



(11) **EP 1 599 868 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
19.05.2010 Bulletin 2010/20

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

(21) Numéro de dépôt: **04716626.9**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR2004/000488

(22) Date de dépôt: **03.03.2004**

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2004/081918 (23.09.2004 Gazette 2004/39)

(54) **Procédé et dispositif de reconstruction spectrale d'un signal audio**

Verfahren und Vorrichtung zur Rekonstruktion des Spektrums eines Audiosignals

Method and device for the spectral reconstruction of an audio signal

(84) Etats contractants désignés:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR**

(30) Priorité: **04.03.2003 FR 0302730**

(43) Date de publication de la demande:
30.11.2005 Bulletin 2005/48

(73) Titulaire: **FRANCE TELECOM
75015 Paris (FR)**

(72) Inventeurs:
• **PHILIPPE, Pierrick
F-35250 Chevaigne (FR)**
• **RAULT, Jean-Bernard
F-35690 Acigne (FR)**

(74) Mandataire: **Vidon, Patrice
Cabinet Vidon
Technopole Atalante
16B Rue de Jouanet
BP 90333
35703 Rennes Cedex 7 (FR)**

(56) Documents cités:
EP-A- 1 037 196

- **JIN A ET AL: "Scalable audio coder based on quantizer units of MDCT coefficients" 1999 IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON ACOUSTICS, SPEECH, AND SIGNAL PROCESSING, PROCEEDINGS, 15 mars 1999 (1999-03-15), - 19 mars 1999 (1999-03-19) pages 897-900, XP010328465 PHOENIX, AZ, USA, PISCATAWAY, NJ, USA, IEEE, US ISBN: 0-7803-5041-3**
- **ATKINSON I ET AL: "High quality split band LPC vocoder operating at low bit rates" 1997 IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON ACOUSTICS, SPEECH, AND SIGNAL PROCESSING, ICASSP-97, 21 avril 1997 (1997-04-21), - 24 avril 1997 (1997-04-24) pages 1559-1562, XP010226105 MUNICH, GERMANY, LOS ALAMITOS, CA, USA, IEEE COMPUT. SOC, US ISBN: 0-8186-7919-0**
- **MCCREE A ET AL: "An embedded adaptive multi-rate wideband speech coder" 2001 IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON ACOUSTICS, SPEECH, AND SIGNAL PROCESSING. PROCEEDINGS. (ICASSP), vol. 2 OF 6, 7 mai 2001 (2001-05-07), - 11 mai 2001 (2001-05-11) pages 761-764, XP002231188 SALT LAKE CITY, UT, NEW YORK, NY: IEEE, US ISBN: 0-7803-7041-4**

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

EP 1 599 868 B1

Description

[0001] La présente invention concerne un procédé et un dispositif de codage et de décodage d'un signal audio employant des techniques de reconstruction de spectre.

[0002] Plus particulièrement, l'invention se situe dans l'amélioration du décodage d'un signal audio codé par un codeur à limitation de bande spectrale, dit codeur coeur.

[0003] Dans l'état de la technique de la transmission de signaux audio, il est bien connu de procéder, avant la transmission, à une opération de codage d'un signal original. Le signal reçu subit quant à lui une opération inverse de décodage. Ce codage peut être un codage à réduction de débit. Des codeurs à réduction de débit connus sont par exemple les codeurs de type par transformée tels que les codeurs MPEG1, MPEG2 ou MPEG4-GA, les codeurs de type CELP et même des codeurs de type paramétrique, comme un codeur de type MPEG4 paramétrique.

[0004] En codage audio à réduction de débit, le signal audio doit souvent subir une limitation de bande passante lorsque le débit binaire devient faible. Cette limitation de bande passante est nécessaire pour éviter l'introduction de bruit de quantification audible dans le signal codé. Il est alors souhaitable de compléter dans la mesure du possible le contenu spectral complet du signal original.

[0005] Il a notamment été présenté dans le document "Scalable audio coder based on quantizer units of MDCT coefficients" (JIN A ET AL, IEEE International Conference on acoustics, Speech, and Signal Processing, Proceedings, 15 mars 1999 pages 897-900) présente un codeur hiérarchique à réduction de débit dans lequel des coefficients MDCT sont quantifiés hiérarchiquement par des modules d'encodage. Chacun de ces modules définit un niveau de hiérarchie, dont la fréquence de coupure et la bande peut être modifiée.

[0006] Il a également été présenté dans le document EP A-1037 196 un unique codeur qui sélectionne au moins une paire de composantes spectrales présentant une similitude maximale au sein d'un ensemble de composantes spectrales et inclut dans son flux binaire de sortie une information d'identification de chaque paire de composante sélectionnée, permettant au décodeur d'obtenir les indices supprimés pour l'autre composante de la paire.

[0007] L'élargissement de bande est connu de l'état de la technique, comme par exemple, la méthode d'élargissement spectral connue sous le nom de méthode HFR (High-Frequency Regeneration). Le signal basse fréquence décodé, à bande limitée, est soumis à un dispositif non linéaire pour obtenir un signal enrichi en harmoniques. Ce signal, après blanchiment et mise en forme fondée sur une information décrivant l'enveloppe spectrale du signal pleine bande avant codage, permet la génération d'un signal haute fréquence correspondant au contenu haute fréquence du signal avant codage.

[0008] Sont aussi connus les systèmes de codage

audio numérique qui utilisent des techniques de reconstruction de spectre hautes fréquences au niveau du codeur ainsi qu'au niveau du décodeur.

[0009] Ces systèmes effectuent une adaptation dans le temps de la fréquence de coupure entre la bande de fréquence basse codée par un codeur, dit codeur coeur, et la bande de fréquence haute codée par un système HFR, dit codeur d'extension de bande.

[0010] Dans ce cas, le codeur coeur et le codeur d'extension de bande se répartissent la bande passante en fonction de la fréquence de coupure adaptée.

[0011] Ce type de système est particulièrement intéressant pour le codage des signaux audio.

[0012] Certains réseaux de communication tels que le réseau Internet, les réseaux de communication sans fils et autres ne garantissent pas un parfait acheminement des données entre l'émetteur et le destinataire. Certaines données peuvent ainsi ne jamais arriver au destinataire ou arriver trop tard à celui-ci. En arrivant trop tard, le destinataire les considère comme perdues.

[0013] Dans ces réseaux, la bande passante disponible pour acheminer les données varie aussi en permanence et de façon importante.

[0014] Dans d'autres réseaux, tels que les réseaux hertziens, certaines des données parmi les données transmises ont un caractère plus prioritaire que d'autres. A celles-ci sont associés des codes correcteurs d'erreurs performants, assurant un bon décodage, donc pas de pertes de transmission. D'autres par contre, sont moins importantes et des codes correcteurs d'erreurs moins performants, voire pas, leur sont associés. Ces dernières sont soumises aux aléas du réseau et le décodage risque de ne pas être réalisable.

[0015] Dans certains systèmes de codage tels que ceux utilisés dans la norme MPEG4, il se peut, suite à des erreurs de transmission, que l'on ne puisse plus décoder le signal d'une certaine bande de fréquence du spectre du signal codé, ces composantes fréquentielles sont alors perdues.

[0016] Ainsi, même si le codage du signal audio a été effectué de la meilleure façon, le décodage de signaux transmis sur de tels réseaux comporte un certain nombre de défauts liés à ces réseaux.

[0017] L'invention tente de résoudre les inconvénients de l'art antérieur en proposant un procédé de codage selon la revendication 1 et le dispositif correspondant selon la revendication 9.

[0018] Corrélativement l'invention propose un procédé et un dispositif de reconstruction spectrale selon les revendications 6 et 14, dans lequel une partie du spectre de fréquence du signal audio est décodée avec un codeur à limitation de bande spectrale dit codeur coeur et dans lequel la partie complémentaire du spectre de fréquence du signal audio est décodée avec un codeur d'extension, **caractérisé en ce que** le dispositif comporte :

- des moyens d'obtention d'informations représentatives d'au moins une fréquence de coupure du signal

- décodé par le décodeur coeur,
- des moyens de sélection, parmi les données à décoder ou décodées avec le décodeur d'extension, de données pertinentes pour le décodage en fonction des informations obtenues.

[0019] Ainsi, le signal décodé va être de meilleure qualité, aucune composante spectrale du signal ne manque, le spectre en fréquence décodé avec le décodeur d'extension étant modifié conformément à la fréquence de coupure du signal décodé par le codeur coeur.

[0020] Plus particulièrement, la partie du spectre de fréquence du signal audio décodée avec un décodeur coeur est la partie basse du spectre en fréquence du signal audio.

[0021] Avantageusement, les informations représentatives d'au moins une fréquence de coupure du signal décodé par le décodeur coeur sont obtenues en effectuant une estimation de la fréquence de coupure haute du signal décodé par le décodeur coeur.

[0022] Ainsi, il n'est pas nécessaire d'inclure d'informations supplémentaires dans le signal codé et transmis, moins d'informations transitent sur le réseau.

[0023] Avantageusement, les informations représentatives d'au moins une fréquence de coupure du signal décodé par le décodeur coeur sont obtenues à partir d'informations incluses dans le flot de données comprenant le signal numérique codé.

[0024] Ainsi, la rapidité de traitement au niveau du décodeur est augmentée, tout en simplifiant celui-ci.

[0025] Plus particulièrement, le décodeur coeur est un décodeur hiérarchique et on obtient des informations représentatives de la bande passante du signal décodé par le décodeur coeur pour chaque couche du signal décodé.

[0026] Ainsi, le décodeur peut adapter le traitement à chaque couche de codage, le décodeur dispose de cette information à chaque couche et peut ainsi modifier le spectre en fréquence décodé avec le décodeur d'extension en fonction de ces informations.

[0027] L'invention selon les revendications 17 et 18 concerne aussi le programme d'ordinateur stocké sur un support d'informations, ledit programme comportant des instructions permettant de mettre en oeuvre le procédé de traitement précédemment décrit, lorsqu'il est chargé et exécuté par un système informatique.

