módulo de decodificación se configura para reconstruir la señal de audio al llevar a cabo ocultación de errores para aquellas líneas espectrales del espectro de la señal de audio, que exhiben una frecuencia que es mayor que una frecuencia umbral.

[0026] Y/o, si el módulo de decodificación 110 lleva a cabo ocultación de errores, el módulo de decodificación 110 se configura para realizar ocultación de errores de una manera que depende de si o no una carga útil de flujo de bits anterior de un marco anterior que precede al marco actual codifica un componente de señal de la señal de audio que es tonal o armónico.

[0027] En algunas realizaciones, el módulo de decodificación puede estar, por ejemplo, en el modo de ocultación de errores, si la carga útil de flujo de bits actual del marco actual comprende errores no corregibles y/o si se pierde el marco actual. La carga útil de flujo de bits actual puede, por ejemplo, comprender errores no corregibles, si todavía existe un error después de que el decodificador 100 haya realizado corrección de errores; o, si la carga útil de flujo de bits actual comprende un error y no se realiza ninguna corrección de errores. Un marco que comprende errores no corregibles, por ejemplo, se puede referir como un marco dañado.

[0028] Por ejemplo, según una realización, los parámetros de ocultación de errores particulares se pueden, por ejemplo, configurar dependiendo de si o no la carga útil de flujo de bits anterior del marco anterior que precede al marco actual codifica el componente de señal de la señal de audio que es tonal o armónico.

[0029] Según una realización, el marco anterior puede ser, por ejemplo, un último marco recibido que se ha decodificado por el módulo de decodificación 110 sin realizar ocultación de errores en el modo de ocultación de pérdida de marco completo.

[0030] En lo sucesivo, las realizaciones se describen en más detalle.

[0031] El espectro se puede considerar, por ejemplo, subdividido en esas líneas espectrales, que están disponibles y que se utilizarán, y esas líneas espectrales, que no están disponibles o que no se utilizarán (por ejemplo, aunque pueden, por ejemplo, estar disponibles).

[0032] Según algunas realizaciones, se puede, por ejemplo, proceder de la siguiente manera:
En algunas situaciones, todas las líneas espectrales están disponibles y se utilizarán, y por lo tanto, no se puede, por ejemplo, realizar ocultación de pérdida de marco.

[0033] En otras situaciones, ciertas líneas espectrales están disponibles y se utilizarán, y la ocultación de pérdida de marco parcial se puede realizar, por ejemplo, en las líneas espectrales que faltan.

[0034] En aun otras situaciones, no hay líneas espectrales disponibles o se utilizarán, y se puede realizar, por ejemplo, ocultación de pérdida de marco completo.

[0035] En lo sucesivo, se describe la ocultación de errores dependiendo de la tonalidad según algunas realizaciones.

[0036] En una realización, si el módulo de decodificación 110 lleva a cabo ocultación de errores, el módulo de decodificación 110 se puede, por ejemplo, configurar para reconstruir un espectro actual de la señal de audio al realizar ocultación de errores usando una pluralidad de signos de un espectro anterior de la señal de audio, la pluralidad de signos se codifica dentro del marco anterior, donde el módulo de decodificación 110 se puede configurar, por ejemplo, para realizar ocultación de errores de una manera que depende de si o no el marco anterior codifica un componente de señal que es tonal o armónico. Por ejemplo, los parámetros para ocultación de errores se pueden seleccionar, por ejemplo, de una manera diferente dependiendo de si el componente de señal es o no tonal o armónico.

[0037] En una realización, el marco anterior puede ser, por ejemplo, un último marco recibido, que se ha decodificado por el módulo de decodificación 110 sin realizar ocultación de errores. O, el marco anterior puede ser, por ejemplo, un último marco recibido, que se ha decodificado por el módulo de decodificación 110 sin realizar

ocultación de errores en el modo de ocultación de pérdida de marco completo. O, el marco anterior puede ser, por ejemplo, un último marco recibido, que se ha decodificado por el módulo de decodificación 110 sin realizar ocultación de errores en el modo de ocultación de pérdida de marco parcial o en el modo de ocultación de pérdida de marco completo.

[0038] Según una realización, si el módulo de decodificación 110 lleva a cabo ocultación de errores, y si la carga útil de flujo de bits anterior del marco anterior codifica un componente de señal que es tonal o armónico, el módulo de decodificación 110 se puede configurar, por ejemplo, para voltear uno o más signos de la pluralidad de signos del espectro anterior para reconstruir el espectro actual, donde un valor porcentual p, que indica una probabilidad de que un signo de la pluralidad de signos del espectro anterior se voltee por el módulo de decodificación 110 para reconstruir el espectro actual, puede estar, por ejemplo, entre 0 % ≤ p ≤ 50 %, donde el módulo de decodificación 110 se puede configurar, por ejemplo, para determinar el valor porcentual p. En una realización, el módulo de decodificación 110 puede emplear, por ejemplo, una secuencia de números pseudoaleatorios para determinar si un signo considerado del espectro anterior realmente se volteará o no dependiendo del valor porcentual p.

[0039] En una realización, el módulo de decodificación 110 se puede configurar, por ejemplo, para aumentar el valor porcentual p dependiendo de un número de marcos posteriores. El número de marcos posteriores puede indicar, por ejemplo, para cuántos marcos perdidos posteriormente (parcialmente o totalmente) se ha realizado ocultación de errores por el módulo de decodificación 110; o donde el número de marcos posteriores puede indicar, por ejemplo, para cuántos marcos posteriores se ha realizado ocultación de errores en un modo de ocultación de errores particular por el módulo de decodificación 110.

[0040] En una realización, el módulo de decodificación 110 se puede configurar, por ejemplo, para determinar el valor porcentual p dependiendo de una función que depende del número de marcos posteriores, el número de marcos posteriores que es un argumento de la función.

[0041] Según una realización, el módulo de decodificación 110 se puede configurar, por ejemplo, para determinar el valor porcentual p, de modo que p sea 0 %, si el número de marcos posteriores es menor que un primer valor umbral; de modo que 0 % ≤ p ≤ 50 %, si el número de marcos posteriores es mayor o igual que el primer valor umbral y menor que un segundo valor umbral, y de modo que p = 50 %, si el número de marcos posteriores es mayor que el segundo valor umbral.

[0042] En una realización, el módulo de decodificación 110 se puede configurar, por ejemplo, para determinar el valor porcentual p, de modo que el valor porcentual p aumente linealmente en el intervalo entre el primer valor umbral y el segundo valor umbral dependiendo del número de marcos posteriores.

[0043] Según una realización, si el módulo de decodificación 110 lleva a cabo ocultación de errores, y si la carga útil de flujo de bits anterior del marco anterior no codifica un componente de señal que es tonal o armónico, el módulo de decodificación 110 se puede configurar, por ejemplo, para voltear el 50 % de la pluralidad de signos del espectro anterior para reconstruir el espectro actual.

[0044] En una realización, si el módulo de decodificación 110 lleva a cabo ocultación de errores, el módulo de decodificación 110 se puede configurar, por ejemplo, para reconstruir un espectro actual de la señal de audio al realizar ocultación de errores usando una pluralidad de amplitudes del espectro anterior de la señal de audio dependiendo de si el marco anterior codifica o no un componente de señal que es tonal o armónico, la pluralidad de amplitudes se codifica dentro del marco anterior.

[0045] Según una realización, si el módulo de decodificación 110 lleva a cabo ocultación de errores, el módulo de decodificación 110 se puede configurar, por ejemplo, para atenuar la pluralidad de amplitudes del espectro anterior según una característica de atenuación no lineal para reconstruir el espectro actual, donde la característica de atenuación no lineal depende de si o no la carga útil de flujo de bits anterior del marco anterior codifica un componente de señal que es tonal o armónico. Por ejemplo, los parámetros para la característica de atenuación no lineal se pueden seleccionar, por ejemplo, de una manera diferente dependiendo de si el componente de señal es o no tonal o armónico.

[0046] En una realización, si el módulo de decodificación 110 lleva a cabo ocultación de errores, y si la carga útil de flujo de bits anterior del marco anterior codifica un componente de señal que es tonal o armónico, el módulo de decodificación 110 se puede configurar, por ejemplo, para atenuar la pluralidad de amplitudes del espectro anterior con base en un factor de estabilidad, donde el factor de estabilidad indica una similitud entre el espectro actual y el espectro anterior; o donde el factor de estabilidad indica una similitud entre el espectro anterior y un espectro pre-anterior de un marco pre-anterior que precede al marco anterior.

[0047] Según una realización, el marco pre-anterior puede ser, por ejemplo, un último marco recibido antes del marco anterior, que se ha decodificado por el módulo de decodificación 110 sin realizar ocultación de errores. O, el marco pre-anterior puede ser, por ejemplo, un último marco recibido antes del marco anterior (por ejemplo, un último marco recibido), que se ha decodificado por el módulo de decodificación 110 sin realizar ocultación de errores en el modo de ocultación de pérdida de marco completo. O, el marco pre-anterior puede ser, por ejemplo, un último marco recibido antes del marco anterior, que se ha decodificado por el módulo de decodificación 110 sin realizar ocultación de errores en el modo de ocultación de pérdida de marco parcial o en el modo de ocultación de pérdida de marco completo.

[0048] En una realización, el factor de estabilidad puede, por ejemplo, indicar la similitud entre el espectro actual y el espectro anterior, si el módulo de decodificación 110 se configura para realizar ocultación de pérdida de marco parcial. El factor de estabilidad puede, por ejemplo, indicar la similitud entre el espectro anterior y el espectro pre-anterior, si el módulo de decodificación 110 se configura para realizar ocultación de pérdida de marco completo.

[0049] Según una realización, el módulo de decodificación 110 se puede configurar, por ejemplo, para determinar una energía de un intervalo espectral del espectro anterior. Además, el módulo de decodificación 110 se puede configurar, por ejemplo, para determinar si o no la energía del intervalo espectral es menor que un umbral de energía. Si la energía es menor que el umbral de energía, el módulo de decodificación 110 se puede configurar, por ejemplo, para atenuar una amplitud de la pluralidad de amplitudes que se asignan al intervalo espectral con un primer factor de desvanecimiento. Si la energía es mayor que o igual al umbral de energía, el módulo de decodificación 110 se puede configurar, por ejemplo, para atenuar la amplitud de la pluralidad de amplitudes que se asignan al intervalo espectral con un segundo factor de desvanecimiento, que es menor que el primer factor de desvanecimiento. El módulo de decodificación 110 se puede configurar, por ejemplo, para llevar a cabo atenuación de modo que, mediante el uso de un factor de desvanecimiento más pequeño para la atenuación de una de la pluralidad de amplitudes, se aumenta la atenuación de una de las amplitudes.

[0050] En una realización, el módulo de decodificación 110 se puede configurar, por ejemplo, para determinar una energía de una banda espectral que comprende múltiples intervalos espectrales del espectro anterior. El módulo de decodificación 110 se puede configurar, por ejemplo, para determinar si la energía de la banda espectral es o no menor que un umbral de energía. Si la energía es menor que el umbral de energía, el módulo de decodificación 110 se puede configurar, por ejemplo, para atenuar una amplitud de la pluralidad de amplitudes que se asignan al intervalo espectral de la banda espectral con un primer factor de desvanecimiento. Si la energía es mayor que o igual al umbral de energía, el módulo de decodificación 110 se puede configurar, por ejemplo, para atenuar la amplitud de la pluralidad de amplitudes que se asignan al intervalo espectral de la banda espectral con un segundo factor de desvanecimiento, que es menor que el primer factor de desvanecimiento. El módulo de decodificación 110 se puede configurar, por ejemplo, para llevar a cabo atenuación de modo que, mediante el uso de un factor de desvanecimiento más pequeño para la atenuación de una de la pluralidad de amplitudes, se aumenta la atenuación de una de las amplitudes.

[0051] Según una realización, el módulo de decodificación 110 se puede configurar, por ejemplo, para determinar el primer factor de desvanecimiento de modo que, dependiendo del número de marcos posteriores, el primer factor de desvanecimiento se vuelve más pequeño. Además, el módulo de decodificación 110 se puede configurar, por ejemplo, para determinar el segundo factor de desvanecimiento de modo que, dependiendo del número de marcos posteriores, el segundo factor de desvanecimiento se vuelve más pequeño.

[0052] En una realización, el módulo de decodificación 110 se puede configurar, por ejemplo, para determinar el primer factor de desvanecimiento y el segundo factor de desvanecimiento, de modo que

```
cum_fading_slow  = 1,
```

y

```
cum_fading_fast  = 1,
```

[0053] si el marco actual es un primer marco entre los marcos posteriores, y de modo que si el marco actual es uno de los marcos que suceden al primer marco entre los marcos posteriores, el primer factor de desvanecimiento y el segundo factor de desvanecimiento se pueden determinar, por ejemplo, dependiendo del número de marcos posteriores según:

```
cum_fading_slow = cum_fading_slow * slow;
cum_fading_fast = cum_fading_fast * fast;
```

donde cum_fading_slow en el lado derecho de la fórmula es el primer factor de desvanecimiento del marco anterior (por ejemplo, inicializado con 1 en el primer marco perdido), donde cum_fading_slow en el lado izquierdo de la fórmula es el primer factor de desvanecimiento del marco actual, donde cum_fading_fast en el lado derecho de la fórmula es el segundo factor de desvanecimiento del marco anterior (por ejemplo, inicializado con 1 en el primer marco perdido), donde cum_fading_fast en el lado izquierdo de la fórmula es el segundo factor de desvanecimiento del marco actual, donde 1 > lento > rápido > 0.

[0054] Según una realización, 1 > lento > rápido > 0,3.

[0055] En una realización, el módulo de decodificación 110 se puede configurar, por ejemplo, para determinar el umbral de energía, de modo que el umbral de energía sea igual a un primer valor de energía, si el número de marcos posteriores es menor que un tercer valor umbral; de modo que el umbral de energía sea menor que el primer valor de energía y sea mayor que un segundo valor de energía, si el número de marcos posteriores es mayor o igual que el tercer valor umbral y menor que un cuarto valor umbral; y de modo que el umbral de energía sea igual a el segundo valor de energía, si el número de marcos posteriores es mayor que el cuarto valor umbral.

[0056] Según una realización, el módulo de decodificación 110 se puede configurar, por ejemplo, para determinar el umbral de energía, de modo que el umbral de energía disminuye linealmente en el intervalo entre el tercer valor umbral y el cuarto valor umbral dependiendo del número de marcos posteriores.

[0057] Para aquellas líneas espectrales, que no están disponibles o que no se utilizarán, se generan reemplazos, mientras que – con base en la tonalidad de la señal recibida anteriormente, y, si esta información está disponible, dependiendo de la tonalidad de la señal recibida actualmente, se conserva un cierto grado de tonalidad:
Se conserva más tonalidad, si los indicadores indican que la última señal buena fue tonal.

[0058] Se conserva menos tonalidad, si los indicadores indican, que la última señal buena no era tonal.

[0059] La tonalidad se representa principalmente por las relaciones de las fases entre varios intervalos dentro de un marco y/o las relaciones de las fases del mismo intervalo para marcos posteriores.

[0060] Algunas realizaciones se enfocan en el primer aspecto, es decir, que la tonalidad se representa principalmente por las relaciones de las fases entre varios intervalos dentro de un marco.

[0061] Las fases de varios intervalos dentro de un marco se caracterizan principalmente por sus signos, pero también por la relación de la amplitud de los intervalos vecinos. Por lo tanto, la preservación de la relación de amplitud, así como la preservación de los signos conduce a una tonalidad altamente conservada. A la inversa, cuanto más se altera la amplitud y/o la relación de signos entre los intervalos posteriores, menos se conserva la tonalidad.

[0062] A continuación, se describe la manipulación de los signos según algunas de las realizaciones.

[0063] Desde el estado de la técnica, se conocen dos enfoques:
Según un primer enfoque, se aplica repetición de marcos: Los signos se conservan del espectro anterior.

[0064] En un segundo enfoque, se lleva a cabo sustitución de ruido: Los signos se aleatorizan en relación con el espectro anterior; aleatoriamente se voltea el 50 % de los signos.

[0065] Para señales sin voz, la sustitución de ruido proporciona buenos resultados.

[0066] Para las señales de voz, se podría usar la repetición de marco, pero para las pérdidas más largas, la tonalidad preservada (que se prefiere al comienzo de la pérdida) podría volverse molesta.

[0067] Las realizaciones se basan en el hallazgo de que para las señales de voz es deseable una fase de transición entre la repetición de marco y la sustitución de ruido.

[0068] Según algunas realizaciones, esto se puede lograr, por ejemplo, girando aleatoriamente un cierto porcentaje de los signos por marco, donde este porcentaje se encuentra entre 0 % y 50 %, y aumenta con el tiempo.

[0069] Ahora, se describe la manipulación de la amplitud según algunas realizaciones.

[0070] La forma más simple, que se utiliza con frecuencia en el estado de la técnica, es la aplicación de un determinado factor de atenuación a todos los intervalos de frecuencia. Este factor de atenuación se incrementa de marco en marco para lograr un desvanecimiento suave. La velocidad de desvanecimiento puede ser fija o puede

depender de las características de señal. Con este enfoque, se conserva la relación de la magnitud de intervalos vecinos, así como la forma espectral de todo el marco.

[0071] También se conoce en el estado de la técnica una atenuación por banda usando diferentes factores de atenuación dependiendo de la energía dentro de cada banda. Aunque este enfoque también conserva la relación de la magnitud de los intervalos vecinos dentro de cada banda, la forma espectral de todo el marco se aplana.

[0072] Según algunas realizaciones, los intervalos con valores más grandes se atenúan más fuerte que los intervalos con valores más pequeños. Para esto, algunas realizaciones pueden definir, por ejemplo, una característica de atenuación no lineal. Esta característica de atenuación no lineal evita aumentos excesivos, que de otro modo se podrían presentar, ya que no se asegura cancelación de alias durante la adición-superposición, y modifica la relación de la magnitud de los intervalos vecinos, que da por resultado una forma espectral más plana. Con el fin de aplanar la forma espectral. Algunas realizaciones se basan en el hallazgo de que la relación de la magnitud de los intervalos vecinos debe permanecer por encima de uno, si estaba por encima de uno de antemano; y que la relación debe permanecer por debajo de uno, si estaba por debajo de uno de antemano.

[0073] Con el fin de aplicar esta atenuación de manera elegante, en algunas realizaciones, la característica no lineal puede ser, por ejemplo, pequeña al comienzo de la pérdida y puede aumentar, por ejemplo, posteriormente. En realizaciones, su ajuste a lo largo del tiempo puede, por ejemplo, depender de la tonalidad de la señal: Según algunas realizaciones, para señales sin voz, la no linealidad puede ser, por ejemplo, más fuerte que para señales con voz.

[0074] Esta característica de atenuación no lineal influye en la forma espectral. En realizaciones, el espectro se puede volver, por ejemplo, más plano con el tiempo, que reduce la posibilidad de artefactos sonoros sintéticos molestos durante las pérdidas de ráfaga.

[0075] En lo sucesivo, se describe ocultación de pérdida de marco parcial según algunas realizaciones.

[0076] Según una realización, el modo de ocultación de errores puede ser, por ejemplo, un modo de ocultación de pérdida de marco parcial, donde, si el módulo de decodificación 110 se encuentra en el modo de ocultación de pérdida de marco parcial, el módulo de decodificación 110 se puede configurar, por ejemplo, para reconstruir la señal de audio sin realizar ocultación de errores para una o más primeras líneas espectrales de la pluralidad de líneas espectrales del espectro, que exhiben una frecuencia que es menor que o igual a la frecuencia umbral, donde la una o más primeras líneas espectrales se han codificado por un primer grupo de uno o más de la pluralidad de bits de carga útil. Además, el módulo de decodificación 110 se puede configurar, por ejemplo, para reconstruir la señal de audio al llevar a cabo ocultación de errores para una o más segundas líneas espectrales de la pluralidad de líneas espectrales del espectro, que exhiben una frecuencia que es mayor que la frecuencia umbral, donde una o más segundas líneas espectrales se han codificado por un segundo grupo de uno o más de la pluralidad de bits de carga útil.

[0077] En una realización, el módulo de decodificación 110 se puede configurar, por ejemplo, para detectar si el marco actual comprende o no algún bit dañado que codifique la una o más primeras líneas espectrales del espectro de la señal de audio que exhiben una frecuencia que es menor que o igual a la frecuencia umbral. Además, el módulo de decodificación 110 se puede configurar, por ejemplo, para detectar si o no el marco actual comprende uno o más bits dañados que codifican una o más segundas líneas espectrales del espectro de la señal de audio que exhiben una frecuencia que es mayor que la frecuencia umbral. El uno o más bits dañados son uno o más de los bits de carga útil que se distorsionan o que es probable que se distorsionen. Si el marco actual no comprende ningún bit dañado que codifique una o más primeras líneas espectrales del espectro de la señal de audio que exhiben una frecuencia que es menor que o igual a la frecuencia umbral y si el marco actual comprende uno o más bits dañados que codifican una o más segundas líneas espectrales del espectro de la señal de audio que exhiben una frecuencia que es mayor que la frecuencia umbral, el módulo de decodificación 110 se puede configurar, por ejemplo, para llevar a cabo ocultación de errores en el modo de ocultación de pérdida de marco parcial al llevar a cabo ocultación de errores para una o más segundas líneas espectrales del espectro que son mayores que la frecuencia umbral.

[0078] Según una realización, si el marco actual no comprende ningún bit dañado que codifique una o más primeras líneas espectrales del espectro de la señal de audio que exhiben una frecuencia que es menor que o igual a la frecuencia umbral y si el marco actual comprende uno o más bits dañados que codifican una o más segundas líneas espectrales del espectro de la señal de audio que exhiben una frecuencia que es mayor que la frecuencia umbral, el módulo de decodificación 110 se puede configurar, por ejemplo, para reconstruir la señal de audio al decodificar el primer grupo de uno o más de la pluralidad de bits de carga útil que codifican una o más primeras líneas espectrales del espectro de la señal de audio que exhiben una frecuencia que es menor que o igual a la frecuencia umbral.

[0079] En una realización, el módulo de decodificación 110 se puede configurar, por ejemplo, para detectar si

el marco actual se pierde, donde, si el decodificador 100 ha detectado que el marco actual se pierde, el módulo de decodificación 110 se puede configurar, por ejemplo, para reconstruir la señal de audio al llevar a cabo ocultación de errores para una o más segundas líneas espectrales del espectro de la señal de audio que exhiben una frecuencia que es mayor que la frecuencia umbral. Además, el módulo de decodificación 110 se puede configurar, por ejemplo, para decodificar sin llevar a cabo ocultación de errores para el primer grupo, el primer grupo de uno o más de la pluralidad de bits de carga útil que codifican una o más primeras líneas espectrales para una o más primeras frecuencias del espectro de la señal de audio es menor que o igual a la frecuencia umbral, donde el primer grupo de uno o más de la pluralidad de bits de carga útil es uno o más bits de carga útil de un marco redundante que es diferente del marco actual.

[0080] En una realización, el marco redundante puede, por ejemplo, ser una versión de ancho de banda limitado del marco actual. Por ejemplo, el marco redundante puede proporcionar, por ejemplo, datos (por ejemplo, un conjunto de datos reducido en comparación con el marco actual) que codifica la señal de audio durante un mismo período de tiempo que el marco actual. Estos datos pueden, por ejemplo, ser diferentes para la pluralidad de bits de carga útil que codifican la señal de audio de una o más primeras líneas espectrales para una o más primeras frecuencias del espectro de la señal de audio que es menor que o igual a la frecuencia umbral a medida que se codifican con menos bits que el marco actual de las primeras frecuencias del espectro durante el mismo período de tiempo del marco actual.

[0081] En una realización, si el módulo de decodificación 110 se configura para realizar ocultación de errores en un modo de ocultación de pérdida de marco completo, el módulo de decodificación 110 se configura para realizar ocultación de errores para todas las líneas espectrales del espectro (completo) (como de otra forma reconstruible mediante todos los bits de carga útil de la carga útil de flujo de bits actual del marco actual).

[0082] Según una realización, la pluralidad de bits de carga útil es una pluralidad de bits de carga útil actual. Si el módulo de decodificación 110 se encuentra en el modo de ocultación de pérdida de marco parcial, el módulo de decodificación 110 se puede configurar, por ejemplo, para llevar a cabo ocultación de errores para una o más segundas líneas espectrales del espectro de la señal de audio que exhiben una frecuencia que es mayor que la frecuencia umbral, usando una o más líneas espectrales almacenadas que se han codificado por uno o más bits de carga útil anteriores de la carga útil de flujo de bits anterior del marco anterior.

[0083] En una realización, el espectro puede ser, por ejemplo, un espectro cuantificado actual. Si el módulo de decodificación 110 lleva a cabo ocultación de errores en el modo de ocultación de pérdida de marco parcial, el módulo de decodificación 110 se puede configurar, por ejemplo, para llevar a cabo ocultación de errores para una o más segundas líneas espectrales del espectro de la señal de audio que exhiben una frecuencia que es mayor que la frecuencia umbral, para obtener una o más líneas espectrales intermedias del espectro cuantificado actual.

[0084] Según una realización, el espectro es un espectro cuantificado actual. Si el módulo de decodificación 110 lleva a cabo ocultación de errores en el modo de ocultación de pérdida de marco parcial, el módulo de decodificación 110 se puede configurar, por ejemplo, para llevar a cabo ocultación de errores para una o más segundas líneas espectrales del espectro de la señal de audio que exhiben una frecuencia que es mayor que la frecuencia umbral, para obtener una o más líneas espectrales intermedias del espectro cuantificado actual, donde el módulo de decodificación 110 se puede configurar, por ejemplo, para remodificar la escala de una o más líneas espectrales intermedias usando un factor de remodificación de escala para reconstruir la señal de audio.

[0085] En una realización, el módulo de decodificación 110 se puede configurar, por ejemplo, para determinar el factor de remodificación de escala que depende de al menos uno de

- una ganancia global que se codifica dentro de la carga útil de flujo de bits actual y
- una ganancia global que se codifica dentro de la carga útil de flujo de bits anterior, y
- una energía de un espectro cuantificado anterior del marco anterior, una energía de un espectro decodificado anterior del marco anterior, y
- una energía del espectro cuantificado actual del marco actual.

[0086] Según una realización, el módulo de decodificación 110 se puede configurar, por ejemplo, para determinar el factor de remodificación de escala que depende de si o no

- una energía media de los intervalos espectrales del espectro decodificado anterior del marco anterior a partir de un primer intervalo espectral que no se puede reconstruir sin realizar ocultación de errores hasta una parte superior del espectro es mayor que o igual a una energía media de los intervalos espectrales del espectro decodificado anterior del marco anterior a partir de cero hasta el último intervalo espectral que se puede reconstruir sin realizar ocultación de errores, o
- una energía de intervalos espectrales del espectro cuantificado actual del marco actual que comienza desde cero

hasta el último intervalo espectral que se puede reconstruir sin llevar a cabo ocultación de errores es mayor que o igual que una energía de intervalos espectrales del espectro cuantificado anterior del marco anterior que comienza desde cero hasta el último intervalo espectral que se puede reconstruir sin realizar ocultación de errores.

[0087] En una realización,

- si la energía media de los intervalos espectrales del espectro decodificado anterior del marco anterior que comienza desde el primer intervalo espectral que no se puede reconstruir sin realizar ocultación de errores hasta una parte superior del espectro es menor que la energía media de los intervalos espectrales del espectro decodificado anterior del marco anterior que comienza desde cero hasta el último intervalo espectral que se puede reconstruir sin realizar ocultación de errores, y
- si la energía de intervalos espectrales del espectro cuantificado actual del marco actual que comienza desde cero hasta el último intervalo espectral que se puede reconstruir sin llevar a cabo ocultación de errores es menor que la energía de los intervalos espectrales del espectro cuantificado anterior del marco anterior que comienza desde cero hasta el último intervalo espectral que se puede reconstruir sin realizar ocultación de errores,

el módulo de decodificación 110 se puede, por ejemplo, configurar para determinar el factor de remodificación de escala que el factor de remodificación de escala es igual a la raíz cuadrada de la relación de

- la energía de los intervalos espectrales del espectro cuantificado actual que comienza desde cero hasta el último intervalo espectral que se puede reconstruir sin realizar ocultación de errores multiplicada con el cuadrado de un factor de ganancia del marco actual, a
- la energía de los intervalos espectrales del espectro cuantificado anterior que comienza desde cero hasta el último intervalo espectral que se puede reconstruir sin realizar ocultación de errores multiplicada con el cuadrado de un factor de ganancia del marco anterior.

[0088] Según una realización, el módulo de decodificación 110 se puede configurar, por ejemplo, para determinar el factor de remodificación de escala, que es un factor de remodificación de escala total, depende de un factor de remodificación de escala de ganancia global, donde el módulo de decodificación 110 se puede configurar, por ejemplo, para determinar el factor de remodificación de escala de ganancia global según

$$fac_{gg} = \frac{gg_{prev}}{gg},$$

donde gg indica una ganancia global del marco actual, y donde gg_{prev} indica una ganancia global del marco anterior, y donde fac_{gg} es el factor de remodificación de escala de ganancia global.

[0089] En una realización,

si

$$\frac{1}{k_{bs}} \sum_{k=0}^{k_{bs}-1} x_{prev}(k)^2 \leq \frac{1}{N_F - k_{bs}} \sum_{k=k_{bs}}^{N_F-1} x_{prev}(k)^2,$$

o

si

$$gg_{prev}^2 \cdot \sum_{k=0}^{k_{bs}-1} \widetilde{x_{q,ic}}(k)^2 \leq gg^2 \cdot \sum_{k=0}^{k_{bs}-1} \widetilde{x_q}(k)^2,$$

el módulo de decodificación 110 se puede configurar, por ejemplo, para determinar que el factor de remodificación de escala total es igual al factor de remodificación de escala de ganancia global, donde k indica un intervalo espectral, donde k_{bs} indica un primer intervalo espectral que no se pudo recuperar, donde N_F indica un número de líneas espectrales, donde $\widetilde{x_{q,ic}}(k)$ indica que el espectro cuantificado anterior del marco anterior es un último intervalo de

ocultación de pérdida de marco no completo, donde $\tilde{X}_q(k)$ indica el espectro cuantificado actual del marco actual, donde $\hat{X}_{prev}(k)$ indica que el espectro decodificado anterior del marco anterior es el último intervalo de ocultación de pérdida de marco no completo.