[0028] Les caractéristiques de l'invention mentionnées ci-dessus, ainsi que d'autres, apparaîtront plus clairement à la lecture de la description suivante d'un exemple de réalisation, ladite description étant faite en relation avec les dessins joints, parmi lesquels :

- les Figs. 1a à 1d représentent les différents spectres en fréquence d'un signal audio codé avec un codeur coeur et un codeur d'extension ;
- les Figs. 1e à 1g représentent les différents spectres en fréquence d'un signal audio transmis sur un réseau et décodé avec un décodeur coeur et un dé-

codeur d'extension ;

- les Figs. 2a à 2e représentent les différents spectres en fréquence d'un signal audio codé avec un codeur coeur hiérarchique et un codeur d'extension ;
- les Figs. 2f à 2i représentent les différents spectres en fréquence d'un signal audio transmis sur un réseau et décodé avec un décodeur coeur hiérarchique et un décodeur d'extension ;
- les Figs. 3a à 3c représentent les différents spectres en fréquence d'un signal audio codé avec un codeur coeur et un codeur d'extension selon l'invention ;
- les Figs. 3d à 3f représentent les différents spectres en fréquence d'un signal audio transmis sur un réseau et décodé avec un décodeur coeur et un décodeur d'extension selon l'invention ;
- la Fig. 4a représente un schéma bloc décrivant le dispositif de codage selon l'invention ;
- la Fig. 4b représente un schéma bloc décrivant les principaux éléments d'un codeur hiérarchique coeur ;
- la Fig. 5 représente un schéma bloc décrivant le dispositif de décodage selon l'invention,
- la Fig. 6 représente selon l'invention, l'algorithme effectué au niveau du codeur ;
- la Fig. 7 représente selon l'invention, l'algorithme effectué au niveau du décodeur.

[0029] La Fig. 1a représente un spectre en fréquence d'un signal audio devant être codé. Conformément aux codeurs utilisant des combinaisons de codeurs tels que l'association codeur coeur/codeur d'extension, les fréquences basses du spectre (Fig. 1b), sont codées par un codeur coeur, tandis que les fréquences hautes sont codées par un codeur d'extension. Cette partie des fréquences hautes est représentée en Fig. 1c.

[0030] Le cumul des fréquences hautes et basses donne alors un spectre total représenté en Fig. 1d qui est identique sinon similaire au spectre de la Fig. 1a.

[0031] Lorsqu'un tel signal audio codé est transmis sur un réseau, certaines données parmi l'ensemble des données transmises sont perdues.

[0032] Ce qui est par exemple le cas de certains systèmes de codage tels que ceux utilisés dans la norme MPEG4. Suite à des erreurs de transmission, il n'est plus possible de décoder le signal à partir d'une certaine fréquence du spectre du signal codé. Les informations représentatives des composantes du spectre en fréquence supérieur à cette fréquence sont alors considérées comme perdues.

[0033] La Fig. 1e représente le spectre en fréquence d'un signal audio décodé avec un décodeur coeur, le signal audio codé ayant été transmis sur un réseau et certaines données 10 ont été perdues.

[0034] Ce type de perte est particulièrement gênant pour les informations codées par le codeur coeur. L'absence des données 10 constitue un trou dans le spectre des fréquences décodées et ce trou crée des nuisances sonores importantes telles que des sifflements à de la

restitution du signal sonore.

[0035] Les informations codées par le codeur d'extension sont beaucoup plus limitées quant à leur nombre.

[0036] Elles sont soit incluses avec les données codées par le codeur coeur, soit transmises de manière indépendante.

[0037] Dans notre exemple, le spectre en fréquence d'un signal audio transmis sur un réseau et décodé avec un décodeur d'extension est considéré comme correct. Ceci est représenté à la Fig. 1f.

[0038] La reconstruction du signal audio respectivement par le décodeur coeur et le décodeur d'extension fait apparaître en Fig. 1g un spectre en fréquence comportant des composantes fréquentielles 10 ayant disparues.

[0039] Ces composantes fréquentielles disparues 10 entachent de façon importante la qualité de reproduction du signal audio.

[0040] La Fig. 2a représente le spectre en fréquence du signal audio total devant être codé par un codeur coeur hiérarchique et un codeur d'extension.

[0041] Un codeur coeur hiérarchique va coder successivement différentes sous-parties du spectre en fréquence du signal audio à coder.

[0042] Une première partie du spectre, par exemple la partie contenant les composantes fréquentielles les plus basses, telle que le spectre représenté en Fig. 2b, va être codée.

[0043] Celle-ci est appelée la première couche. Ensuite, une autre partie contenant des composantes fréquentielles additionnelles va être codée. C'est la seconde couche, elle est représentée à la Fig. 2c.

[0044] Ainsi, dans de tels systèmes de transmission de données audio, les informations représentatives des fréquences les plus basses sont généralement transmises dans les premières couches. Les autres couches sont, par exemple, transmises alors dans un ordre fonction des fréquences du spectre qu'elles représentent.

[0045] Dans les réseaux de diffusion de données de type hertzien, certaines des couches parmi les couches transmises ont un caractère plus prioritaire que d'autres. En général, les couches comportant les fréquences les plus basses sont considérées comme prioritaires, les couches comportant les fréquences les plus hautes sont considérées comme les moins prioritaires.

[0046] Aux couches comportant les fréquences les plus basses, sont associés des codes correcteurs d'erreurs performants, assurant un bon décodage, donc pas de pertes de transmission.

[0047] Des codes correcteurs d'erreurs moins performants sont associés aux couches comportant les fréquences les plus hautes. Ces dernières sont soumises aux aléas du réseau et le décodage risque de ne pas être réalisable.

[0048] La Fig. 2d représente la partie du spectre allouée au codeur d'extension de bande, elle est identique à celle décrite en Fig. 1e.

[0049] Le cumul des trois spectres des Figs. 2b, 2c et

2d donne alors un spectre total représenté en Fig. 2e qui est identique sinon similaire au spectre de la Fig. 2a.

[0050] Les Figs. 2f et 2g représentent les spectres en fréquence d'un signal audio décodé avec un décodeur coeur hiérarchique comportant deux couches de hiérarchie, le signal audio codé ayant été transmis sur un réseau et dont certaines couches ont été perdues.

[0051] Lors de la transmission de la première couche, le spectre équivalent à cette couche n'a pas été entaché d'erreurs de transmission, comme cela est représenté à la Fig 2f.

[0052] Des données ont été perdues lors de la transmission de la seconde couche, le spectre équivalent à cette couche comporte des composantes fréquentielles, 25 à la Fig. 2g, absentes.

[0053] La partie du spectre allouée au codeur d'extension de bande est identique à celle décrite en Fig. 1c. Elle est représentée à la Fig 2h.

[0054] Ainsi, la reconstruction du signal audio respectivement par le codeur hiérarchique coeur et le décodeur d'extension fait apparaître en Fig. 2i un spectre en fréquence comportant des composantes fréquentielles 25 ayant disparues.

[0055] La Fig. 3a représente le spectre en fréquence du signal audio total devant être codé par un codeur coeur et un codeur d'extension selon l'invention.

[0056] Le codeur coeur code les composantes basses fréquences du spectre en fréquence du signal audio, ceci est représenté à la Fig. 3b.

[0057] Contrairement à l'état de la technique, et selon l'invention, le codeur d'extension code non seulement les composantes hautes fréquences du spectre en fréquence du signal audio à coder mais aussi une partie 30 des composantes basses fréquences que le codeur coeur code. Ces composantes sont représentées à la Fig. 3c.

[0058] La Fig. 3d représente le spectre en fréquence d'un signal audio décodé avec un décodeur coeur, le signal audio codé ayant été transmis sur un réseau et dont certaines couches 31 ont été perdues.

[0059] Une estimation de la bande passante du signal audio décodé par le décodeur coeur est effectuée, si celle-ci est différente de celle attendue, le décodeur coeur informe le décodeur d'extension de la bande passante manquante.

[0060] Le décodeur d'extension, avec cette information, adapte le décodage de manière à ce que le décodage s'applique aussi à la bande passante manquante.

[0061] En Fig 3e, est représenté le spectre en fréquence équivalent aux informations codées reçues par le décodeur d'extension. Ce spectre est composé des composantes 32,33 et 34.

[0062] Si aucune erreur de transmission liée à la variation de bande passante du réseau ou d'erreurs de transmission n'est arrivée, les informations correspondant à la composante 34 suffisent au décodage.

[0063] Si la bande passante du réseau a varié ou des erreurs de transmission sont arrivées de façon telle que

la composante 31 de la Fig. 3d est perdue, les informations correspondant aux composantes 33 et 34 sont nécessaires au décodage.

[0064] Ainsi, la reconstruction du signal audio respectivement par le décodeur hiérarchique coeur et le décodeur d'extension fait apparaître en Fig. 3f un spectre en fréquence ne comportant plus de composantes fréquentielles manquantes. Ainsi, même lorsque le réseau comporte des variations importantes de bande passante, le signal audio décodé reste de qualité.

[0065] La Fig. 4a représente un schéma bloc décrivant le dispositif de codage selon l'invention.

[0066] Le dispositif de codage est constitué d'un convertisseur analogique numérique 400 qui convertit le signal analogique à coder en un signal numérique. Bien entendu, si les données sont déjà sous forme numérique, le convertisseur analogique numérique n'est pas nécessaire.

[0067] Le signal numérique est délivré au codeur coeur qui encode ce signal. Le codeur coeur est par exemple un codeur à réduction de débit tel que conforme à l'un des standards MPEG1, MPEG2 ou MPEG4-GA, ou un codeur de type CELP, un codeur hiérarchique, voire même un codeur MPEG4 paramétrique.

[0068] La sortie du codeur coeur représente les données du signal couvrant le spectre en fréquence tel que celui représenté en Fig. 3b.

[0069] Ce même signal numérique est délivré au codeur d'extension de bande 403. Le codeur d'extension de bande est par exemple un codeur de type HFR (High Frequency Regeneration), par exemple SBR (Spectral Band Replication) tel que décrit dans le document « Audio Engineering Society, convention paper 5553 », présenté à la 112ième convention AES par Mr Martin Dietz.

[0070] La sortie du codeur d'extension de bande représente les données de l'enveloppe du signal couvrant le spectre en fréquence tel que celui représenté en Fig. 3c.

[0071] Un module d'ajustement de fréquence de coupure 402 est relié au codeur d'extension de bande 403 et au codeur coeur 401.

[0072] Ce module 402 définit le spectre en fréquence que le codeur d'extension prend en compte pour le codage.

[0073] Ce module 402 détermine ce spectre en fonction de la fréquence de coupure haute du codeur coeur 401, et d'une bande de fréquence variable qui permet au décodeur selon l'invention de pouvoir pallier les possibles pertes de transmission.

[0074] Par exemple, dans le cas de l'utilisation d'un codeur hiérarchique et d'une transmission avec des codes correcteurs d'erreurs dont la robustesse est variable selon les couches transmises, la bande de fréquence variable est ajustée de manière à garantir la bonne re-composition du signal pour les couches ne disposant pas d'un code correcteur d'erreurs robuste.

[0075] Il est à remarquer que dans une variante, le

spectre en fréquence du codeur coeur 401 peut être ajusté à partir du spectre en fréquence du codeur d'extension 403.

[0076] Dans ce cas, le module 402 définit le spectre en fréquence que le codeur coeur 401 prend en compte pour le codage. Ce module 402 définit ce spectre en fonction de la fréquence de coupure basse du codeur d'extension 403 et d'une bande de fréquence variable qui permet au décodeur selon l'invention de pouvoir pallier les possibles pertes de transmission.

[0077] Le dispositif de codage comporte aussi un multiplexeur 404 qui multiplexe les signaux audio codés par le codeur coeur 401 et par le codeur d'extension 403.

[0078] Selon une variante de l'invention, le module 402 transfère au multiplexeur 404 les informations représentatives de la bande passante du codeur coeur 401 ou ses fréquences de coupures, voire même de la fréquence de coupure basse du codeur d'extension 403 pour que celles-ci soient incluses dans les données transmises.

[0079] L'inclusion est effectuée dans le cas d'un codeur hiérarchique pour chaque couche de codage.

[0080] Les données multiplexées sont alors transférées à un module de transmission réseau qui, par exemple dans le cas d'une transmission hertzienne, applique des codes correcteurs d'erreurs aux données multiplexées et transmet celles-ci sur le réseau 405.

[0081] La Fig. 4b représente un schéma bloc décrivant les principaux éléments d'un codeur hiérarchique coeur.

[0082] Ce codeur hiérarchique peut remplacer le codeur 401 précédemment décrit en référence à la Fig. 4a.

[0083] Un codeur hiérarchique coeur subdivise habituellement le spectre de fréquence à coder en différentes couches. Une couche représente une bande de fréquence du spectre à coder. Le nombre de couches est variable et permet une transmission progressive du signal codé.

[0084] Dans un souci de simplicité, seulement deux couches sont représentées ici. Le codeur est constitué d'un premier codeur 410 qui code la partie la plus basse du spectre en fréquence du signal original.

[0085] Les informations codées sont transférées à un multiplexeur 416 qui transfère ces données au multiplexeur 404.

[0086] Il est à remarquer que le module 402 précédemment décrit transfère au multiplexeur 404 les informations représentatives de la bande passante du codeur coeur 410 pour que celles-ci soient incluses dans le flot de données associé à cette couche.

[0087] Ceci constitue alors la première couche du signal codé.

[0088] Les informations codées sont aussi transférées à un décodeur 411. Ce décodeur décode ces informations pour ensuite les transmettre à un circuit de soustraction 413 qui va soustraire du signal original le signal décodé.

[0089] Il est à remarquer que le signal original a été précédemment retardé d'un délai égal au temps de codage du codeur 410 et au temps de décodage du décodeur 411.

[0090] Le signal obtenu en sortie du circuit soustracteur est alors le signal original dans lequel les composantes basses fréquences précédemment codées ont été enlevées au résidu de codage près.

[0091] Ce signal est de nouveau codé par un codeur 415 pouvant être de même type que le codeur 410. Ici, sont codées les composantes fréquentielles du signal supérieures à celles codées par le codeur 410.

[0092] Les informations codées sont transférées à un multiplexeur 416 qui transfère ces données au multiplexeur 404.

[0093] Il est à remarquer que le module 402 précédemment décrit transfère au multiplexeur 404 les informations représentatives de la bande passante du codeur cœur 415 pour que celles-ci soient incluses dans le flot de données associé à cette couche. Il peut aussi transférer le nombre total de couches de codage, la fréquence de coupure haute ou basse du codeur cœur 415.

[0094] Ceci constitue alors la seconde couche du signal codé.

[0095] Il est à remarquer que si l'on désire augmenter le nombre de couches, les éléments 410, 411, 413 et 414 devront être dupliqués pour chaque couche supplémentaire.

[0096] Il est aussi à remarquer que le spectre de fréquence traité par chaque codeur peut être variable : Il est à remarquer aussi que l'invention est applicable pour les signaux audio de type monophonique, stéréophonique ou multivoie.

[0097] Dans le cas de signaux multivoie, les informations de bande passante transmises par le codeur peuvent être transmises de manière conjuguée ou dans un mode préférentiel, la bande passante de chacune des voies peut être déduite des autres voies par un codage différentiel.

[0098] La Fig. 5 représente un schéma bloc décrivant le dispositif de décodage selon l'invention.

[0099] Le dispositif de décodage est constitué d'un démultiplexeur 510 qui sépare les signaux reçus par l'intermédiaire du réseau 405 en données destinées au décodeur cœur 511 et en données destinées au décodeur d'extension 512. Il extrait en outre des signaux reçus, les informations représentatives de la bande passante du codeur cœur 401 du dispositif de codage, des codeurs 410 et 415 si le signal a été codé avec un codeur hiérarchique, voire même de la fréquence de coupure basse du codeur d'extension 403 du dispositif de codage si celles-ci ont été incluses dans les données transmises.

[0100] Le décodeur cœur 511 décode les données pour fournir un signal décodé tel que le signal représenté à la Fig. 3d.

[0101] Le décodeur cœur 511 est par exemple un décodeur tel que conforme à l'un des standards MPEG1, MPEG2 ou MPEG4-GA, ou un décodeur de type CELP, un décodeur hiérarchique, voire même un décodeur MPEG4 paramétrique.

[0102] Le décodeur cœur 511 comporte un module 511b d'obtention d'informations représentatives d'au

moins une fréquence de coupure qui estime, selon un premier mode de réalisation, le spectre en fréquence du signal reçu par celui-ci. Le module 511b le réalise par exemple en effectuant une transformation temps fréquence sur le signal décodé et en déterminant la fréquence à partir de laquelle l'énergie du signal devient négligeable. Préférentiellement, ceci peut s'effectuer avec l'assistance d'un modèle de perception.

[0103] Le décodeur 511, plus précisément son module 511b transfère ensuite une information représentative de la fréquence de coupure ou de la bande passante au décodeur d'extension 512.

[0104] Le décodeur d'extension 512 sélectionne, à partir de l'information représentative transmise par le décodeur 511, parmi les données codées qu'il a reçues du multiplexeur 510, les données correspondant à une représentation de l'enveloppe spectrale supérieure à la fréquence déterminée par le codeur 511.

[0105] De cette façon, les pertes liées à la transmission du signal codé sont compensées.

[0106] Le décodeur cœur 511, plus précisément le module 511b d'obtention d'informations représentatives d'au moins une fréquence de coupure obtient du démultiplexeur 510, selon un second mode de réalisation, les informations représentatives de la bande passante du codeur cœur 401 ou des codeurs 410 et 415 du dispositif de codage, voire le nombre de couches du signal codé, voire même de la fréquence de coupure basse du codeur d'extension 403 du dispositif de codage si celles-ci ont été incluses dans les données transmises.

[0107] A partir de ces données obtenues, le module 511 b vérifie, dans le cas où celui-ci est un décodeur hiérarchique, si chaque couche est bien reçue et dans la négative transfère une information représentative de la bande passante d'une ou des couches perdues au décodeur d'extension 512.

[0108] Le décodeur d'extension 512 sélectionne, à partir de l'information représentative transmise par le module 511b, parmi les données codées reçues du multiplexeur 510, les données correspondant à l'enveloppe du signal correspondant à une représentation de l'enveloppe spectrale des fréquences supérieures à la fréquence la plus basse correspondant aux bandes de fréquences perdues.

[0109] Ainsi, le décodeur d'extension corrige les pertes dues au réseau que ce soit sur des pertes affectant les dernières couches reçues ou des pertes affectant une couche intermédiaire.

[0110] Le décodeur d'extension de bande 512 est par exemple un décodeur de type HFR (High Frequency Regeneration), par exemple un décodeur de type SBR (Spectral Band Replication) tel que décrit dans le document « Audio Engineering Society, convention paper 5553 », présenté à la 112ième convention AES par Mr Martin Dietz.

[0111] Il est à remarquer qu'en variante, le décodeur d'extension 512 décode la totalité des informations reçues. Une sélection parmi les données décodées est ef-

fectuée de manière à ne garder que celles correspondant à une représentation de l'enveloppe spectrale supérieure à la fréquence déterminée par le codeur 511.

[0112] L'enveloppe décodée par le décodeur d'extension 512 ou sélectionnée est transférée à un module de contrôle de gain 515.

[0113] Le signal décodé par le décodeur coeur 511 est envoyé à un module de transposition 513 qui génère un signal dans les hautes fréquences du spectre à partir du signal décodé basse fréquence.

[0114] Ce signal est introduit dans le module de contrôle de gain 515 afin de permettre l'ajustement de l'enveloppe de signal haute fréquence.

[0115] Le signal d'enveloppe ajusté est ensuite additionné au signal décodé par le décodeur coeur 511 avec un additionneur 516.

[0116] L'additionneur 516 peut dans un mode préféré favoriser certaines composantes fréquences en multipliant par exemple certaines composantes par des coefficients.

[0117] Il est à remarquer que le signal décodé par le décodeur coeur 511 a été préalablement retardé d'un délai égal à la différence de temps de traitement entre les signaux additionnés. Ce retard est effectué par le circuit de retard 514.

[0118] Le spectre en fréquence du signal obtenu est ainsi similaire à celui de la Fig. 3f.

[0119] Le signal de sommation peut être ensuite converti sous forme analogique à l'aide d'un convertisseur numérique analogique 517.