[0090] Según una realización,

si

$$\frac{1}{k_{be}}\sum_{k=0}^{k_{be}-1}\hat{X}_{prev}(k)^2 > \frac{1}{N_F-k_{be}}\sum_{k=k_{be}}^{N_F-1}\hat{X}_{prev}(k)^2 ,$$

y

si

$$gg_{prev}^2\cdot\sum_{k=0}^{k_{be}-1}\widetilde{X_{q,ic}}(k)^2 > gg^2\cdot\sum_{k=0}^{k_{be}-1}\tilde{X}_q(k)^2 ,$$

el módulo de decodificación 110 se puede configurar, por ejemplo, para determinar que el factor de remodificación de escala total, además, depende de un factor de remodificación de escala de energía

$$fac_{ener} = \sqrt{\frac{gg^2\cdot\sum_{k=0}^{k_{be}-1}\tilde{X}_q(k)^2}{gg_{prev}^2\cdot\sum_{k=0}^{k_{be}-1}\widetilde{X_{q,ic}}(k)^2}} ,$$

que se puede emplear, por ejemplo, para formar el factor de remodificación de escala total

$$fac = fac_{gg}\cdot fac_{ener} = \sqrt{\frac{\sum_{k=0}^{k_{be}-1}\tilde{X}_q(k)^2}{\sum_{k=0}^{k_{be}-1}\widetilde{X_{q,ic}}(k)^2}} ,$$

donde fac_{ener} indica el factor de remodificación de escala de energía, donde k indica un intervalo espectral, donde k_{be} indica un primer intervalo espectral que no se pudo recuperar, donde N_F indica un número de líneas espectrales, donde $\widetilde{X_{q,ic}}(k)$ indica que el espectro cuantificado anterior del marco anterior es un último intervalo de ocultación de pérdida de marco no completo, donde $\tilde{X}_q(k)$ indica el espectro cuantificado actual del marco actual, donde $\hat{X}_{prev}(k)$ indica que el espectro decodificado anterior del marco anterior es el último intervalo de ocultación de pérdida de marco no completo.

[0091] En un escenario, donde se aplica ocultación de pérdida de marco parcial, se asume o se ha determinado que los bits más sensibles de la carga útil de flujo de bits estaban libres de errores.

[0092] En realizaciones, el espectro cuantificado $\tilde{X}_q(k)$ del marco actual se puede restaurar, por ejemplo, hasta un determinado intervalo de frecuencia, aquí denominado intervalo de frecuencia $k_{be}-1$. La ocultación de pérdida de marco parcial, por lo tanto, solo oculta las líneas espectrales cuantificadas por encima de esta frecuencia.

[0093] Al realizar ocultación de pérdida de marco parcial según algunas realizaciones se pueden reutilizar, por ejemplo, las líneas espectrales del espectro cuantificado del último marco no FFLC $\widetilde{X_{q,ic}}(k)$ (FFLC = ocultación de pérdida de marco completo).

[0094] Para evitar que artefactos de alta energía en marcos de transición cambien en energía, las líneas espectrales ocultas se remodifiquen en escala posteriormente, mientras que el factor de remodificación de escala resultante puede, por ejemplo, depender de al menos uno de

a) ganancias globales;
b) energías de los espectros;

[0095] Preferentemente, el factor de remodificación de escala resultante puede, por ejemplo, depender tanto de las ganancias globales como de las energías de los espectros.

[0096] El factor de remodificación de escala basado en las ganancias globales es igual a la relación entre la ganancia global anterior y la ganancia global actual.

[0097] El factor de remodificación de escala basado en las energías se inicializa con 1 (por ejemplo, no se realiza remodificación de escala/por ejemplo, la remodificación de escala no tiene efecto):

- Si la energía media de los intervalos espectrales del espectro decodificado anterior que comienza desde el intervalo de frecuencia k_{bs} (un primer intervalo espectral que no se puede reconstruir sin realizar ocultación de errores) hasta la parte superior del espectro es mayor o igual que la energía media de los intervalos espectrales del espectro decodificado anterior que comienza desde cero hasta el intervalo de frecuencia k_{bs-1} (un último intervalo espectral que se puede reconstruir sin realizar ocultación de errores); o
- Si la energía de los intervalos espectrales del espectro cuantificado actual que comienza desde cero hasta el intervalo de frecuencia k_{bs-1} es mayor que o igual a la energía de los intervalos espectrales del espectro cuantificado anterior que comienza desde cero hasta el intervalo de frecuencia k_{bs-1}.

[0098] De lo contrario, el factor de remodificación de escala es igual a la raíz cuadrada de la relación de

- La energía de los intervalos espectrales del espectro cuantificado actual que comienza desde cero hasta el intervalo de frecuencia k_{bs-1} multiplicado con el cuadrado del factor de ganancia del marco actual; a
- La energía de los intervalos espectrales del espectro cuantificado anterior que comienza desde cero hasta el intervalo de frecuencia k_{bs-1} multiplicado con el cuadrado del factor de ganancia del marco anterior.

[0099] Al multiplicar ambos factores en este caso, los factores de ganancia se anulan entre sí. Por lo tanto, el factor de remodificación de escala posteriormente es igual a la raíz cuadrada de la relación de

- La energía de los intervalos espectrales del espectro cuantificado actual que comienza desde cero hasta el intervalo de frecuencia k_{bs-1}; a
- La energía de los intervalos espectrales del espectro cuantificado anterior que comienza desde cero hasta el intervalo de frecuencia k_{bs-1}.

[0100] Después de eso, el espectro cuantificado oculto se puede, por ejemplo, manejar como un espectro cuantificado libre de errores. Esto significa que las operaciones de decodificación posteriores como relleno de ruido, conformación de ruido o cualquier otra operación cuyos parámetros se almacenan en la carga útil de flujo de bits libre de errores se pueden, por ejemplo, aplicar después. Por lo tanto, se mitigan los posibles artefactos ocultos.

[0101] Posteriormente, se puede aplicar un proceso de desvanecimiento similar al descrito anteriormente, por

ejemplo, en el espectro que comienza desde el intervalo de frecuencia $\hat{k}_{low}$ hasta la parte superior del espectro, por ejemplo, un carácter tonal posiblemente disponible se puede desvanecer hacia el ruido; y/o, por ejemplo, una forma espectral posiblemente pronunciada se puede aplanar, por ejemplo, y/o la energía se puede disminuir, por ejemplo.

[0102] En lo sucesivo, las realizaciones se describen en detalle.

[0103] La figura 2 ilustra un módulo de decodificación 110 según realizaciones particulares.

[0104] El módulo de decodificación 110 de la figura 2 comprende un módulo de almacenamiento de espectro decodificado 330 y, opcionalmente, un módulo de almacenamiento de espectro cuantificado 310, un módulo de repetición de marco parcial y remodificación de escala 320 y un módulo de desvanecimiento y aleatorización de signos 340. Se describen detalles particulares de estos (sub)módulos del módulo de decodificación específico 110 de la figura 2 con referencia a la figura 3 – figura 5.

[0105] La figura 3 – figura 5 proporciona una descripción general de alto nivel del decodificador LC3 (utilizado a modo de ejemplo como codificador de transformada del estado de la técnica que se modifica de manera inventiva) según realizaciones. En particular, la figura 3 – figura 5 proporciona diferentes tipos de realizaciones específicas para un módulo de decodificación 110.

[0106] En una realización, el módulo de decodificación 110 puede comprender, por ejemplo, un módulo de almacenamiento de espectro cuantificado 310 configurado para almacenar un espectro cuantificado de la señal de audio, donde el módulo de almacenamiento de espectro cuantificado 310 se configura para proporcionar un último espectro cuantificado de ocultación de pérdida de marco no completo. Además, el módulo de decodificación 110 puede comprender, por ejemplo, un módulo de almacenamiento de espectro decodificado 330 configurado para almacenar un espectro decodificado de la señal de audio, donde el módulo de almacenamiento de espectro decodificado 330 se configura para proporcionar un último espectro decodificado de ocultación de pérdida de marco no completo.

[0107] La figura 3 ilustra una descripción general de módulo de decodificación 110 según una realización para decodificación de canal limpio. En particular, la figura 3 muestra la operación normal de decodificador. Los bloques de procesamiento necesarios para la ocultación de pérdida de marco completo, así como para la ocultación de pérdida de marco parcial son los bloques de procesamiento 310 y 330.

[0108] El módulo de almacenamiento de espectro cuantificado 310 se puede configurar, por ejemplo, para el almacenamiento del espectro cuantificado: El módulo de almacenamiento de espectro cuantificado 310 almacena el último espectro cuantificado no FFLC para permitir su reutilización en el caso de ocultación de pérdida de marco parcial.

[0109] El módulo de almacenamiento de espectro decodificado 330 se configura para el almacenamiento del espectro (por ejemplo, denominado espectro decodificado): Este bloque de procesamiento almacena el último espectro no FFLC para permitir su reutilización en el caso de ocultación de pérdida de marco completo. También se puede utilizar, por ejemplo, para la remodificación de escala durante la ocultación de pérdida de marco parcial.

[0110] En una realización, el módulo de decodificación 110 puede comprender, por ejemplo, un módulo de almacenamiento de espectro decodificado 330 configurado para almacenar un espectro decodificado de la señal de audio, donde el módulo de almacenamiento de espectro decodificado 330 se configura para proporcionar un último espectro decodificado de ocultación de pérdida de marco no completo. Además, el módulo de decodificación 110 puede comprender, por ejemplo, un módulo de desvanecimiento y aleatorización de signos 340 que se configura para desvanecimiento y aleatorización de signos en líneas espectrales del espectro.

[0111] Además, según una realización, el módulo de decodificación 110 puede comprender, por ejemplo, un módulo de almacenamiento de espectro cuantificado 310 configurado para almacenar un espectro cuantificado de la señal de audio, donde el módulo de almacenamiento de espectro cuantificado 310 se configura para proporcionar un último espectro cuantificado de ocultación de pérdida de marco no completo. Además, el módulo de decodificación 110 puede comprender, por ejemplo, un módulo de repetición de marco parcial y remodificación de escala 320 configurado para repetición de marco parcial y remodificación de escala, donde el módulo de repetición de marco parcial y remodificación de escala 320 se configura para complementar el espectro mediante la adición de líneas espectrales, que podrían no decodificarse por el módulo de decodificación 110, donde el módulo de repetición de marco parcial y remodificación de escala 320 se configura para remodificar la escala de las líneas espectrales.

[0112] La figura 4 ilustra una descripción general de módulo de decodificación 110 según una realización para ocultación de pérdida de marco completo. En particular, la figura 4 representa una realización configurada para realizar

ocultación de pérdida de marco completo. Los bloques de procesamiento necesarios para la ocultación de pérdida de marco completo son los bloques de procesamiento 330 y 340. Los bloques de procesamiento 330 y 340 pueden tener, por ejemplo, las siguientes tareas.

[0113] El módulo de almacenamiento de espectro decodificado 330 se puede configurar, por ejemplo, para el almacenamiento del espectro (por ejemplo, de nuevo denominado espectro decodificado): Este bloque de procesamiento 330 proporciona el último espectro no FFLC.

[0114] El módulo de desvanecimiento y aleatorización de signos 340 se puede configurar, por ejemplo, para desvanecimiento y aleatorización de signos: Este bloque de procesamiento se configura para crear el espectro mediante el procesamiento de las líneas espectrales del último marco no FFLC, como se describe a continuación.

[0115] La figura 5 ilustra una descripción general de módulo de decodificación 110 según una realización para ocultación de pérdida de marco parcial.

[0116] En particular, la figura 5 muestra la aplicación de ocultación de pérdida de marco parcial. Los bloques de procesamiento necesarios para la ocultación de pérdida de marco parcial son los bloques de procesamiento 310, 320, 330 y 340. Estos bloques de procesamiento 310, 320, 330 y 340 tienen las siguientes tareas:
El módulo de almacenamiento de espectro cuantificado 310 se puede configurar, por ejemplo, para el almacenamiento del espectro cuantificado: El módulo de almacenamiento de espectro cuantificado 310 se puede configurar, por ejemplo, para proporcionar el último espectro cuantificado no FFLC.

[0117] El módulo de repetición de marco parcial y remodificación de escala 320 se puede configurar, por ejemplo, para la repetición de marco parcial y remodificación de escala: Este bloque de procesamiento se puede configurar, por ejemplo, para complementar el espectro mediante la adición de esas líneas espectrales, que no se pudieron decodificar. A continuación, esas líneas espectrales se pueden, por ejemplo, remodificar en escala y los valores por debajo de un cierto umbral se cuantifican a cero, como se explica a continuación.

[0118] El módulo de almacenamiento de espectro decodificado 330 se puede configurar, por ejemplo, para el almacenamiento del espectro (por ejemplo, de nuevo denominado espectro decodificado): El módulo de almacenamiento de espectro decodificado 330 se puede configurar, por ejemplo, para proporcionar el último espectro no FFLC, que se puede utilizar, por ejemplo, para calcular el factor de remodificación de escala.

[0119] El módulo de desvanecimiento y aleatorización de signos 340 se puede, por ejemplo, configurar para desvanecimiento y aleatorización de signos: El módulo de desvanecimiento y aleatorización de signos 340 se puede, por ejemplo, configurar para procesar las líneas espectrales, que se proporcionaron previamente por la ocultación de pérdida de marco parcial. Se explica más adelante.

[0120] En lo sucesivo, la ocultación de errores dependiendo de la tonalidad según algunas realizaciones se describe con más detalle.

[0121] Al principio, se proporciona una función de desvanecimiento según algunas realizaciones.

[0122] Para los procesos de desvanecimiento implementados para la aleatorización de signos y la atenuación no lineal como se describe a continuación, se puede emplear, por ejemplo, una función que depende del número de marcos perdidos posteriormente (nbLostFramesInRow), que es uno (1) hasta un cierto valor (plc_start_inFrames), que es cero (0) a partir de un cierto valor (plc_end_inFrames); y que disminuye linealmente entre uno y cero (1 > x > 0) entre plc_start_inFrames y plc_end_inFrames.

[0123] Una realización particular se puede implementar, por ejemplo, de la siguiente manera:

```
plc_duration_inFrames = plc_end_inFrames - plc_start_inFrames;

x = max(plc_start_inFrames,
        (min (nbLostFramesInRow, plc_end_inFrames)));
m = -1 / plc_duration_inFrames;
b = - plc_end_inFrames;

linFuncStartStop = m * (x + b);
```

donde:

plc_start_inFrames - número de marcos perdidos posteriormente, hasta el cual el valor de linFuncStartStop es igual a 1

plc_end_inFrames – número de marcos perdidos posteriormente, de los cuales el valor de linFuncStartStop es igual a 0

linFuncStartStop - valor de la función de desvanecimiento

[0124] El valor inicial y el valor final se pueden elegir de manera diferente dependiendo de la característica de señal (por ejemplo, con voz versus sin voz) y dependiendo de la ocultación de pérdida de marco (por ejemplo, PFLC versus FFLC) (PFLC = ocultación de pérdida de marco parcial; FFLC = ocultación de pérdida de marco completo).