[0120] La Fig. 6 représente l'algorithme effectué selon l'invention au niveau du codeur.

L'invention telle que décrite en référence aux Figs. précédentes est aussi réalisable sous forme logicielle dans laquelle un processeur exécute le code exécutable associé aux étapes E1 à E7 de l'algorithme de la Fig. 6.

[0121] A la mise sous tension du dispositif de codage, et plus particulièrement dans le cas d'une utilisation d'un ordinateur comme dispositif de codage, le processeur lit à partir de la mémoire morte de l'ordinateur ou d'un support d'informations tel qu'un disque compact CD-ROM, les instructions du programme correspondant aux étapes E1 à E7 de la Fig. 6 et les charge en mémoire vive RAM pour les exécuter.

[0122] A l'étape E1, à la réception de données audio à coder, le processeur détermine la bande passante du codeur coeur ou au moins une fréquence de coupure.

[0123] Il est à remarquer que la bande passante du codeur coeur peut ou pas être variable dans le temps en fonction par exemple de la charge du codeur coeur.

[0124] A cette même étape, le processeur code les données selon un algorithme dit de codage coeur conforme à l'un des standards MPEG1, MPEG2 ou MPEG4-GA, ou de type CELP, de type hiérarchique, voire même de type MPEG4 paramétrique.

[0125] L'étape E2 consiste à vérifier si, et dans le cas d'un codage hiérarchique, toutes les couches ont été codées ou non.

[0126] Dans la négative, et si le codage coeur est un codage hiérarchique, le processeur réitère l'étape E1 pour chaque couche du signal audio codé.

[0127] Si la totalité des couches ont été codées, ou que le codage n'est pas un codage hiérarchique, l'algorithme passe à l'étape suivante E3.

[0128] A l'étape E3, le processeur détermine une marge de fréquence. Cette marge peut être prédéterminée et mémorisée dans un registre ou être sous forme d'une variable.

[0129] Cette variable dépend par exemple du type de correction d'erreurs que l'on va appliquer aux données codées lors de leur transmission sur le réseau.

[0130] Cette marge déterminée, le processeur détermine à l'étape E4, à partir de la marge et de la fréquence de coupure haute du codeur coeur, la fréquence de coupure basse du codeur d'extension.

[0131] Cette opération réalisée, le processeur transfère cette information au sous-programme de codage d'extension à l'étape E5.

[0132] Enfin, selon un mode particulier de l'invention, à l'étape E6, le processeur mémorise cette information.

[0133] Le processeur, à l'étape E7, exécute le codage d'extension en codant les données dont le spectre est supérieur à l'information transférée à l'étape E5. Le codage d'extension de bande est par exemple un codage de type HFR (High Frequency Regeneration), par exemple SBR (Spectral Band Replication) tel que décrit dans le document « Audio Engineering Society, convention paper 5553 », présenté à la 112ième convention AES par Mr Martin Dietz.

[0134] Cette opération effectuée, le processeur passe à l'étape E7 qui consiste à multiplexer les signaux audio codés à l'étape E1 et les signaux audio codés à l'étape E7 pour former un flot de données codées et transmises sur un réseau.

[0135] Selon une variante de l'invention, le processeur insère dans le flot de données codées et transmises, l'information mémorisée à l'étape E6 ou insère une ou plusieurs des informations suivantes : bande passante du codeur coeur, bande passante du codeur d'extension, fréquence basse et haute de chaque couche de codage, nombre de couches de codage si un codeur hiérarchique est utilisé.

[0136] L'insertion est effectuée dans le cas d'un codeur hiérarchique pour chaque couche de codage.

[0137] Ces opérations effectuées, le processeur retourne à l'étape E1 en attente de nouvelles données audio à coder.

[0138] La Fig. 7 représente l'algorithme effectué selon l'invention au niveau du décodeur.

[0139] L'invention telle que décrite en référence aux Figs. précédentes est aussi réalisable sous forme logicielle dans laquelle un processeur exécute le code associé aux étapes E10 à E15 de l'algorithme de la Fig. 7.

[0140] A la mise sous tension du dispositif de réception, et plus particulièrement dans le cas d'une utilisation d'un ordinateur comme dispositif de réception, le proces-

seur lit à partir de la mémoire morte de l'ordinateur ou d'un support d'informations tel qu'un disque compact CD-ROM, les instructions du programme correspondant aux étapes E10 à E15 de la Fig. 7 et les charge en mémoire vive RAM pour les exécuter.

[0141] A l'étape E10, le processeur, à la réception de données audio à décoder, sépare les signaux reçus par l'intermédiaire du réseau 405 en données destinées au décodeur coeur et en données destinées au décodeur d'extension. Il extrait en outre des signaux reçus, les informations représentatives de la bande passante ou d'au moins une fréquence de coupure du codeur coeur ayant codé le signal audio, ou des codeurs ayant codé le signal audio si le signal a été codé avec un codeur hiérarchique, voire même la fréquence de coupure basse du codeur d'extension ayant codé le signal audio si celles-ci ont été incluses dans les données transmises.

[0142] Cette opération effectuée, le processeur passe à l'étape E7. Le processeur procède alors au décodage de ces données.

[0143] Le processeur procède au décodage des données selon un algorithme de décodage dit de décodage coeur tel que conforme à l'un des standards MPEG1, MPEG2 ou MPEG4-GA, ou de type CELP, un décodage hiérarchique, voire même un décodage de type MPEG4 paramétrique.

[0144] Cette étape de décodage coeur effectuée, le processeur passe à l'étape E12 qui est une étape d'obtention d'informations représentatives d'au moins une fréquence de coupure qui estime, selon un premier mode de réalisation, le spectre en fréquence du signal reçu par celui-ci. Ceci est réalisé par exemple en effectuant une transformation temps fréquence sur le signal décodé à l'étape E11 et en déterminant la fréquence à partir de laquelle l'énergie du signal devient négligeable. Préféra- blement, ceci peut s'effectuer avec l'assistance d'un mo- dèle de perception.

[0145] Selon un autre mode de réalisation, le proces- seur obtient les informations extraites à l'étape E1 et vé- rifie dans le cas où celui-ci est un décodeur hiérarchique, si chaque couche est bien reçue et dans la négative transfère une information représentative de la bande passante d'une ou des couches perdues au décodeur d'extension.

[0146] Cette opération effectuée, l'étape E13 consiste en une adaptation de la fréquence de coupure basse du décodeur d'extension de manière à ce que celui-ci com- pense les pertes dues au réseau. L'adaptation est effec- tuée à partir de l'information représentative de la fréquen- ce de coupure ou de la bande passante obtenue à l'étape E12 ou si le décodage de l'étape E11 est un décodage hiérarchique de l'information représentative de la bande passante ou d'une fréquence de coupure d'une ou des couches perdues.

[0147] Cette opération effectuée, le processeur passe à l'étape E14 et décode selon un algorithme de décodage dit d'extension les données correspondant aux fréquen- ces supérieures à cette fréquence de coupure basse pré-

cédemment déterminée.

[0148] Le processeur sélectionne, à partir de la fré- quence adaptée, parmi les données séparées à l'étape E1 et destinées au décodage d'extension, les données correspondant à l'enveloppe du signal correspondant à une représentation de l'enveloppe spectrale des fré- quences supérieures à la fréquence la plus basse cor- respondant aux bandes de fréquences perdues.

[0149] Ainsi, le décodage d'extension corrige les per- tes dues au réseau que ce soit sur des pertes affectant les dernières couches reçues ou des pertes affectant une couche intermédiaire.

[0150] Le décodage d'extension est un algorithme de décodage d'extension de bande par exemple un décod- age de type HFR (High Frequency Regeneration), par exemple un décodage de type SBR (Spectral Band Rep- lication) tel que décrit dans le document « Audio Engi- neering Society, convention paper 5553 », présenté à la 112ième convention AES par Mr Martin Dietz.

[0151] Enfin, les données décodées par le décodeur coeur et le décodeur d'extension sont additionnées pour former le signal audio décodé à l'étape E15.

[0152] Ces opérations effectuées, le processeur re- tourne à l'étape E10 dans l'attente de nouvelles données audio à décoder.

Revendications

1. Procédé de codage d'un signal audio, dans lequel une partie du spectre de fréquence du signal audio est codée avec un codeur à limitation de bande spec- trale dit codeur coeur et dans lequel la partie com- plémentaire du spectre de fréquence du signal audio est codée avec un codeur d'extension de bande, dis- tinct du codeur coeur,
caractérisé en ce qu'au moins une partie du spec- tre codé avec le codeur coeur est aussi codée avec le codeur d'extension de bande et **en ce que** le pro- cédé comporte les étapes de

- détermination d'au moins une fréquence de coupure du codeur coeur à l'aide d'un module d'ajustement de fréquence tenant compte de la charge du codeur coeur,
- détermination des parties du spectre codées avec le codeur coeur et le codeur d'extension de bande respectivement, à partir de la fréquen- ce de coupure déterminée à l'aide dudit module d'ajustement,
- lesdites parties se chevauchant au voisinage de ladite fréquence de coupure, de façon à pallier une éventuelle perte de données lors de la trans- mission de ladite partie du spectre codée par le codeur coeur,
- ladite étape de détermination d'au moins une fréquence de coupure du codeur coeur par un module d'ajustement de fréquence comprenant

les étapes de:

- détermination d'une marge de fréquence, ladite marge pouvant être prédéterminée ou mémorisée dans un registre sous forme d'une variable, 5
 - à partir de ladite marge de fréquence, détermination de la fréquence de coupure haute du codeur coeur et de la fréquence de coupure basse du codeur d'extension de bande délivrant une information représentative de ladite fréquence de coupure basse du codeur d'extension de bande, 10
 - transfert de ladite information audit codeur d'extension de bande, 15
 - mémorisation de ladite information.
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le procédé comporte une étape de transfert du signal numérique codé sur un réseau et **en ce que** la ou chaque fréquence déterminée est transférée avec le signal numérique codé. 20
 3. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le codeur coeur est un codeur hiérarchique et pour chaque couche de codage, au moins une fréquence de coupure de chaque couche de codage est déterminée par ledit module d'ajustement de fréquence. 25
 4. Procédé selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** le procédé comporte une étape de transfert de chaque couche de codage du signal numérique codé sur un réseau et **en ce que** la ou chaque fréquence déterminée par ledit module d'ajustement de fréquence pour la couche est transférée avec ladite couche. 30
 5. Procédé selon l'un quelconques des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** la partie du spectre de fréquence du signal audio codée avec le codeur coeur est la partie basse du spectre de fréquence du signal audio. 35
 6. Procédé de reconstruction spectrale d'un signal audio codé sous la forme de données, comprenant : 40
 - des données correspondant à des composantes basses fréquences du spectre en fréquences du signal audio, destinées à être décodées avec un décodeur à limitation de bande spectrale dit décodeur coeur ; 50
 - des données, correspondant à une seconde partie du spectre en fréquences du signal audio, comprenant des composantes hautes fréquences, destinées à être décodées avec un décodeur d'extension de bande, distinct du décodeur coeur, 55

caractérisé en ce que lesdites données destinées audit décodeur d'extension de bande correspondent non seulement aux dites composantes hautes fréquences, mais aussi à une partie desdites composantes basses fréquences du spectre en fréquences dudit signal audio que le codeur coeur a codées, et **en ce que** le procédé comporte les étapes suivantes :

- estimation d'au moins une fréquence de coupure haute du signal décodé par le décodeur coeur;
 - adaptation d'une fréquence de coupure basse du décodeur d'extension de bande à partir de ladite au moins une fréquence de coupure haute obtenue ; et
 - décodage par le décodeur d'extension de bande de données d'extension correspondant aux fréquences supérieures à ladite fréquence de coupure basse adaptée.
7. Procédé selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** les informations représentatives d'au moins une fréquence de coupure du signal décodé par le décodeur coeur sont obtenues à partir d'informations incluses dans le flot de données comprenant le signal numérique codé. 30
 8. Procédé selon la revendication 6 ou 7, **caractérisé en ce que** le décodeur coeur est un décodeur hiérarchique et **en ce que** le procédé obtient des informations représentatives de la bande passante du signal décodé par le décodeur coeur pour chaque couche du signal décodé. 35
 9. Dispositif de codage d'un signal audio, dans lequel une partie du spectre de fréquence du signal audio est codée avec un codeur à limitation de bande spectrale dit codeur coeur et dans lequel la partie complémentaire du spectre de fréquence du signal audio est codée avec un codeur d'extension de bande, distinct du codeur coeur, et dans lequel au moins une partie du spectre codée avec le codeur coeur est aussi codée avec le codeur d'extension de bande et **caractérisé en ce qu'il** comporte : 40
 - un module d'ajustement de fréquence tenant compte de la charge du codeur coeur et déterminant au moins une fréquence de coupure du codeur coeur, 45
 - des moyens de détermination de parties du spectre codées avec le codeur coeur et le codeur d'extension de bande respectivement, à partir de la fréquence de coupure déterminée à l'aide dudit module d'ajustement, lesdites parties se chevauchant au voisinage de ladite fréquence de coupure, de façon à pallier 50

une éventuelle perte de données lors de la transmission de ladite partie du spectre codée par le codeur coeur,

- des moyens pour coder au moins une partie du spectre codée avec le codeur coeur avec le codeur d'extension de bande,

ledit dispositif de codage comprenant en outre:

- des moyens de détermination d'une marge de fréquence, ladite marge pouvant être prédéterminée ou mémorisée dans un registre sous forme d'une variable,

- des moyens de détermination de la fréquence de coupure haute du codeur coeur et de la fréquence de coupure basse du codeur d'extension de bande à partir de ladite marge de fréquence délivrant une information représentative de ladite fréquence de coupure basse du codeur d'extension de bande,

- des moyens de transfert de ladite information audit codeur d'extension de bande,

- des moyens de mémorisation de ladite information.

10. Dispositif selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** le dispositif comporte des moyens de transfert du signal numérique codé sur un réseau et **en ce que** la ou chaque fréquence déterminée est transférée avec le signal numérique codé.

11. Dispositif selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** le codeur coeur est un codeur hiérarchique et pour chaque couche de codage, au moins une fréquence de coupure de chaque couche de codage est déterminée par ledit module d'ajustement de fréquence.

12. Dispositif selon la revendication 11, **caractérisé en ce que** le dispositif comporte des moyens de transfert de chaque couche du signal numérique codé sur un réseau et **en ce que** la ou chaque fréquence déterminée par ledit module d'ajustement de fréquence pour la couche de codage est transférée avec ladite couche de codage.

13. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 9 à 12, **caractérisé en ce que** la partie du spectre de fréquence du signal audio codée avec le codeur coeur est la partie basse du spectre de fréquence du signal audio.

14. Dispositif de reconstruction spectrale d'un signal audio codé sous la forme de données, comprenant :

- un décodeur à limitation de bande spectrale dit décodeur coeur apte à décoder des données correspondant à des composantes basses fré-

quences du spectre en fréquences du signal audio,

- un décodeur d'extension de bande, distinct du décodeur coeur, apte à décoder des données, correspondant à une seconde partie du spectre en fréquences du signal

audio, comprenant des composantes hautes fréquences.

caractérisé en ce que lesdites données destinées audit décodeur d'extension de bande correspondent non seulement auxdites composantes hautes fréquences, mais aussi à une partie desdites composantes basses fréquences du spectre en fréquences du signal audio que le codeur coeur a codées,

ce que le dispositif comprend :

- des moyens d'estimation d'au moins une fréquence de coupure haute du signal décodé par le décodeur coeur ;

- des moyens d'adaptation d'une fréquence de coupure basse du décodeur d'extension de bande à partir de ladite au moins une fréquence de coupure haute obtenue ; et

- des moyens de décodage dudit décodeur d'extension de bande, aptes à décoder des données d'extension correspondant aux fréquences supérieures à la fréquence de coupure basse adaptée.

15. Dispositif selon la revendication 14, **caractérisé en ce que** les informations représentatives d'au moins une fréquence de coupure du signal décodé par le décodeur coeur sont obtenues à partir d'informations incluses dans le flot de données comprenant le signal numérique codé.

16. Dispositif selon la revendication 15, **caractérisé en ce que** le décodeur coeur est un décodeur hiérarchique et **en ce que** le dispositif va obtenir des informations représentatives d'au moins une fréquence de coupure du signal décodé par le décodeur coeur pour chaque couche du signal décodé.

17. Programme d'ordinateur stocké sur un support d'informations, ledit programme comportant des instructions permettant de mettre en oeuvre le procédé de codage selon l'une quelconque des revendications 1 à 5 lorsqu'il est chargé et exécuté par un système informatique.

18. Programme d'ordinateur stocké sur un support d'informations, ledit programme comportant des instructions permettant de mettre en oeuvre le procédé de reconstruction d'un signal audio selon l'une quelconque des revendications 6 à 8, lorsqu'il est chargé et exécuté par un système informatique.

Claims

1. Method for coding an audio signal, in which a part of the frequency spectrum of the audio signal is coded with a spectral band limitation coder termed a core coder and in which the complementary part of the frequency spectrum of the audio signal is coded with a band extension coder, distinct from the core coder,
characterized in that at least one spectrum part coded with the core coder is also coded with the band extension coder and **in that** the method comprises the steps of:
 - determining at least one cutoff frequency of the core coder with the aid of a frequency adjustment module taking account of the loading of the core coder,
 - determining parts of the spectrum that are coded with the core coder and the band extension coder respectively, on the basis of the cutoff frequency determined with the aid of the said adjustment module,
 the said parts overlapping in the vicinity of the said cutoff frequency, in such a way as to alleviate any loss of data during the transmission of the said spectrum part coded by the core coder, the said step of determining at least one cutoff frequency of the core coder by a frequency adjustment module comprising the steps of:
 - determining a frequency margin, it being possible for the said margin to be predetermined or stored in a register in the form of a variable,
 - on the basis of the said frequency margin, determining the high cutoff frequency of the core coder and the low cutoff frequency of the band extension coder delivering an item of information representative of the said low cutoff frequency of the band extension coder,
 - transferring the said item of information to the band extension coder,
 - storing the said item of information.
2. Method according to Claim 1, **characterized in that** the method comprises a step of transferring the coded digital signal over a network and **in that** the or each frequency determined is transferred with the coded digital signal.
3. Method according to Claim 1, **characterized in that** the core coder is a hierarchical coder and for each coding layer, at least one cutoff frequency of each coding layer is determined by the said frequency adjustment module.
4. Method according to Claim 3, **characterized in that** the method comprises a step of transferring each coding layer of the coded digital signal over a network and **in that** the or each frequency determined by the said frequency adjustment module for the layer is transferred with the said layer.
5. Method according to any one of Claims 1 to 4, **characterized in that** the part of the frequency spectrum of the audio signal that is coded with the core coder is the low part of the frequency spectrum of the audio signal.
6. Method for the spectral reconstruction of an audio signal coded in the form of data, comprising:
 - data corresponding to low frequency components of the frequency spectrum of the audio signal, which are intended to be decoded with a spectral band limitation decoder termed a core decoder;
 - data, corresponding to a second part of the frequency spectrum of the audio signal, comprising high frequency components, which are intended to be decoded with a band extension decoder, distinct from the core decoder,**characterized in that** the said data intended for the said band extension decoder correspond not only to the said high frequency components, but also to a part of the said low frequency components of the frequency spectrum of the said audio signal which were coded by the core coder, and **in that** the method comprises the following steps:
 - estimating at least one high cutoff frequency of the signal decoded by the core decoder;
 - adapting a low cutoff frequency of the band extension decoder on the basis of the said at least one high cutoff frequency obtained; and
 - decoding by the band extension decoder of extension data corresponding to the frequencies above the said adapted low cutoff frequency.
7. Method according to Claim 6, **characterized in that** the information representative of at least one cutoff frequency of the signal decoded by the core decoder is obtained on the basis of information included in the flow of data comprising the coded digital signal.
8. Method according to Claim 6 or 7, **characterized in that** the core decoder is a hierarchical decoder and **in that** the method obtains information representative of the passband of the signal decoded by the

core decoder for each layer of the decoded signal.