[0125] La figura 6 ilustra una función de desvanecimiento según una realización que depende de un número de marcos perdidos en una fila (un número de marcos perdidos posteriormente).

[0126] En particular, la figura 6 proporciona un ejemplo de esta función de desvanecimiento, que se configura para disminuir linealmente entre 20 ms y 60 ms.

[0127] En lo sucesivo, la manipulación de signos según algunas realizaciones se describe con más detalle.

[0128] Como requisito previo, se puede determinar, por ejemplo, un umbral para aleatorización de signos con base en el valor de desvanecimiento (linFuncStartStop) como se derivó anteriormente.

```
randThreshold = ~32768 * linFuncStartStop;
```

[0129] La figura 7 ilustra un umbral de aleatorización de signos según una realización, que depende de un número de marcos perdidos en una fila (un número de marcos perdidos posteriormente) y que además depende de una longitud de marco.

[0130] En particular, la figura 7 proporciona un ejemplo para un umbral que depende de un número de marcos perdidos consecutivamente usando la función de desvanecimiento, donde un umbral de 0 corresponde al 50 % de volteo de signos, mientras que un umbral de -32768 corresponde al 0 % de volteo de signos.

[0131] Una realización se puede realizar, por ejemplo, mediante el siguiente pseudocódigo:

para $k=k_{bs}..N_F-1$

```
        seed = 16831*seed*12821;
        seed = seed-round(seed*2^-16)*2^16;
        if seed==32768
            seed=-32768;
        end

        if (seed < 0 && pitch_present == 0) || seed < randThreshold
            spec(k) = -spec_prev(k);
        else
            spec(k) =  spec_prev(k);
        end
    end
```

donde:

k – intervalo espectral

$\hat{x}_{bs}$ – primer intervalo espectral que no se pudo recuperar

N_p – número de líneas espectrales
Seed – valor aleatorio con el valor inicial de ejemplo de 24607
pitch_present – información, si la señal en el marco actual es tonal

spec_prev(k) – valor espectral de intervalo k en el último marco bueno (también conocido como $\hat{x}_{prev}(k)$)
spec (k) – valor espectral de intervalo k en el marco actual.

[0132] En este ejemplo, seed (es decir, el valor aleatorio) varía entre 32768 y -32768. Para las señales sin voz (pitch_present == 0), el umbral para la inversión de signo es cero, lo que conduce a una probabilidad de 50%. Para las señales de voz, se aplica un umbral variable (randThreshold), que se encuentra entre -32768 (0 % de probabilidad de inversión de señal) y cero (50 % de probabilidad de inversión de señal).

[0133] En lo sucesivo, una manipulación de la amplitud según algunas realizaciones se describe con más detalle.

[0134] En una realización particular, se pueden definir dos factores de atenuación, por ejemplo, dependiendo de una medición de estabilidad, por ejemplo, de la siguiente manera:

```
slow = 0.8 + 0.2 * stabFac;
fast = 0.3 + 0.2 * stabFac;
```

donde stabFac indica un valor de estabilidad entre el último y el segundo último marco en el caso FFLC o el actual y el último marco en el caso PFLC.

[0135] El factor de estabilidad puede representar, por ejemplo, una similitud entre dos señales, por ejemplo, entre la señal actual y una señal pasada. Por ejemplo, el factor de estabilidad puede estar limitado, por ejemplo, por [0:1]. Un factor de estabilidad cercano a 1 o 1 puede, por ejemplo, significar que ambas señales son muy similares y un factor de estabilidad cercano a 0 o 0 puede, por ejemplo, significar que ambas señales son muy diferentes. La similitud, por ejemplo, se puede calcular en las envolventes espectrales de dos señales de audio.

[0136] El factor de estabilidad θ, por ejemplo, se puede calcular como:

$$\theta = 1.25 - \frac{1}{25}\sum_{k=0}^{N-1}\left(scfQ_{curr}(k) - scfQ_{prev}(k)\right)^2$$

donde:

$scfQ_{curr}$ indica un vector de factor de escala del marco actual, y

$scfQ_{prev}$ indica un vector de factor de escala del marco anterior

N indica el número de factores de escala dentro de los vectores de factor de escala

θ indica un factor de estabilidad, que está limitado por $0 \leq \theta \leq 1$

k indica un índice para un vector de factor de escala

[0137] En algunas realizaciones, stabFac se puede, por ejemplo, utilizar de manera diferente para FFLC y para PFLC; es decir, se podría establecer un valor entre 0 y 1 dependiendo de la estabilidad para FFLC, mientras que se podría establecer a 1 para PFLC.

[0138] Posteriormente, se pueden derivar los factores de atenuación acumulativos correspondientes (cum_fading_slow y cum_fading_fast, inicializados con 1 al comienzo de cada pérdida por explosión), por ejemplo, que pueden cambiar, por ejemplo, de marco a marco, por ejemplo, de la siguiente manera:

```
cum_fading_slow = cum_fading_slow * slow;
cum_fading_fast = cum_fading_fast * fast;
```

donde: cum_fading_slow indica un factor de amortiguamiento acumulativo lento; y donde cum_fading_fast indica un factor de amortiguamiento acumulativo rápido.

[0139] En una realización, la acumulación se puede realizar, por ejemplo, solo para FFLC, pero no para PFLC.

[0140] Además, según una realización, se pueden definir valores para un primer umbral (ad_ThreshFac_start) y un último umbral (ad_ThreshFac_end), a manera de ejemplo. En algunas realizaciones, estos valores se pueden elegir, por ejemplo, de forma heurística. Por lo general, ambos valores pueden ser, por ejemplo, mayores que uno (1), y el primer umbral es mayor que el último umbral. Con base en esos dos límites de umbral, el umbral para el marco actual (ad_threshFac) se puede determinar, por ejemplo, con base en el valor de desvanecimiento (linFuncStartStop) como se derivó anteriormente:

```
ad_ThreshFac_start = 10;

ad_ThreshFac_end   = 1.2;

ad_threshFac = (ad_ThreshFac_start - ad_ThreshFac_end) *

               linFuncStartStop + ad_ThreshFac_end;
```

donde ad_ThreshFac_start indica un primer factor para significar energía, sobre el cual se aplica una atenuación más fuerte; y donde ad_ThreshFac_stop indica un último factor para referirse a energía, sobre el cual se aplica una atenuación más fuerte.

[0141] El ajuste de umbral se podría realizar solo para FFLC, pero no para PFLC. En este caso, el umbral se fijaría para marcos posteriores.

[0142] La figura 8 ilustra un factor de umbral de energía según una realización, que depende de una cantidad de marcos perdidos en una fila y que además depende de una longitud de marco.

[0143] En particular, la figura 8 proporciona un ejemplo para un factor de umbral dependiendo del número de marcos perdidos consecutivamente usando la función de desvanecimiento, donde el factor de umbral disminuye de 10 a 1,2 entre 20 ms y 60 ms.

[0144] En una realización particular, el desvanecimiento adaptativo funciona en una granularidad de intervalo. Se podría realizar de la siguiente manera:

```
frame_energy = mean(spec(k_bw .. N_F - 1).^2);
energThreshold = ad_threshFac * frame_energy;
```

```
frame_energy = mean(spec(k_bw .. N_p - 1).^2);
energThreshold = ad_threshFac * frame_energy;

for k=k_bw .. N_p - 1
    if (spec(k)^2) < energThreshold
        m = cum_fading_slow;
        n = 0;
    else
        m = cum_fading_fast;
        n = (cum_fading_slow-cum_fading_fast)
              * sqrt(energThreshold)
              * sign(spec_prev(k));
    end

    spec(k) = m * spec_prev(k) + n;
```

fin

donde:

k – intervalo espectral

k_{bw} – primer intervalo espectral que no se pudo recuperar

N_p – número de líneas espectrales

spec_prev(k) – valor espectral de intervalo k en el último marco bueno (más adelante referido como $\hat{X}_{prev(k)}$)

spec(k) – valor espectral de intervalo k en el marco actual.

[0145] La derivación de n en la ruta else se asegura de que la curva de atenuación mantenga valores más grandes y valores más pequeños.

[0146] La figura 9 ilustra un ejemplo donde se aplica amortiguamiento acumulativo. Los valores de entrada posibles en el ejemplo están entre 0 y 1000. n=0 se refiere a un marco recibido y proporciona algún tipo de referencia. En el ejemplo, el factor de atenuación lenta inicial se establece a 0,9, y el factor de atenuación rápida inicial se establece a 0,4 (stabFac=0.5). En el segundo marco, se utilizan los cuadrados de aquellos valores, etc., lo que hace que las curvas posteriores sean más planas. Al mismo tiempo, el umbral se puede, por ejemplo, reducir, que mueve el giro de las curvas sucesivas más a la izquierda.

[0147] En otra realización particular, el desvanecimiento adaptativo opera por banda. En ese ejemplo, se derivan energías por banda y se aplica un amortiguamiento adaptativo a los intervalos en bandas, que están por encima de la media sobre todas las bandas. En esos casos, la energía de esa banda se puede utilizar, por ejemplo, como umbral para amortiguamiento adaptativo por intervalo. Una implementación de ejemplo se puede realizar, por ejemplo, de la siguiente manera:

```
bin_energy_per_band = zeros(ceil((N_F - k_bs )/8),1);
idx = 1;
for k=k_bs:8:(N_F-7)
    bin_energy_per_band(idx) = mean(spec(k:k+7).^2);
    idx = idx + 1;
end
energyThreshold = ad_threshFac * mean(bin_energy_per_band);
idx = 1;
for k=k_bs:8:(N_F-7)
    if bin_energy_per_band(idx) < energyThreshold
        m = cum_fading_slow;
        spec(k:k+7) = m * spec_prev(k:k+7);
    else
        for j=k:k+7
            if (spec(j)^2) < bin_energy_per_band(idx)

                m = cum_fading_slow;
                n = 0;
            else
                m = cum_fading_fast;
                n = (cum_fading_slow-cum_fading_fast) *
 sqrt(energyThreshold) * sign(spec_prev(j));
            end
            spec(j) = m * spec_prev(j) + n;
        end
    end
    idx = idx + 1;
end
```

donde:

k, j – intervalo espectral

k_{bs} – primer intervalo espectral que no se pudo recuperar

N_F – número de líneas espectrales

Spec_prev(k) – valor espectral de intervalo k en el último marco bueno (más adelante referido como $\tilde{X}_{prev}(k)$)
spec(k) – valor espectral de intervalo k en el marco actual
idx – índice de banda
bin_energy_per_band – energía de intervalo por banda

[0148] El almacenamiento de las líneas espectrales durante un marco recibido, así como la inserción de líneas espectrales durante un marco perdido (parcialmente o totalmente) se puede realizar, en general, en cualquier lugar entre la decodificación del espectro según la información proporcionada en el flujo de bits y la transformación de nuevo en el dominio de tiempo. Con referencia a LC3, se puede realizar especialmente, por ejemplo, antes o después de la decodificación de SNS (SNS = Formación de Ruido Espectral), por ejemplo, antes o después de la decodificación TNS (TNS = Formación de Ruido Temporal), por ejemplo, antes o después de la aplicación de la ganancia global y/o, por ejemplo, antes o después del relleno de ruido.

[0149] La selección de la ubicación preferida también puede variar dependiendo de la disponibilidad de información adicional para el marco parcial o totalmente perdido. Se puede realizar, por ejemplo, al comienzo del procesamiento de señal en el caso de un marco parcialmente perdido (ocultación de pérdida de marco parcial); ya que en este caso están disponibles los parámetros para las etapas de procesamiento de señal posteriores. Se puede, por ejemplo, realizar en un paso posterior en el caso de un marco completamente perdido (ocultación de pérdida de marco completo), ya que en este caso no hay ningún parámetro de las etapas de procesamiento de señal posteriores. Sin embargo, aún se puede realizar, por ejemplo, antes de la decodificación SNS, ya que esta etapa permite una formación espectral dedicada.

[0150] En lo sucesivo, se describe en más detalle ocultación de pérdida de marco parcial según algunas realizaciones.

[0151] Una implementación particular para ocultación de pérdida de marco parcial puede aplicar, por ejemplo, primero el factor de remodificación de escala y a continuación puede cuantificar, por ejemplo, intervalos espectrales por debajo de un cierto umbral a cero. Esto se muestra en el siguiente pseudocódigo de ejemplo:

para k=k_{be}.. $N_p - 1$

$\widehat{X}_q(k) = \widehat{X_{q,LC}}(k) \cdot fac$;

si $|\widehat{X}_q(k)|$ < threshold

$\widehat{X}_q(k) = 0$;

donde:

k – intervalo espectral

N_p – número de líneas espectrales

k_{be} – primer intervalo espectral que no se pudo recuperar

$\widehat{X}_q(k)$ – línea espectral cuantificada k del marco actual

$\widehat{X_{q,LC}}(k)$ – línea espectral cuantificada k del último marco no FFLC

fac – factor de remodificación de escala

Threshold – valor umbral con el valor de ejemplo de 0,625 para cuantificar a cero.

[0152] El factor de remodificación de escala que depende de las ganancias globales fac_{gg} se deriva como la relación entre la ganancia global actual y la pasada:

$$fac_{gg} = \frac{gg_{prev}}{gg},$$

[0153] El factor de remodificación de escala dependiendo de las energías fac_{ener} se inicializa con 1. Si se cumplen las siguientes condiciones

1.

2.

$$\frac{1}{k_{be}}\sum_{k=0}^{k_{be}-1}\hat{X}_{prev}(k)^2 > \frac{1}{N_F-k_{be}}\sum_{k=k_{be}}^{N_F-1}\hat{X}_{prev}(k)^2$$

$$gg_{prev}^2\cdot\sum_{k=0}^{k_{be}-1}\widehat{X_{q,lc}}(k)^2 > gg^2\cdot\sum_{k=0}^{k_{be}-1}\widehat{X_q}(k)^2,$$

este factor de remodificación de escala se establece a la raíz de la relación entre el espectro cuantificado actual y el pasado multiplicado por el cuadrado de sus ganancias globales correspondientes:

$$fac_{ener}=\sqrt{\frac{gg^2\cdot\sum_{k=0}^{k_{be}-1}\widehat{X_q}(k)^2}{gg_{prev}^2\cdot\sum_{k=0}^{k_{be}-1}\widehat{X_{q,lc}}(k)^2}},$$

[0154] El factor de remodificación de escala total se deriva como

$$fac=fac_{gg}\cdot fac_{ener}.$$

[0155] Cuando $fac_{ener}\neq 1$, esto conduce a (los valores de ganancia global se anulan entre sí):

$$fac=\frac{gg_{prev}}{gg}\cdot\sqrt{\frac{gg^2\cdot\sum_{k=0}^{k_{be}-1}\widehat{X_q}(k)^2}{gg_{prev}^2\cdot\sum_{k=0}^{k_{be}-1}\widehat{X_{q,lc}}(k)^2}}=\sqrt{\frac{\sum_{k=0}^{k_{be}-1}\widehat{X_q}(k)^2}{\sum_{k=0}^{k_{be}-1}\widehat{X_{q,lc}}(k)^2}}.$$

[0156] Las variables en las ecuaciones anteriores tienen el siguiente significado:

k – intervalo espectral

k_{be} – primer intervalo espectral que no se pudo recuperar

N_F – número de líneas espectrales

$\widehat{X_{q,lc}}(k)$ – espectro cuantificado del último marco no FFLC

$\widehat{X_q}(k)$ – espectro cuantificado del marco actual

$\hat{X}_{prev}(k)$ – espectro decodificado del último marco no FFLC

gg – ganancia global del marco actual (si el espectro cuantificado codificado en el flujo de ¡bits se remodifica en escala con una ganancia global)

gg_{prev} – ganancia global del último marco no FFLC (si el espectro cuantificado codificado en el flujo de bits se remodifica en escala con una ganancia global).

[0157] El siguiente pseudocódigo de ejemplo muestra la determinación del factor de remodificación de escala según una implementación de ejemplo:

```
fac = gg_prev/gg;
mean_nrg_high = mean(X_prev(k_be:N_p-1).^2);
mean_nrg_low = mean(X_prev(0:k_be-1).^2);
if (mean_nrg_low > mean_nrg_high)
    ener_prev = sum(X_q,IC(0:k_be-1).^2);
    ener_curr = sum(X_q(0:k_be-1).^2);
    if ener_prev*gg_prev^2 > ener_curr*gg^2
        fac = sqrt(ener_curr/ener_prev);
```

donde:

fac – factor de remodificación de escala

gg – ganancia global del marco actual (si el espectro cuantificado codificado en el flujo de bits se remodifica en escala con una ganancia global)

gg_{prev} – ganancia global del último marco no FFLC (si el espectro cuantificado codificado en el flujo de bits se remodifica en escala con una ganancia global).

k_{be} – primer intervalo espectral que no se pudo recuperar

N_p – número de líneas espectrales

$\tilde{X}_{prev}$ – espectro decodificado del último marco no FFLC

$\widetilde{X_{q,IC}}(k)$ – espectro cuantificado del último marco no FFLC.

$\widetilde{X_q}(k)$ – espectro cuantificado del marco actual

sqrt – función de raíz cuadrada.

[0158] Aunque algunos aspectos se han descrito en el contexto de un aparato, es evidente que estos aspectos también representan una descripción del procedimiento correspondiente, donde un bloque o aparato corresponde a una etapa de procedimiento o una característica de una etapa de procedimiento. Análogamente, los aspectos descritos en el contexto de una etapa de procedimiento también representan una descripción de un bloque o elemento o característica correspondiente de un aparato correspondiente. Algunas o todas las etapas de procedimiento se pueden ejecutar por (o usando) un aparato de hardware como, por ejemplo, un microprocesador, un ordenador programable o un circuito electrónico. En algunas realizaciones, una o más de las etapas de procedimiento más importantes se pueden ejecutar por este aparato.

[0159] Dependiendo de ciertos requisitos de implementación, las realizaciones de la invención se pueden implementar en hardware o en software o al menos parcialmente en hardware o al menos parcialmente en software. La implementación se puede realizar utilizando un medio de almacenamiento digital, por ejemplo, un disquete, un DVD, un Blue-Ray, un CD, una ROM, una PROM, una EPROM, una EEPROM o una memoria FLASH, que tenga señales de control electrónicamente legibles almacenadas en el mismo, que cooperan (o sean capaces de cooperar) con un sistema de computadora programable de manera que se realiza el procedimiento respectivo. Por lo tanto, el medio de almacenamiento digital puede ser legible por ordenador.

[0160] Algunas realizaciones según la invención comprenden un soporte de datos que tiene señales de control electrónicamente legibles, que son capaces de cooperar con un sistema informático programable, de modo que se

lleva a cabo uno de los procedimientos descritos en esta invención.

[0161] En general, realizaciones de la presente invención se pueden implementar como un producto de programa informático con un código de programa, el código de programa que es operativo para realizar uno de los procedimientos, cuando el producto de programa informático se ejecuta en un ordenador. El código de programa se puede almacenar por ejemplo en un soporte legible por máquina

[0162] Otras realizaciones comprenden el programa informático para realizar uno de los procedimientos descritos en esta invención, almacenado en un soporte legible por máquina.

[0163] En otras palabras, una realización del procedimiento inventivo es, por lo tanto, un programa informático que tiene un código de programa para realizar uno de los procedimientos descritos en esta invención, cuando el programa informático se ejecuta en un ordenador.

[0164] Una realización adicional de los procedimientos inventivos es, por lo tanto, un soporte de datos (o un medio de almacenamiento digital, o un medio legible por ordenador) que comprende, registrado en el mismo, el programa informático para realizar uno de los procedimientos descritos en esta invención. El soporte de datos, el medio de almacenamiento digital o el medio grabado son típicamente tangibles o no transitorios.

[0165] Una realización adicional del procedimiento inventivo es, por lo tanto, un flujo de datos o una secuencia de señales que representan el programa informático para realizar uno de los procedimientos descritos en esta invención. El flujo de datos o la secuencia de señales se pueden configurar por ejemplo para transferirse a través de una conexión de comunicación de datos, por ejemplo, a través de Internet.

[0166] Una realización adicional comprende un medio de procesamiento, por ejemplo, un ordenador o un dispositivo lógico programable, configurado para, o adaptado para, realizar uno de los procedimientos descritos en esta invención.

[0167] Una realización comprende además un ordenador que tiene instalado en él el programa informático para realizar uno de los procedimientos descritos en esta invención.

[0168] Una realización adicional según la invención comprende un aparato o un sistema configurado para transferir (por ejemplo, electrónicamente u ópticamente) un programa informático para realizar uno de los procedimientos descritos en esta invención a un receptor. El receptor puede ser, por ejemplo, un ordenador, un dispositivo móvil, un dispositivo de memoria o similar. El aparato o sistema puede comprender, por ejemplo, un servidor de archivos para transferir el programa informático al receptor.

[0169] En algunas realizaciones, un dispositivo lógico programable (por ejemplo, una matriz de puertas programable en el campo) se puede usar para realizar algunas o todas las funcionalidades de los procedimientos descritos en esta invención. En algunas realizaciones, una matriz de puertas programable en el campo puede cooperar con un microprocesador con el fin de realizar uno de los procedimientos descritos en esta invención. En general, los procedimientos se llevan a cabo preferentemente mediante cualquier aparato de hardware.

[0170] El aparato descrito en esta invención se puede implementar usando un aparato de hardware o usando un ordenador o usando una combinación de un aparato de hardware y un ordenador.

[0171] Los procedimientos descritos en esta invención se pueden realizar usando un aparato de hardware o usando un ordenador o usando una combinación de un aparato de hardware y un ordenador.

[0172] Las realizaciones anteriormente descritas son sólo ilustrativas de los principios de la presente invención. Se entiende que las modificaciones y variaciones de las disposiciones y los detalles descritos en esta invención serán evidentes para otros expertos en la técnica. Por lo tanto, se pretende que se limite solo por el alcance de las reivindicaciones de patente inminentes y no por los detalles específicos presentados a modo de descripción y explicación de las realizaciones de esta invención.

Referencias:

[0173]

[1] P. Lauber y R. Sperschneider, "Error Concealment for Compressed Digital Audio," in Audio Engineering Society, 2001.
[2] J. Lecomte y A. Tomasek, "ERROR CONCEALMENT UNIT, AUDIO DECODER, AND RELATED METHOD AND

COMPUTER PROGRAM FADING OUT A CONCEALED AUDIO FRAME OUT ACCORDING TO DIFFERENT DAMPING FACTORS FOR DIFFERENT FREQUENCY BANDS", WO 2017/153299 A2, publicada en 2017.

[3] A. Rämö, A. Kurittu y H. Toukomaa, "EVS Channel Aware Mode Robustness to Frame Erasures", en Interspeech 2016, San Francisco, CA, EE. UU., 2016.

[4] A. Venkatraman, D. J. Sinder, S. Shaminda, R. Vivek, D. Duminda, C. Venkata, V. Imre, K. Venkatesh, S. Benjamin, L. Jeremie, Z. Xingtao y M. Lei, "Improved Error Resilience for VoLTE and VoIP with 3GPP EVS Channel Aware Coding", en ICASSP 2015.

[5] M. Schnabel, G. Markovic, R. Sperschneider, C. Helmrich y J. Lecomte, "Apparatus and method realizing a fading of an mdct spectrum to white noise before to fdns application". Patente Europea EP 3 011 559 B1, publicada en 2017.

REIVINDICACIONES

1. Un decodificador (100) para decodificar un marco actual para reconstruir una señal de audio, donde la señal de audio se codifica dentro del marco actual, donde el marco actual comprende una carga útil de flujo de bits actual, donde la carga útil de flujo de bits actual comprende una pluralidad de bits de carga útil, donde la pluralidad de bits de carga útil codifica una pluralidad de líneas espectrales de un espectro de la señal de audio, donde cada uno de los bits de carga útil exhibe una posición dentro de la carga útil de flujo de bits actual,

donde el decodificador (100) comprende
un módulo de decodificación (110) configurado para reconstruir la señal de audio, y
una interfaz de salida (120) configurada para emitir la señal de audio,
caracterizado porque el módulo de decodificación (110) comprende un modo de ocultación de errores de marco parcial, donde, si el módulo de decodificación (110) se encuentra en el modo de ocultación de errores de marco parcial, el módulo de decodificación (110) se configura

para reconstruir la señal de audio al llevar a cabo ocultación de errores para una o más primeras líneas espectrales de la pluralidad de líneas espectrales del espectro, que exhiben una frecuencia que es menor o igual a una frecuencia umbral, donde dicha una o más primeras líneas espectrales se han codificado por un primer grupo de uno o más de la pluralidad de bits de carga, y
para reconstruir la señal de audio al llevar a cabo ocultación de errores para una o más segundas líneas espectrales de la pluralidad de líneas espectrales del espectro, que exhiben una frecuencia que es mayor que la frecuencia umbral, donde dicha una o más segundas líneas espectrales se han codificado por un segundo grupo de uno o más de la pluralidad de bits de carga.

2. Un decodificador (100) según la reivindicación 1,

donde el módulo de decodificación (110) se configura para detectar si el marco actual comprende o no algún bit dañado que codifica la una o más primeras líneas espectrales del espectro de la señal de audio que exhiben una frecuencia que es menor que o igual a la frecuencia umbral,
donde el módulo de decodificación (110) se configura para detectar si el marco actual comprende o no uno o más bits dañados que codifican una o más segundas líneas espectrales del espectro de la señal de audio que exhiben una frecuencia que es mayor que la frecuencia umbral
donde uno o más bits dañados son uno o más de los bits de carga útil que se distorsionan o que es probable que se distorsionen, y
donde, si el marco actual no comprende ningún bit dañado que codifique una o más primeras líneas espectrales del espectro de la señal de audio que exhiben una frecuencia que es menor que o igual a la frecuencia umbral y si el marco actual comprende uno o más bits dañados que codifican una o más segundas líneas espectrales del espectro de la señal de audio que exhiben una frecuencia que es mayor que la frecuencia umbral, el módulo de decodificación (110) se configura para llevar a cabo ocultación de errores en el modo de ocultación de pérdida de marco parcial al llevar a cabo ocultación de errores para una o más segundas líneas espectrales del espectro que son mayores que la frecuencia umbral.

3. Un decodificador (100) según la reivindicación 2,
donde, si el marco actual no comprende ningún bit dañado que codifique una o más primeras líneas espectrales del espectro de la señal de audio que exhiben una frecuencia que es menor que o igual a la frecuencia umbral y si el marco actual comprende uno o más bits dañados que codifican una o más segundas líneas espectrales del espectro de la señal de audio que exhiben una frecuencia que es mayor que la frecuencia umbral, el módulo de decodificación (110) se configura para reconstruir la señal de audio al decodificar el primer grupo de uno o más de la pluralidad de bits de carga útil que codifican una o más primeras líneas espectrales del espectro de la señal de audio que exhiben una frecuencia que es menor que o igual a la frecuencia umbral.

4. Un decodificador (100) según una de las reivindicaciones anteriores,

donde el módulo de decodificación (110) se configura para detectar si se pierde el marco actual,
donde, si el decodificador (100) ha detectado que el marco actual se pierde, el módulo de decodificación (110) se configura para reconstruir la señal de audio al llevar a cabo ocultación de errores para una o más segundas líneas espectrales del espectro de la señal de audio que exhiben una frecuencia que es mayor que la frecuencia umbral, y
al decodificar sin llevar a cabo ocultación de errores, el primer grupo de uno o más de la pluralidad de bits de carga útil que codifican una o más primeras líneas espectrales para una o más primeras frecuencias del espectro de la señal de audio es menor que o igual a la frecuencia umbral, donde el primer grupo de uno o más de la pluralidad de bits de carga útil es uno o más bits de carga útil de un marco redundante que es diferente del marco actual.

5. Un decodificador (100) según una de las reivindicaciones anteriores,
donde, si el módulo de decodificación (110) se configura para realizar ocultación de errores en un modo de ocultación de pérdida de marco completo, el módulo de decodificación (110) se configura para realizar ocultación de errores para todas las líneas espectrales del espectro.

6. Un decodificador (100) según una de las reivindicaciones anteriores,

donde la pluralidad de bits de carga útil es una pluralidad de bits de carga útil actual,
donde, si el módulo de decodificación (110) se encuentra en el modo de ocultación de pérdida de marco parcial, el módulo de decodificación (110) se configura para llevar a cabo ocultación de errores para una o más segundas líneas espectrales del espectro de la señal de audio que exhiben una frecuencia que es mayor que la frecuencia umbral, usando una o más líneas espectrales almacenadas que se han codificado por uno o más bits de carga útil anteriores de la carga útil de flujo de bits anterior del marco anterior.

7. Un decodificador (100) según la reivindicación 6,

donde el espectro es un espectro cuantificado actual,
donde, si el módulo de decodificación (110) lleva a cabo ocultación de errores en el modo de ocultación de pérdida de marco parcial, el módulo de decodificación (110) se configura para llevar a cabo ocultación de errores para una o más segundas líneas espectrales del espectro de la señal de audio que exhiben una frecuencia que es mayor que la frecuencia umbral, para obtener una o más líneas espectrales intermedias del espectro cuantificado actual, donde el módulo de decodificación (110) se configura para remodificar la escala de una o más líneas espectrales intermedias usando un factor de remodificación de escala para reconstruir la señal de audio.

8. Un decodificador (100) según la reivindicación 7,

donde el módulo de decodificación (110) se configura para determinar el factor de remodificación de escala que depende de al menos uno de
una ganancia global que se codifica dentro de la carga útil de flujo de bits actual y
una ganancia global que se codifica dentro de la carga útil de flujo de bits anterior, y
una energía de un espectro cuantificado anterior del marco anterior, una energía de un espectro decodificado anterior del marco anterior, y
una energía del espectro cuantificado actual del marco actual.