9. Device for coding an audio signal, in which a part of the frequency spectrum of the audio signal is coded with a spectral band limitation coder termed a core coder and in which the complementary part of the frequency spectrum of the audio signal is coded with a band extension coder, distinct from the core coder, and in which at least one spectrum part coded with the core coder is also coded with the band extension coder and
characterized in that it comprises:

- a frequency adjustment module taking account of the loading of the core coder and determining at least one cutoff frequency of the core coder,
- means for determining parts of the spectrum that are coded with the core coder and the band extension coder respectively, on the basis of the cutoff frequency determined with the aid of the said adjustment module,
- the said parts overlapping in the vicinity of the said cutoff frequency, in such a way as to alleviate any loss of data during the transmission of the said spectrum part coded by the core coder,
- means for coding at least one spectrum part coded with the core coder with the band extension coder,
- the said coding device furthermore comprising:
 - means for determining a frequency margin, it being possible for the said margin to be predetermined or stored in a register in the form of a variable,
 - means for determining the high cutoff frequency of the core coder and the low cutoff frequency of the band extension coder on the basis of the said frequency margin, delivering an item of information representative of the said low cutoff frequency of the band extension coder,
 - means for transferring the said item of information to the said band extension coder,
 - means for storing the said item of information.

10. Device according to Claim 9, **characterized in that** the device comprises means for transferring the coded digital signal over a network and **in that** the or each frequency determined is transferred with the coded digital signal.
11. Device according to Claim 9, **characterized in that** the core coder is a hierarchical coder and for each coding layer, at least one cutoff frequency of each coding layer is determined by the said frequency adjustment module.

12. Device according to Claim 11, **characterized in that** the device comprises means for transferring each layer of the coded digital signal over a network and **in that** the or each frequency determined by the said frequency adjustment module for the coding layer is transferred with the said coding layer.

13. Device according to any one of Claims 9 to 12, **characterized in that** the part of the frequency spectrum of the audio signal that is coded with the core coder is the low part of the frequency spectrum of the audio signal.

14. Device for the spectral reconstruction of an audio signal coded in the form of data, comprising:

- a spectral band limitation decoder termed a core decoder able to decode data corresponding to high frequency components of the frequency spectrum of the audio signal,
- a band extension decoder, distinct from the core decoder, able to decode data, corresponding to a second part of the frequency spectrum of the audio signal, comprising high frequency components,

characterized in that the said data intended for the said band extension decoder correspond not only to the said high frequency components, but also to a part of the said low frequency components of the frequency spectrum of the said audio signal which were coded by the core coder, and **in that** the device comprises:

- means for estimating at least one high cutoff frequency of the signal decoded by the core decoder;
- means for adapting a low cutoff frequency of the band extension decoder on the basis of the said at least one high cutoff frequency obtained; and
- means for decoding of the said band extension decoder, which are able to decode extension data corresponding to the frequencies above the adapted low cutoff frequency.

15. Device according to Claim 14, **characterized in that** the information representative of at least one cutoff frequency of the signal decoded by the core decoder is obtained on the basis of information included in the flow of data comprising the coded digital signal.

16. Device according to Claim 15, **characterized in that** the core decoder is a hierarchical decoder and **in that** the device will obtain information representative of at least one cutoff frequency of the signal decoded by the core decoder for each layer of the decoded signal.

17. Computer program stored on an information medium, the said program comprising instructions making it possible to implement the coding method according to any one of Claims 1 to 5, when it is loaded and executed by a computer-based system.

18. Computer program stored on an information medium, the said program comprising instructions making it possible to implement the method for reconstructing an audio signal according to any one of Claims 6 to 8, when it is loaded and executed by a computer-based system.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Codieren eines Audiosignals, bei dem ein Teil des Frequenzspektrums des Audiosignals mit einem Kerncodierer genannten Codierer mit Spektralbandbegrenzung codiert wird, und bei dem der komplementäre Teil des Frequenzspektrums des Audiosignals mit einem Banderweiterungscodierer codiert wird, der sich vom Kerncodierer unterscheidet,
dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Teil des mit dem Kerncodierer codierten Spektrums auch mit dem Banderweiterungscodierer codiert wird, und dass das Verfahren die folgenden Schritte aufweist:

- Bestimmung mindestens einer Grenzfrequenz des Kerncodierers mit Hilfe eines Frequenzanpassungsmoduls unter Berücksichtigung der Ladung des Kerncodierers,
- Bestimmung der Teile des Spektrums, die mit dem Kerncodierer bzw. mit dem Banderweiterungscodierer codiert werden, ausgehend von der mit Hilfe des Anpassungsmoduls bestimmten Grenzfrequenz,

wobei die Teile sich in der Nähe der Grenzfrequenz überlappen, um einen möglichen Datenverlust bei der Übertragung des vom Kerncodierer codierten Teils des Spektrums zu beheben,
wobei der Schritt der Bestimmung mindestens einer Grenzfrequenz des Kerncodierers durch ein Frequenzanpassungsmodul die folgenden Schritte enthält:

- Bestimmung einer Frequenzbandbreite, wobei die Bandbreite vorbestimmt oder in einem Register in Form einer Variablen gespeichert sein kann,
- ausgehend von der Frequenzbandbreite, Bestimmung der hohen Grenzfrequenz des Kerncodierers und der niederen Grenzfrequenz des Banderweiterungscodierers, was eine für die niedere Grenzfrequenz des Banderweiterungs-

codierers repräsentative Information liefert,
- Übertragung der Information an den Banderweiterungscodierer,
- Speichern der Information.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verfahren einen Schritt der Übertragung des codierten digitalen Signals an ein Netzwerk aufweist, und dass die oder jede bestimmte Frequenz mit dem codierten digitalen Signal übertragen wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kerncodierer ein hierarchischer Codierer ist und für jede Codierschicht mindestens eine Grenzfrequenz jeder Codierschicht durch das Frequenzanpassungsmodul bestimmt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verfahren einen Schritt der Übertragung jeder Codierschicht des codierten digitalen Signals an ein Netzwerk enthält, und dass die oder jede durch das Frequenzanpassungsmodul für die Schicht bestimmte Frequenz mit der Schicht übertragen wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Teil des Frequenzspektrums des Audiosignals, der mit dem Kerncodierer codiert wird, der niedere Teil des Frequenzspektrums des Audiosignals ist.

6. Verfahren zur spektralen Rekonstruktion eines codierten Audiosignals in Form von Daten, das enthält:

- Daten, die Niederfrequenzkomponenten des Frequenzspektrums des Audiosignals entsprechen, die dazu bestimmt sind, mit einem Kerndecoder genannten Decoder mit Spektralbandbegrenzung decodiert zu werden;
- Daten, die einem Hochfrequenzkomponenten enthaltenden zweiten Teil des Frequenzspektrums des Audiosignals entsprechen, die dazu bestimmt sind, mit einem Banderweiterungsdecoder decodiert zu werden, der sich vom Kerndecoder unterscheidet,
dadurch gekennzeichnet, dass die für den Banderweiterungsdecoder bestimmten Daten nicht nur den Hochfrequenzkomponenten, sondern auch einem Teil der Niederfrequenzkomponenten des Frequenzspektrums des Audiosignals entsprechen, die der Kerncodierer codiert hat,
und dass das Verfahren die folgenden Schritte aufweist:

- Schätzen mindestens einer hohen Grenzfrequenz des vom Kerndecoder deco-

- dierten Signals,
 - Anpassen einer niederen Grenzfrequenz des Banderweiterungsdecoderers ausgehend von der mindestens einen erhaltenen hohen Grenzfrequenz; und
 - Decodieren durch den Banderweiterungsdecoder von Erweiterungsdaten, die den höheren Frequenzen als die angepasste niedere Grenzfrequenz entsprechen.
7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die für mindestens eine Grenzfrequenz des vom Kerndecoder decodierten Signals repräsentativen Informationen ausgehend von Informationen erhalten werden, die in dem Datenfluss enthalten sind, der das codierte digitale Signal enthält.
8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kerndecoder ein hierarchischer Decoder ist, und dass das Verfahren Informationen erhält, die für das Durchlassband des vom Kerndecoder decodierten Signals für jede Schicht des decodierten Signals repräsentativ sind.
9. Vorrichtung zum Codieren eines Audiosignals, bei der ein Teil des Frequenzspektrums des Audiosignals mit einem Kerncodierer genannten Codierer mit Spektralbandbegrenzung codiert wird, und bei dem der komplementäre Teil des Frequenzspektrums des Audiosignals mit einem Banderweiterungscodierer codiert wird, der sich vom Kerncodierer unterscheidet, und bei der mindestens ein Teil des mit dem Kerncodierer codierten Spektrums auch mit dem Banderweiterungscodierer codiert wird, und **dadurch gekennzeichnet, dass** sie aufweist:
- ein Frequenzanpassungsmodul, das die Ladung des Kerncodierers berücksichtigt und mindestens eine Grenzfrequenz des Kerncodierers bestimmt,
 - Einrichtungen zur Bestimmung von Teilen des Spektrums, die mit dem Kerncodierer bzw. mit dem Banderweiterungscodierer codiert werden, ausgehend von der mit Hilfe des Anpassungsmoduls bestimmten Grenzfrequenz,
- wobei die Teile sich in der Nähe der Grenzfrequenz überlappen, um einen möglichen Datenverlust bei der Übertragung des vom Kerncodierer codierten Teils des Spektrums zu beheben,
- Einrichtungen, um mindestens einen Teil des mit dem Kerncodierer codierten Spektrums mit dem Banderweiterungscodierer zu codieren,
 - Einrichtungen zur Bestimmung einer Fre-
- quenzbandbreite, wobei die Bandbreite vorbestimmt oder in einem Register in Form einer Variablen gespeichert sein kann,
- Einrichtungen zur Bestimmung der hohen Grenzfrequenz des Kerncodierers und der niederen Grenzfrequenz des Banderweiterungscodierers ausgehend von der Frequenzbandbreite, was eine für die niedere Grenzfrequenz des Banderweiterungscodierers repräsentative Information liefert,
 - Einrichtungen zur Übertragung der Information an den Banderweiterungscodierer,
 - Einrichtungen zur Speicherung der Information.
10. Vorrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung Einrichtungen zur Übertragung des codierten digitalen Signals an ein Netzwerk aufweist, und dass die oder jede bestimmte Frequenz mit dem codierten digitalen Signal übertragen wird.
11. Vorrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kerncodierer ein hierarchischer Codierer ist und für jede Codierschicht mindestens eine Grenzfrequenz jeder Codierschicht durch das Frequenzanpassungsmodul bestimmt wird.
12. Vorrichtung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung Einrichtungen zur Übertragung jeder Schicht des codierten digitalen Signals an ein Netzwerk aufweist, und dass die oder jede vom Frequenzanpassungsmodul für die Codierschicht bestimmte Frequenz mit der Codierschicht übertragen wird.
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mit dem Kerncodierer codierte Teil des Frequenzspektrums des Audiosignals der niedere Teil des Frequenzspektrums des Audiosignals ist.
14. Vorrichtung zur spektralen Rekonstruktion eines in Form von Daten codierten Audiosignals, die enthält:
- einen Kerndecoder genannten Decoder mit Spektralbandbegrenzung, der Daten decodieren kann, die Niederfrequenzkomponenten des Frequenzspektrums des Audiosignals entsprechen,
 - einen Banderweiterungsdecoder, der sich vom Kerndecoder unterscheidet, der Daten decodieren kann, die einem zweiten Teil des Frequenzspektrums des Audiosignals entsprechen, der Hochfrequenzkomponenten enthält, **dadurch gekennzeichnet, dass** die für den Banderweiterungsdecoder bestimmten Daten nicht nur den Hochfrequenzkomponenten,

sondern auch einem Teil der Niederfrequenzkomponenten des Frequenzspektrums des Audiosignals entsprechen, die der Kerncodierer codiert hat, dass die Vorrichtung enthält:

5

- Einrichtungen zur Schätzung mindestens einer hohen Grenzfrequenz des durch den Kerndecoder decodierten Signals;
- Einrichtungen zur Anpassung einer niederen Grenzfrequenz des Banderweiterungsdecoder ausgehend von der mindestens einen erhaltenen hohen Grenzfrequenz; und
- Einrichtungen zur Decodierung des Banderweiterungsdecoder, die Erweiterungsdaten decodieren können, die den höheren Frequenzen als die angepasste niedere Grenzfrequenz entsprechen.

10

15

15. Vorrichtung nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die für mindestens eine Grenzfrequenz des vom Kerndecoder decodierten Signals repräsentativen Informationen ausgehend von Informationen erhalten werden, die in dem Datenfluss enthalten sind, der das codierte digitale Signal enthält.

20

25

16. Vorrichtung nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kerndecoder ein hierarchischer Decoder ist, und dass die Vorrichtung Informationen erhält, die für mindestens eine Grenzfrequenz des vom Kerndecoder decodierten Signals für jede Schicht des decodierten Signals repräsentativ sind.

30

35

17. Computerprogramm, das auf einem Informationsträger gespeichert ist, wobei das Programm Anweisungen aufweist, die es ermöglichen, das Codierverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5 anzuwenden, wenn es von einem EDV-System geladen und ausgeführt wird.

40

18. Computerprogramm, das auf einem Informationsträger gespeichert ist, wobei das Programm Anweisungen aufweist, die es ermöglichen, das Verfahren zur Rekonstruktion eines Audiosignals nach einem der Ansprüche 6 bis 8 anzuwenden, wenn es von einem EDV-System geladen und ausgeführt wird.

45

50

55

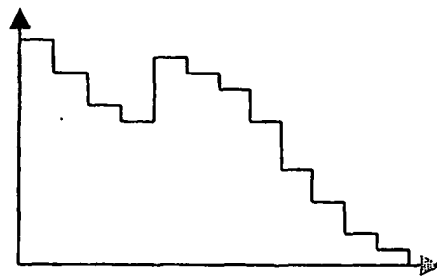


Fig. 1a

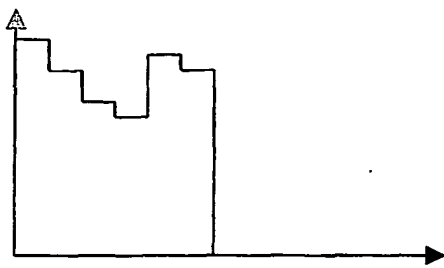


Fig. 1b

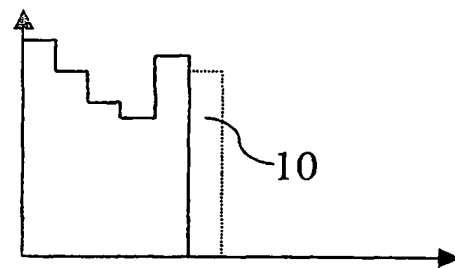


Fig. 1e

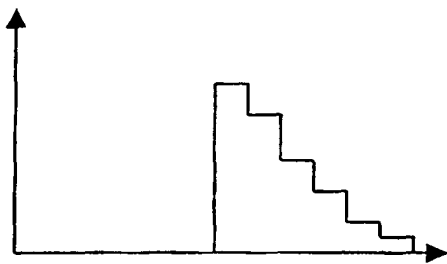


Fig. 1c

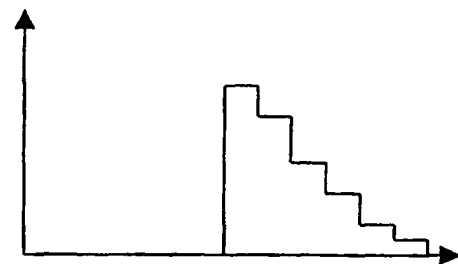


Fig. 1f

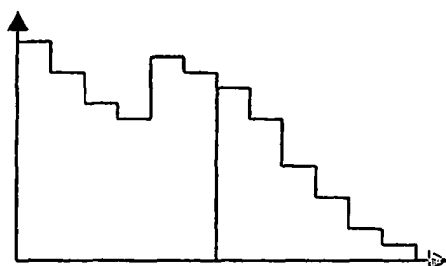


Fig. 1d

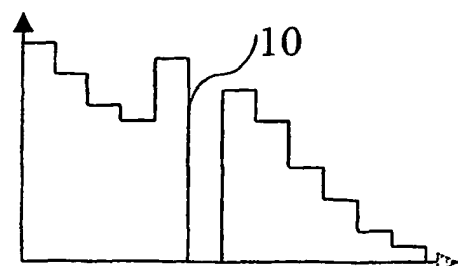
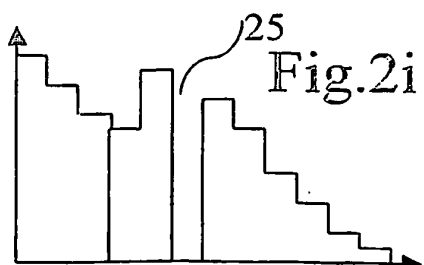
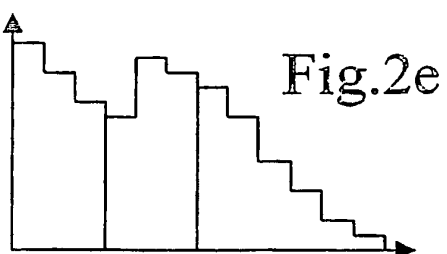
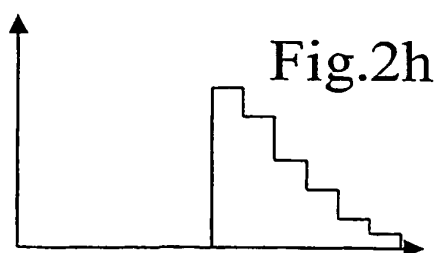
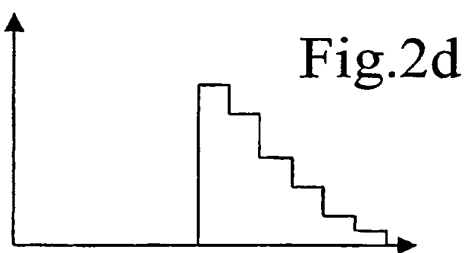
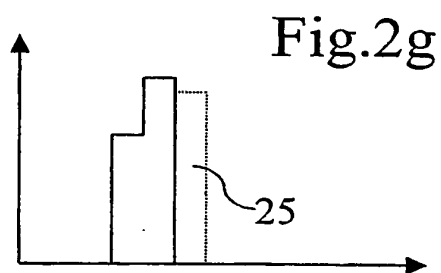
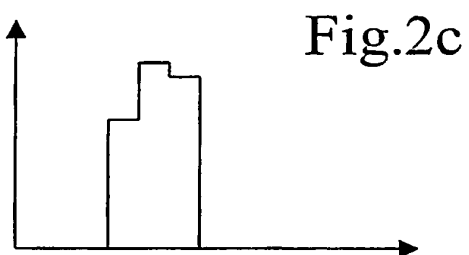
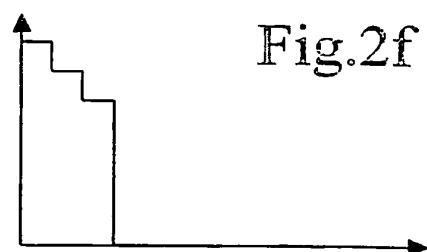
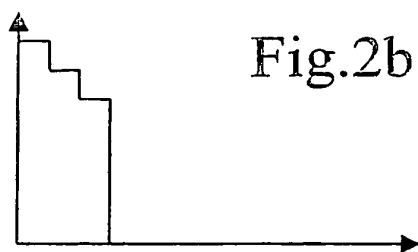
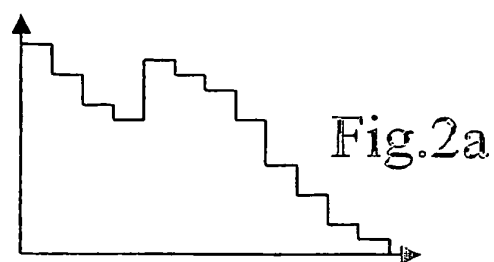