9. Un decodificador (100) según la reivindicación 7 u 8,

donde el módulo de decodificación (110) se configura para determinar el factor de remodificación de escala que depende de si o no
una energía media de los intervalos espectrales del espectro decodificado anterior del marco anterior a partir de un primer intervalo espectral que no se puede reconstruir sin realizar ocultación de errores hasta una parte superior del espectro es mayor que o igual a una energía media de los intervalos espectrales del espectro decodificado anterior del marco anterior que comienza desde cero hasta el último intervalo espectral que se puede reconstruir sin llevar a cabo ocultación de errores, o
una energía de intervalos espectrales del espectro cuantificado actual del marco actual que comienza desde cero hasta el último intervalo espectral que se puede reconstruir sin llevar a cabo ocultación de errores es mayor que o igual que una energía de intervalos espectrales del espectro cuantificado anterior del marco anterior que comienza desde cero hasta el último intervalo espectral que se puede reconstruir sin realizar ocultación de errores.

10. Un decodificador (100) según la reivindicación 9,

donde,

si la energía media de los intervalos espectrales del espectro decodificado anterior del marco anterior que comienza desde el primer intervalo espectral que no se puede reconstruir sin realizar ocultación de errores hasta una parte superior del espectro es menor que la energía media de los intervalos espectrales del espectro decodificado anterior del marco anterior que comienza desde cero hasta el último intervalo espectral que se puede reconstruir sin realizar ocultación de errores, y
si la energía de intervalos espectrales del espectro cuantificado actual del marco actual que comienza desde cero hasta el último intervalo espectral que se puede reconstruir sin llevar a cabo ocultación de errores es menor que la energía de los intervalos espectrales del espectro cuantificado anterior del marco anterior que comienza desde cero hasta el último intervalo espectral que se puede reconstruir sin realizar ocultación de errores,

el módulo de decodificación (110) se configura para determinar el factor de remodificación de escala que el factor de remodificación de escala es igual a la raíz cuadrada de la relación de
la energía de los intervalos espectrales del espectro cuantificado actual que comienza desde cero hasta el último intervalo espectral que se puede reconstruir sin realizar ocultación de errores multiplicada con el cuadrado de un factor de ganancia del marco actual,
a
la energía de los intervalos espectrales del espectro cuantificado anterior que comienza desde cero hasta el último intervalo espectral que se puede reconstruir sin realizar ocultación de errores multiplicada con el cuadrado de un factor de ganancia del marco anterior.

11. Un decodificador (100) según una de las reivindicaciones 8 a 10,

donde el módulo de decodificación (110) se configura para determinar el factor de remodificación de escala, que es un factor de remodificación de escala total, depende de un factor de remodificación de escala de ganancia global,
donde el módulo de decodificación (110) se configura para determinar el factor de remodificación de escala de ganancia global según

$$fac_{gg} = \frac{gg_{prev}}{gg},$$

donde gg indica que la ganancia global se codifica dentro de la carga útil de flujo de bits actual, y

donde gg_{prev} indica que la ganancia global se codifica dentro de la carga útil de flujo de bits anterior, y

donde fac_{gg} es el factor de remodificación de escala de ganancia global.

12. Un decodificador (100) según la reivindicación 11,

donde,
si

$$\frac{1}{k_{be}} \sum_{k=0}^{k_{be}-1} \hat{X}_{prev}(k)^2 \leq \frac{1}{N_F - k_{be}} \sum_{k=k_{be}}^{N_F-1} \hat{X}_{prev}(k)^2,$$

o
si

$$gg_{prev}^2 \cdot \sum_{k=0}^{k_{be}-1} \widetilde{X_{q,IC}}(k)^2 \leq gg^2 \cdot \sum_{k=0}^{k_{be}-1} \widetilde{X_q}(k)^2,$$

el módulo de decodificación (110) se configura para determinar que el factor de remodificación de escala total es igual al factor de remodificación de escala de ganancia global,

donde k indica un intervalo espectral, donde k_{be} indica un primer intervalo espectral que no se pudo recuperar, donde N_F indica un número de líneas espectrales, donde $\widetilde{X_{q,IC}}(k)$ indica que el espectro cuantificado anterior del marco anterior es un último marco de ocultación de pérdida de marco no completo, donde $\widetilde{X_q}(k)$ indica el espectro cuantificado actual del marco actual, donde $\hat{X}_{prev}(k)$ indica que el espectro decodificado anterior del marco anterior es el último marco de ocultación de pérdida de marco no completo.

13. Un decodificador (100) según la reivindicación 11 o 12,

donde,
si

$$\frac{1}{k_{be}}\sum_{k=0}^{k_{be}-1} X_{prev}(k)^2 \leq \frac{1}{N_p - k_{be}}\sum_{k=k_{be}}^{N_p-1} X_{prev}(k)^2 ,$$

y
si

$$gg_{prev}^2 \cdot \sum_{k=0}^{k_{be}-1} \widetilde{X_{q,IG}}(k)^2 \leq gg^2 \cdot \sum_{k=0}^{k_{be}-1} \widetilde{X_q}(k)^2 ,$$

el módulo de decodificación (100) se configura para determinar que el factor de remodificación de escala total depende además de un factor de remodificación de escala de energía

$$fac_{ener} = \sqrt{\frac{gg^2 \cdot \sum_{k=0}^{k_{be}-1} \widetilde{X_q}(k)^2}{gg_{prev}^2 \cdot \sum_{k=0}^{k_{be}-1} \widetilde{X_{q,IG}}(k)^2}} ,$$

donde fac_{ener} indica el factor de remodelación de escala de energía,

donde k indica un intervalo espectral, donde k_{be} indica un primer intervalo espectral que no se pudo recuperar, donde N_p indica un número de líneas espectrales, donde $\widetilde{X_{q,IG}}(k)$ indica que el espectro cuantificado anterior del marco anterior es un último intervalo de ocultación de pérdida de marco no completo, donde $\widetilde{X_q}(k)$ indica el espectro cuantificado actual del marco actual, donde $X_{prev}(k)$ indica que el espectro decodificado anterior del marco anterior es el último intervalo de ocultación de pérdida de marco no completo.

14. Un decodificador (110) según la reivindicación 13,

donde,
si

$$\frac{1}{k_{be}}\sum_{k=0}^{k_{be}-1} X_{prev}(k)^2 > \frac{1}{N_p - k_{be}}\sum_{k=k_{be}}^{N_p-1} X_{prev}(k)^2 ,$$

y
si

$$gg_{prev}^2 \cdot \sum_{k=0}^{k_{be}-1} \widetilde{X_{q,IG}}(k)^2 > gg^2 \cdot \sum_{k=0}^{k_{be}-1} \widetilde{X_q}(k)^2 ,$$

el módulo de decodificación (110) se configura para determinar el factor de remodificación de escala total fac según

$$fac = fac_{gg} \cdot fac_{ener} ,$$

o según

$$fac = \sqrt{\frac{\sum_{k=0}^{k_{be}-1} \widetilde{X_q}(k)^2}{\sum_{k=0}^{k_{be}-1} \widetilde{X_{q,IG}}(k)^2}} ,$$

o según

$$fac = \frac{gg_{prev}}{gg} \cdot \sqrt{\frac{gg^2 \cdot \sum_{k=0}^{k_{be}-1} \widetilde{X_q}(k)^2}{gg_{prev}^2 \cdot \sum_{k=0}^{k_{be}-1} \widetilde{X_{q,IG}}(k)^2}} ,$$

15. Un decodificador (100) según una de las reivindicaciones anteriores,
donde, si el módulo de decodificación (110) lleva a cabo ocultación de errores, el módulo de decodificación (110) se configura para reconstruir un espectro actual de la señal de audio al realizar ocultación de errores usando una pluralidad de signos de un espectro anterior de la señal de audio, la pluralidad de signos se codifica dentro del marco anterior, donde el módulo de decodificación (110) se configura para realizar ocultación de errores de una manera que depende de si o no el marco anterior codifica un componente de señal que es tonal o armónico.

16. Un decodificador (100) según la reivindicación 15,

donde el marco anterior es un último marco recibido, que se ha decodificado por el módulo de decodificación (110) sin realizar ocultación de errores, o
donde el marco anterior es un último marco recibido, que se ha decodificado por el módulo de decodificación sin realizar ocultación de errores en un modo de ocultación de pérdida de marco completo, o
donde el marco anterior es un último marco recibido, que se ha decodificado por el módulo de decodificación (110) sin realizar ocultación de errores en un modo de ocultación de pérdida de marco parcial o en un modo de ocultación de pérdida de marco completo.

17. Un decodificador (100) según la reivindicación 15 o 16,
donde, si el módulo de decodificación (110) lleva a cabo ocultación de errores, y si la carga útil de flujo de bits anterior del marco anterior codifica un componente de señal que es tonal o armónico, el módulo de decodificación (110) se configura para voltear uno o más signos de la pluralidad de signos del espectro anterior para reconstruir el espectro actual, donde un valor porcentual p, que indica una probabilidad de que un signo de la pluralidad de signos del espectro anterior se voltee por el módulo de decodificación para reconstruir el espectro actual, se encuentra entre $0\ \% \leq p \leq 50\ \%$, donde el módulo de decodificación (110) se configura para determinar el valor porcentual p.

18. Un decodificador (100) según la reivindicación 17,

donde el módulo de decodificación (110) se configura para aumentar el valor porcentual p dependiendo de un número de marcos posteriores;
donde el número de marcos posteriores indica para cuántos marcos perdidos parcialmente o totalmente posteriormente se ha realizado ocultación de errores por el módulo de decodificación (110); o donde el número de marcos posteriores indica para cuántos marcos posteriores se ha realizado ocultación de errores en un modo de ocultación de errores particular por el módulo de decodificación (110).

19. Un decodificador (100) según la reivindicación 18,
donde el módulo de decodificación (110) se configura para determinar el valor porcentual p dependiendo de una función que depende del número de marcos posteriores, el número de marcos posteriores que es un argumento de la función.

20. Un decodificador (100) según la reivindicación 19,
donde el módulo de decodificación (110) se configura para determinar el valor porcentual p,

de modo que p sea 0 %, si el número de marcos posteriores es menor que un primer valor umbral;
de modo que $0\ \% \leq p \leq 50\ \%$, si el número de marcos posteriores es mayor o igual que el primer valor umbral y menor que un segundo valor umbral, y

de modo que $p = 50\ \%$, si el número de marcos posteriores es mayor que el segundo valor umbral.

21 Un decodificador (100) según la reivindicación 20,
donde el módulo de decodificación (110) se configura para determinar el valor porcentual p, de modo que el valor porcentual p aumenta linealmente en el intervalo entre el primer valor umbral y el segundo valor umbral dependiendo del número de marcos posteriores.

22. Un decodificador (100) según una de las reivindicaciones 17 a 21,
donde, si el módulo de decodificación (110) lleva a cabo ocultación de errores, y si la carga útil de flujo de bits anterior del marco anterior no codifica un componente de señal que es tonal o armónico, el módulo de decodificación (110) se configura para voltear el 50 % de la pluralidad de signos del espectro anterior para reconstruir el espectro actual.

23. Un decodificador (100) según una de las reivindicaciones anteriores,
donde, si el módulo de decodificación (110) lleva a cabo ocultación de errores, el módulo de decodificación (110) se configura para reconstruir un espectro actual de la señal de audio al realizar ocultación de errores usando una

pluralidad de amplitudes del espectro anterior de la señal de audio dependiendo de si o no el marco anterior codifica un componente de señal que es tonal o armónico, la pluralidad de amplitudes se codifica dentro del marco anterior.

24. Un decodificador (100) según la reivindicación 23,
donde, si el módulo de decodificación (110) lleva a cabo ocultación de errores, el módulo de decodificación (110) se configura para atenuar la pluralidad de amplitudes del espectro anterior según una característica de atenuación no lineal para reconstruir el espectro actual, donde la característica de atenuación no lineal depende de si el marco anterior codifica o no un componente de señal que es tonal o armónico.

25. Un decodificador (100) según la reivindicación 23 o 24,
donde, si el módulo de decodificación (110) lleva a cabo ocultación de errores, y si la carga útil de flujo de bits anterior del marco anterior codifica un componente de señal que es tonal o armónico, el módulo de decodificación (110) se configura para atenuar la pluralidad de amplitudes del espectro anterior con base en un factor de estabilidad, donde el factor de estabilidad indica una similitud entre el espectro actual y el espectro anterior; o donde el factor de estabilidad indica una similitud entre el espectro anterior y un espectro pre-anterior de un marco pre-anterior que precede al marco anterior.

26. Un decodificador (100) según la reivindicación 25,

donde el marco pre-anterior es un último marco recibido antes del marco anterior, que se ha decodificado por el módulo de decodificación (110) sin realizar ocultación de errores, o
donde el marco pre-anterior es un último marco recibido antes del marco anterior, que se ha decodificado por el módulo de decodificación (110) sin realizar ocultación de errores en un modo de ocultación de pérdida de marco completo, o
donde el marco pre-anterior es un último marco recibido antes del marco anterior, que se ha decodificado por el módulo de decodificación (110) sin realizar ocultación de errores en un modo de ocultación de pérdida de marco parcial o en un modo de ocultación de pérdida de marco completo.

27. Un decodificador (100) según la reivindicación 25 o 26,

donde el factor de estabilidad indica la similitud entre el espectro actual y el espectro anterior, si el módulo de decodificación (110) se configura para realizar ocultación de pérdida de marco parcial;
donde el factor de estabilidad indica la similitud entre el espectro anterior y el espectro pre-anterior, si el módulo de decodificación (110) se configura para realizar ocultación de pérdida de marco completo.

28. Un decodificador (100) según una de las reivindicaciones 25 a 27,

donde el módulo de decodificación (110) se configura para determinar una energía de un intervalo espectral del espectro anterior;
donde el módulo de decodificación (110) se configura para determinar si o no la energía del intervalo espectral es menor que un umbral de energía;
donde, si la energía es menor que el umbral de energía, el módulo de decodificación (110) se configura para atenuar una amplitud de la pluralidad de amplitudes que se asignan al intervalo espectral con un primer factor de desvanecimiento,
donde, si la energía es mayor que o igual al umbral de energía, el módulo de decodificación (110) se configura para atenuar la amplitud de la pluralidad de amplitudes que se asignan al intervalo espectral con un segundo factor de desvanecimiento, que es menor que el primer factor de desvanecimiento,
donde el módulo de decodificación (110) se configura para llevar a cabo atenuación de modo que mediante el uso de un factor de desvanecimiento más pequeño para la atenuación de una de la pluralidad de amplitudes, se aumenta la atenuación de una de las amplitudes.

29. Un decodificador (100) según una de las reivindicaciones 25 a 27,

donde el módulo de decodificación (110) se configura para determinar una energía de una banda espectral que comprende una pluralidad de intervalos espectrales del espectro anterior;
donde el módulo de decodificación (110) se configura para determinar si la energía de la banda espectral es o no menor que un umbral de energía;
donde, si la energía es menor que el umbral de energía, el módulo de decodificación (110) se configura para atenuar una amplitud de la pluralidad de amplitudes que se asignan al intervalo espectral de la banda espectral con un primer factor de desvanecimiento,
donde, si la energía es mayor que o igual al umbral de energía, el módulo de decodificación (110) se configura para atenuar la amplitud de la pluralidad de amplitudes que se asignan al intervalo espectral de la banda espectral

con un segundo factor de desvanecimiento, que es menor que el primer factor de desvanecimiento,
donde el módulo de decodificación (110) se configura para llevar a cabo atenuación de modo que mediante el uso de un factor de desvanecimiento más pequeño para la atenuación de una de la pluralidad de amplitudes, se aumenta la atenuación de una de las amplitudes.

30. Un decodificador (100) según la reivindicación 29, que depende además de la reivindicación18,

donde el módulo de decodificación (110) se configura para determinar el primer factor de desvanecimiento de modo que, dependiendo del número de marcos posteriores, el primer factor de desvanecimiento se vuelve más pequeño, y
donde el módulo de decodificación (110) se configura para determinar el segundo factor de desvanecimiento de modo que, dependiendo del número de marcos posteriores, el segundo factor de desvanecimiento se vuelve más pequeño.

31. Un decodificador (100) según la reivindicación 30,

donde el módulo de decodificación (110) se configura para determinar el primer factor de desvanecimiento y el segundo factor de desvanecimiento, de modo que

```
cum_fading_slow  = 1,
```

y

```
cum_fading_fast  = 1,
```

si el marco actual es un primer marco entre los marcos posteriores, y de modo que

si el marco actual es uno de los marcos que suceden al primer marco entre los marcos posteriores, el primer factor de desvanecimiento y el segundo factor de desvanecimiento se determinan dependiendo del número de marcos posteriores según:

```
cum_fading_slow  = cum_fading_slow  * slow;

cum_fading_fast  = cum_fading_fast  * fast;
```

donde cum_fading_slow en el lado derecho de la fórmula es el primer factor de desvanecimiento del marco anterior,
donde cum_fading_slow en el lado izquierdo de la fórmula es el primer factor de desvanecimiento del marco actual,
donde cum_fading_fast en el lado derecho de la fórmula es el segundo factor de desvanecimiento del marco anterior,
donde cum_fading_fast en el lado izquierdo de la fórmula es el segundo factor de desvanecimiento del marco actual,
donde 1 > lento > rápido > 0.

32. Un decodificador (100) según la reivindicación 31, donde 1 > lento > rápido > 0,3.

33. Un decodificador (100) según una de las reivindicaciones 28 a 32, que depende además de la reivindicación 19,

donde el módulo de decodificación (110) se configura para determinar el umbral de energía,
de modo que el umbral de energía sea igual a un primer valor de energía, si el número de marcos posteriores es menor que un tercer valor umbral;
de modo que el umbral de energía sea menor que el primer valor de energía y sea mayor que un segundo valor de energía, si el número de marcos posteriores es mayor o igual que el tercer valor umbral y menor que un cuarto valor umbral; y
de modo que el umbral de energía sea igual a el segundo valor de energía, si el número de marcos posteriores es mayor que el cuarto valor umbral.

34. Un decodificador (100) según la reivindicación 33,
donde el módulo de decodificación (110) se configura para determinar el umbral de energía, de modo que el umbral

de energía disminuye linealmente en el intervalo entre el tercer valor de umbral y el cuarto valor de umbral dependiendo del número de marcos posteriores.

35. Un decodificador (100) según una de las reivindicaciones 14 a 34,

donde el módulo de decodificación (110) comprende un módulo de almacenamiento de espectro decodificado (330) configurado para almacenar un espectro decodificado de la señal de audio, donde el módulo de almacenamiento de espectro decodificado (330) se configura para proporcionar un último espectro decodificado de ocultación de pérdida de marco no completo, y
donde el módulo de decodificación (110) comprende un módulo de desvanecimiento y aleatorización de signos (340) que se configura para desvanecimiento y aleatorización de signos en líneas espectrales del espectro.

36. Un decodificador (100) según la reivindicación 35,

donde el módulo de decodificación (110) comprende un módulo de almacenamiento de espectro cuantificado (310) configurado para almacenar un espectro cuantificado de la señal de audio, donde el módulo de almacenamiento de espectro cuantificado (310) se configura para proporcionar un último espectro cuantificado de ocultación de pérdida de marco no completo, y
donde el módulo de decodificación (110) comprende un módulo de repetición de marco parcial y remodificación de escala (320) configurado para repetición de marco parcial y remodificación de escala, donde el módulo de repetición de marco parcial y remodificación de escala (320) se configura para complementar el espectro mediante la adición de líneas espectrales, que podrían no decodificarse por el módulo de decodificación (110), donde el módulo de repetición de marco parcial y remodificación de escala (320) se configura para remodificar la escala de las líneas espectrales.

37. Un decodificador (100) según una de las reivindicaciones 1 a 13,

donde el módulo de decodificación (110) comprende un módulo de almacenamiento de espectro cuantificado (310) configurado para almacenar un espectro cuantificado de la señal de audio, donde el módulo de almacenamiento de espectro cuantificado se configura para proporcionar un último espectro cuantificado de ocultación de pérdida de marco no completo, y
donde el módulo de decodificación (110) comprende un módulo de almacenamiento de espectro decodificado (310) configurado para almacenar un espectro decodificado de la señal de audio, donde el módulo de almacenamiento de espectro decodificado (330) se configura para proporcionar un último espectro decodificado de ocultación de pérdida de marco no completo.

38. Un procedimiento para decodificar un marco actual para reconstruir una señal de audio, donde la señal de audio se codifica dentro del marco actual, donde el marco actual comprende una carga útil de flujo de bits actual, donde la carga útil de flujo de bits actual comprende una pluralidad de bits de carga útil, donde la pluralidad de bits de carga útil codifica una pluralidad de líneas espectrales de un espectro de la señal de audio, donde cada uno de los bits de carga útil exhibe una posición dentro de la carga útil de flujo de bits, donde el procedimiento comprende:

reconstruir la señal de audio, y
emitir la señal de audio,
caracterizado porque, en un modo de ocultación de pérdida de marco parcial, la reconstrucción de la señal de audio se lleva a cabo sin realizar ocultación de error para una o más primeras líneas espectrales de la pluralidad de líneas espectrales del espectro, que exhiben una frecuencia que es inferior o igual a la frecuencia umbral, donde dicha una o más primeras líneas espectrales se han decodificado por un primer grupo de una o más de la pluralidad de bits de carga útil; y, en el modo de ocultación de pérdida de marco parcial, la reconstrucción de la señal de audio se lleva a cabo realizando una ocultación de error para una o más segundas líneas espectrales de la pluralidad de líneas espectrales del espectro, que exhiben una frecuencia que es mayor que la frecuencia umbral, donde dicha una o más segundas líneas espectrales se han codificado por un segundo grupo de uno o más de la pluralidad de bits de carga útil.

39. Un programa informático que comprende instrucciones que, cuando el programa se ejecuta por un ordenador o procesador de señal, causa que el ordenador o el procesador de señal lleven a cabo el procedimiento según la reivindicación 38.

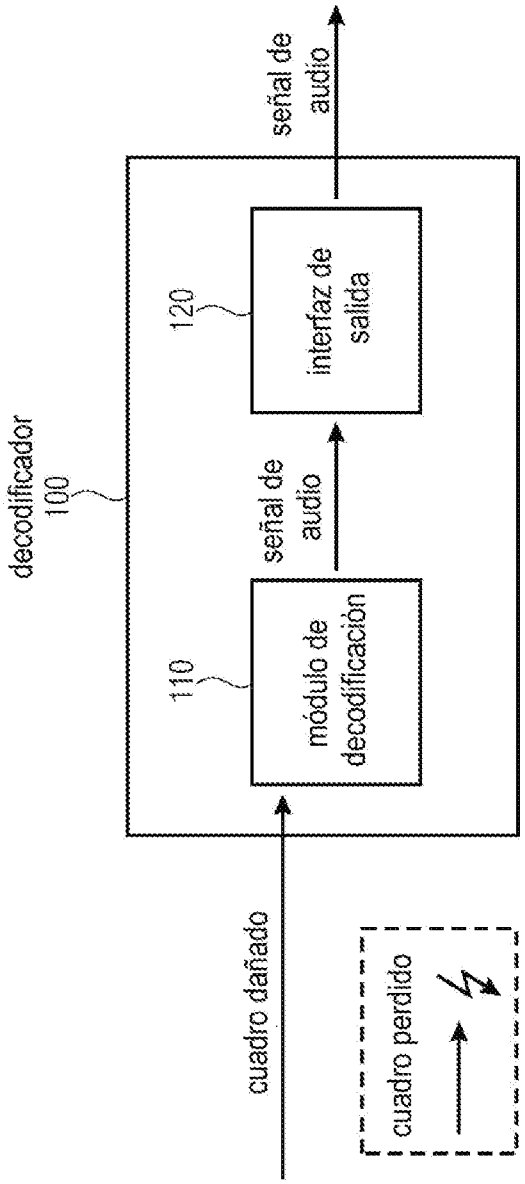
decodificador
100
110
módulo de decodificación
señal de audio
120
interfaz de salida
señal de audio
cuadro dañado
cuadro perdido

Fig. 1

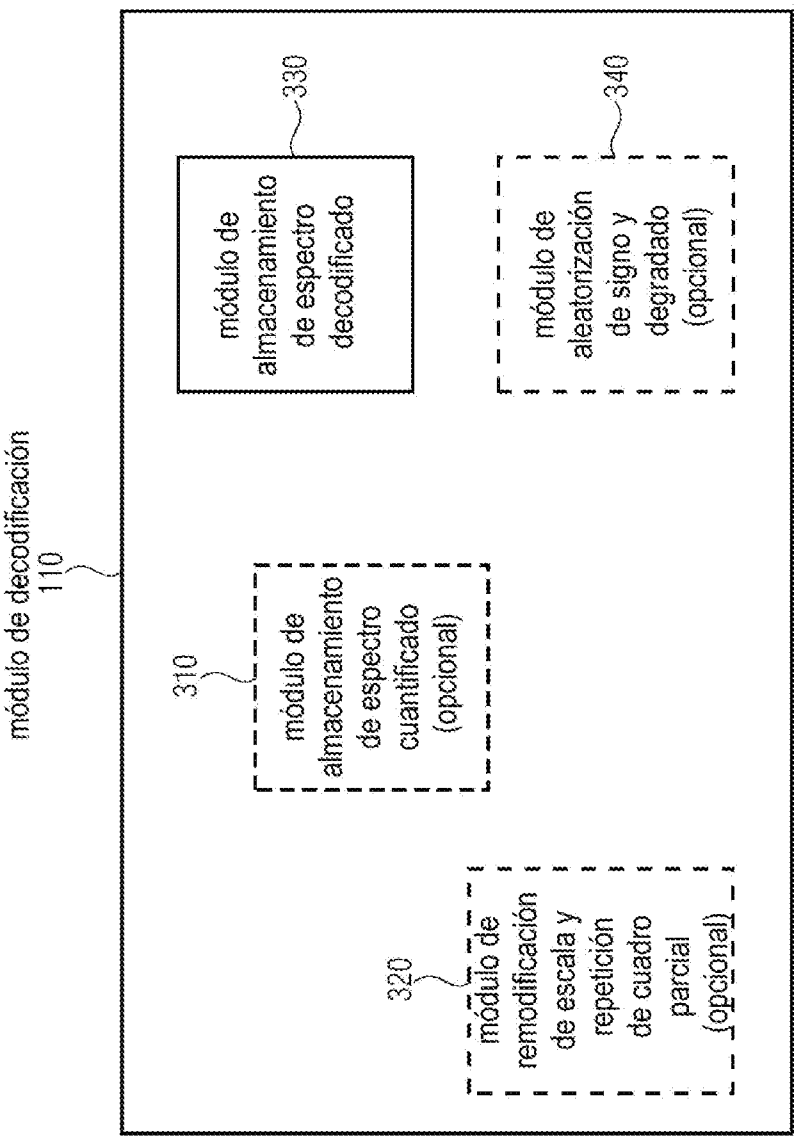
módulo de decodificación
110
310
módulo de almacenamiento de espectro cuantificado (opcional)
320
módulo de remodificación de escala y repetición de cuadro parcial (opcional)
330
módulo de almacenamiento de espectro decodificado
340
módulo de aleatorización de signo y degradado (opcional)

Fig. 2

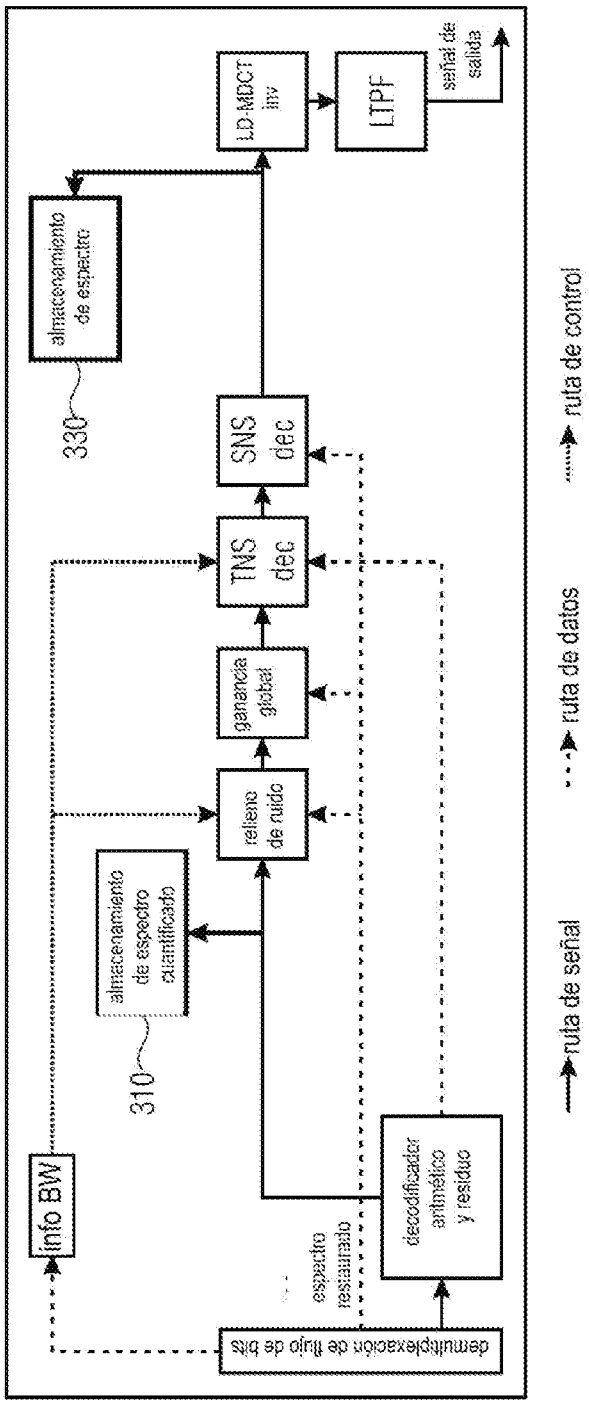
señal de salida
LTPF
LD-MDCT inv
almacenamiento de espectro
330
SNS dec
TNS dec
ganancia global
relleno de ruido
almacenamiento de espectro cuantificado
310
info BW
espectro restaurado
decodificador aritmético y residuo
demultiplexación de flujo de bits
ruta de señal
ruta de datos
ruta de control

Fig. 3

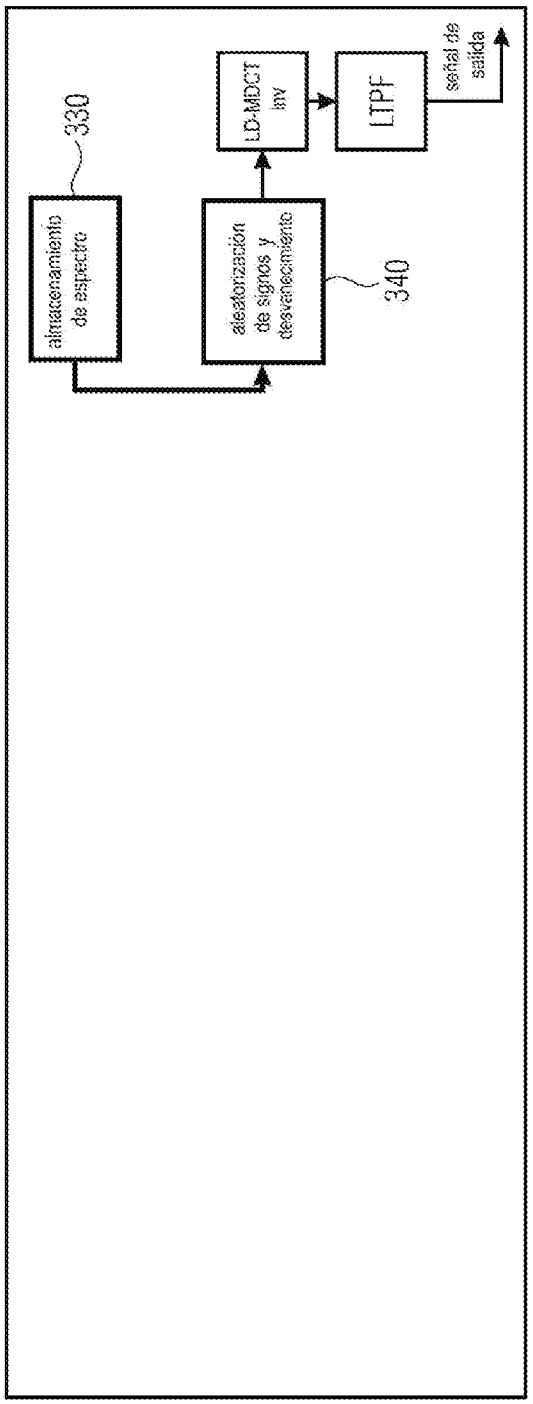
330
almacenamiento de espectro
aleatorización de signos y desvanecimiento
340
LD-MDCT inv
LTPF
señal de salida
ruta de señal
ruta de datos
ruta de control

Fig. 4

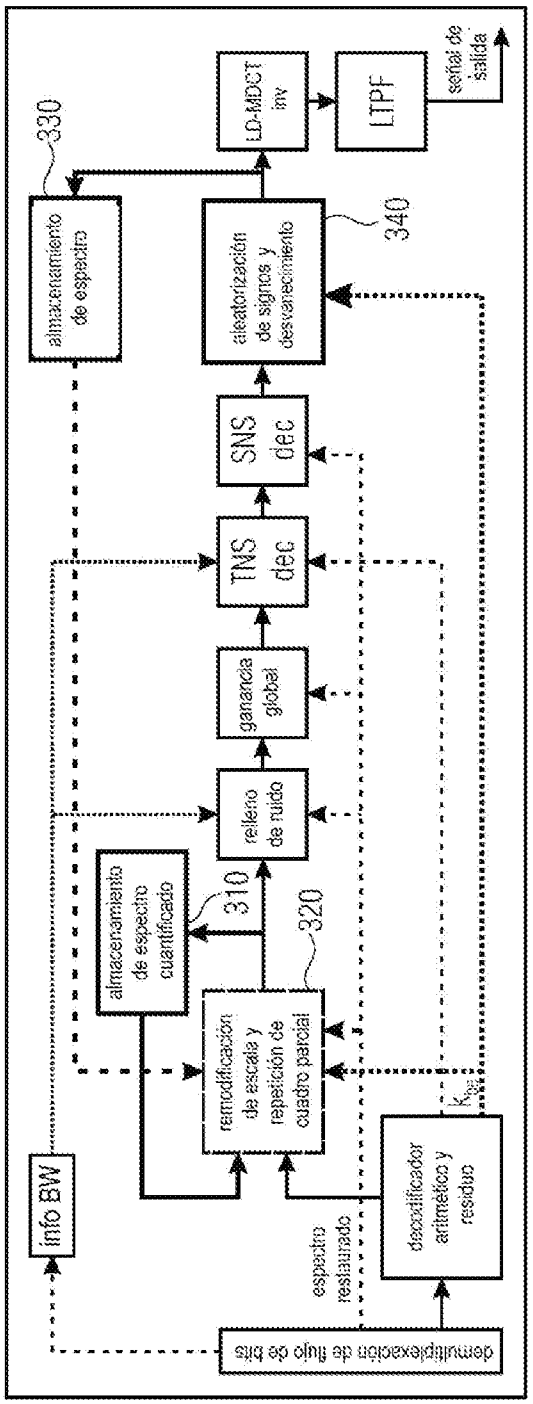
info BW
330
almacenamiento de espectro
desmultiplexación de flujo de bits
espectro restaurado
decodificador aritmético y residuo
K_{best}
remodificación de escala y repetición de cuadro parcial
320
almacenamiento de espectro cuantificado
310
relleno de ruido
ganancia global
TNS dec
SNS dec
aleatorización de signos y desvanecimiento
340
LD-MDCT inv
LTPF
señal de salida
ruta de señal
ruta de datos
ruta de control

Fig. 5

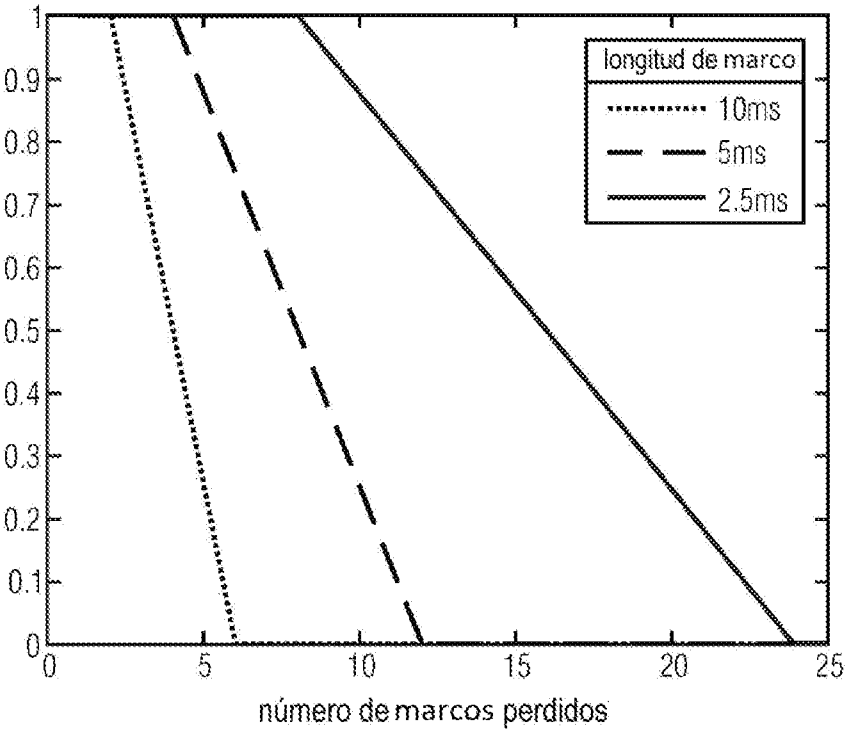
longitud de marco
10ms
5ms
2.5ms
1
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
0
5
10
15
20
25
número de marcos perdidos

Fig. 6

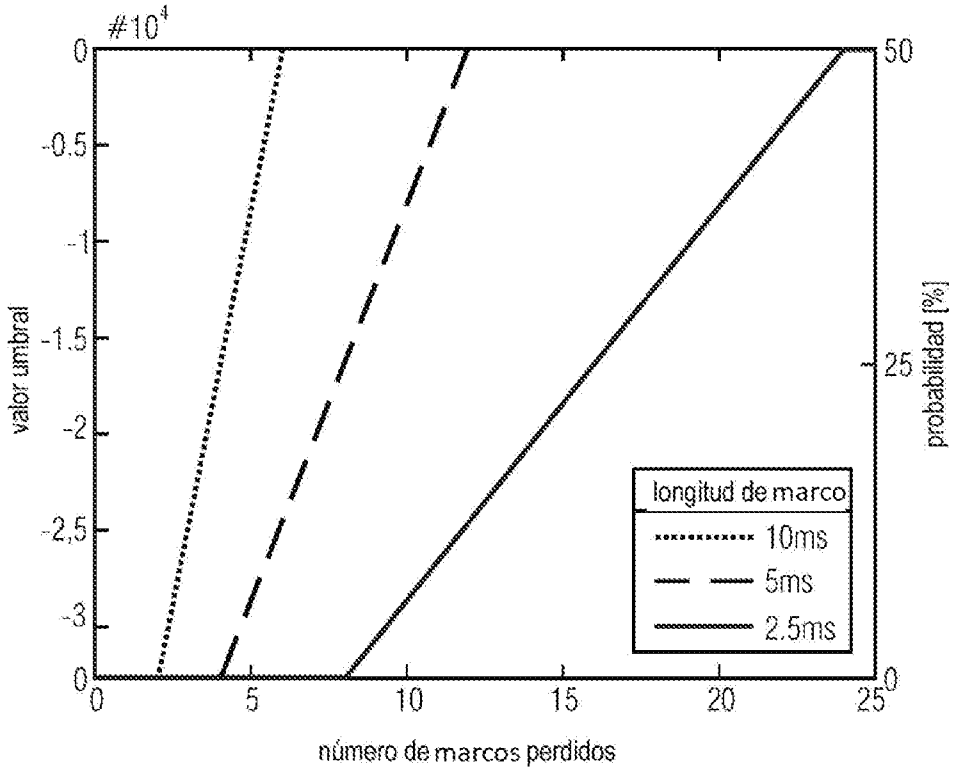
#10^4
0
-0.5
-1
-1.5
-2
-2.5
-3
0
valor umbral
50
25
0
probabilidad [%]
0
5
10
15
20
25
número de marcos perdidos
longitud de marco
10ms
5ms
2.5ms

Fig. 7

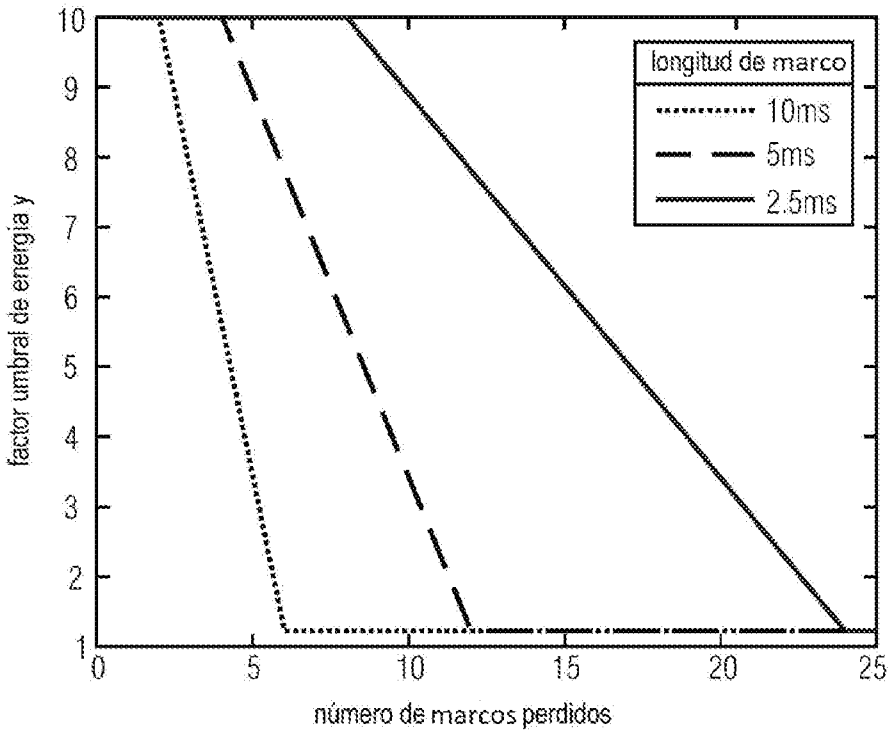
factor umbral de energía y
número de marcos perdidos
longitud de marco
10ms
5ms
2.5ms
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
0
5
10
15
20
25

Fig. 8

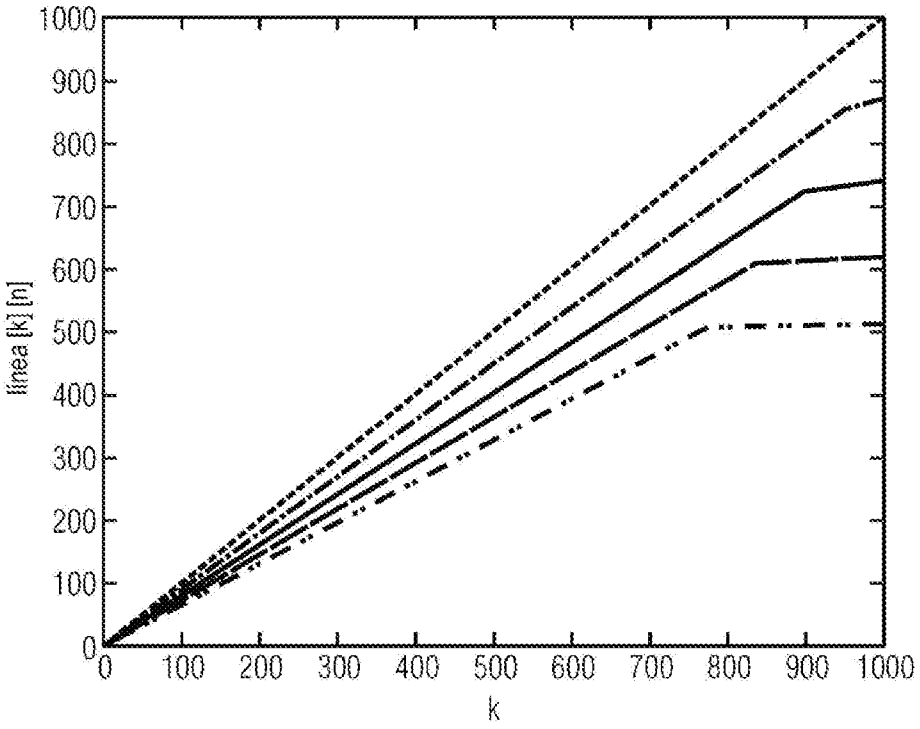
1000
900
800
700
600
500
400
300
200
100
0
línea [k] [n]
0
100
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
k
umbral; [n]; lento [n]; rápido [n]
n=0: inf*frameEnergy; 1.0000; 1.0000
n=1: 2.7*frameEnergy; 0.9000; 0.4000
n=2: 2.4*frameenergy; 0.8100; 0.1600
n=3: 2.1*frameEnergy; 0.7290; 0.0640
n=4: 1.8*frameEnergy; 0.6561; 0.0256

Fig. 9