Fig. 1g



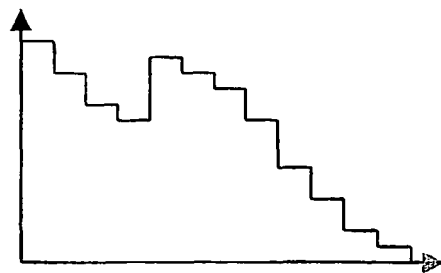


Fig.3a

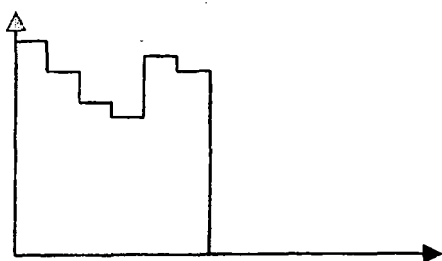


Fig.3b

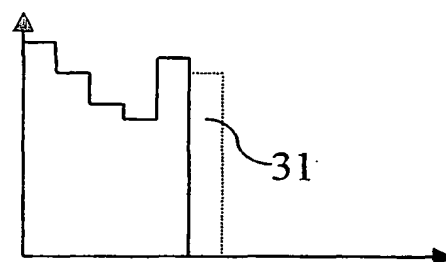


Fig.3d

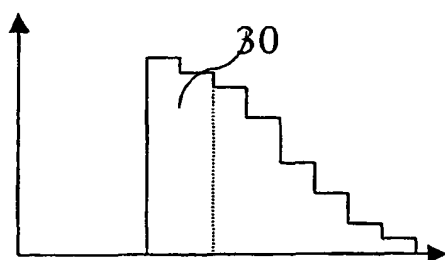


Fig.3c

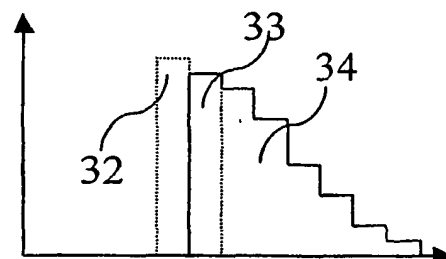


Fig.3e

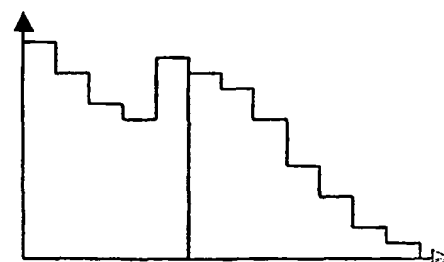


Fig.3f

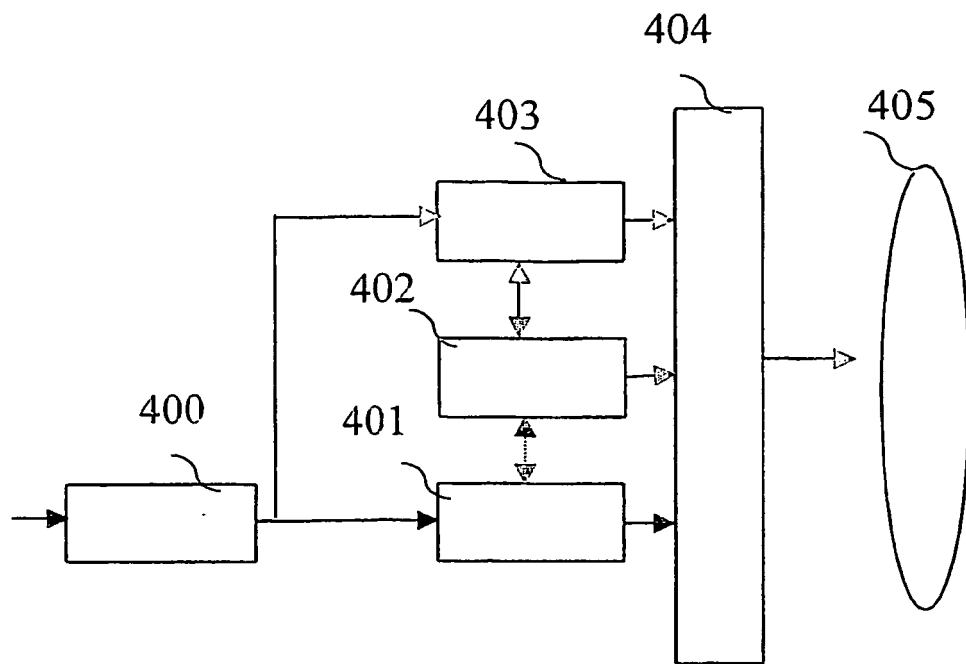


Fig.4a

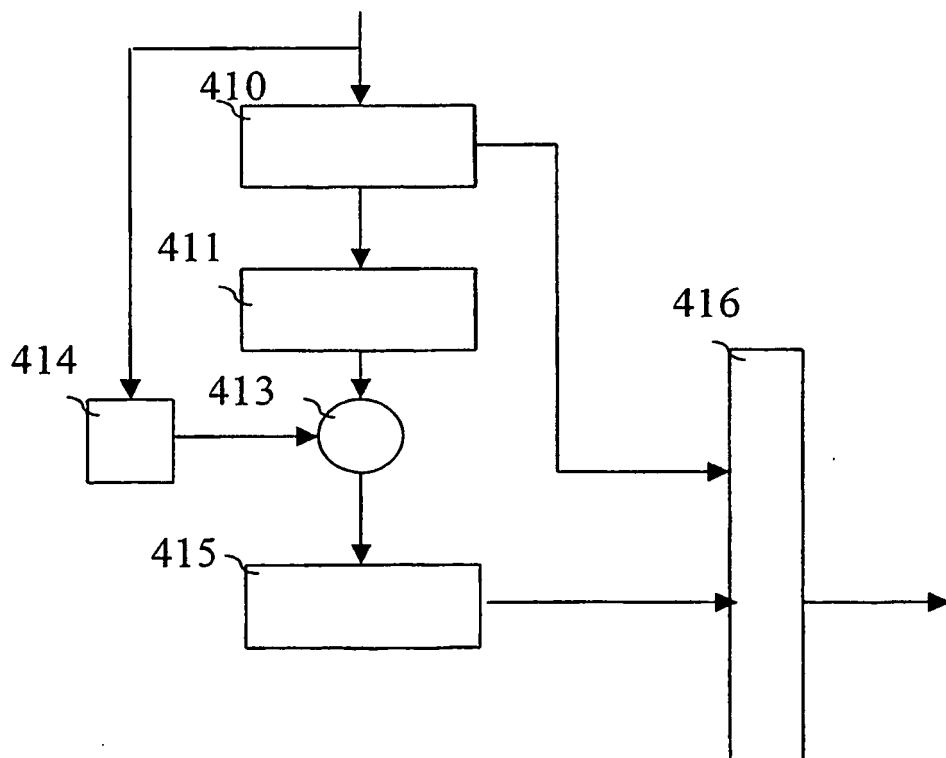


Fig.4b

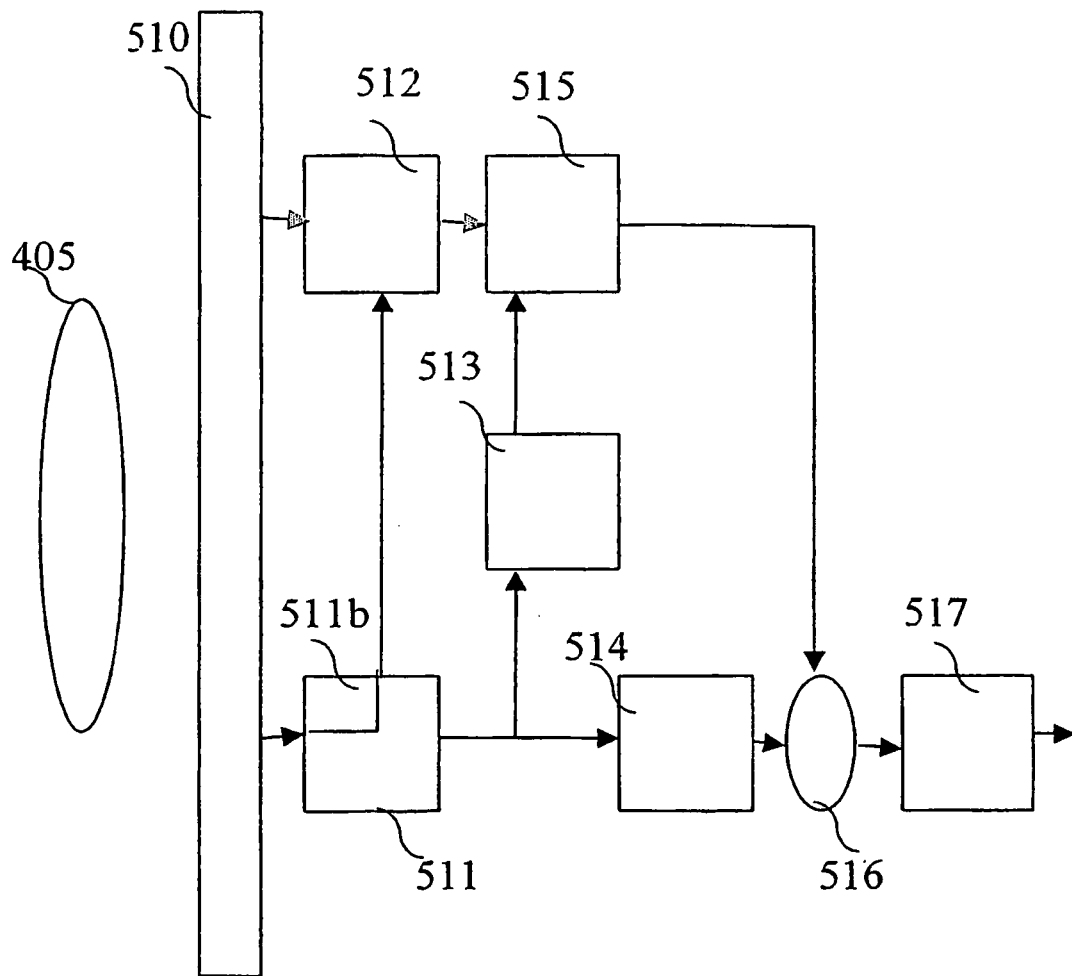


Fig.5

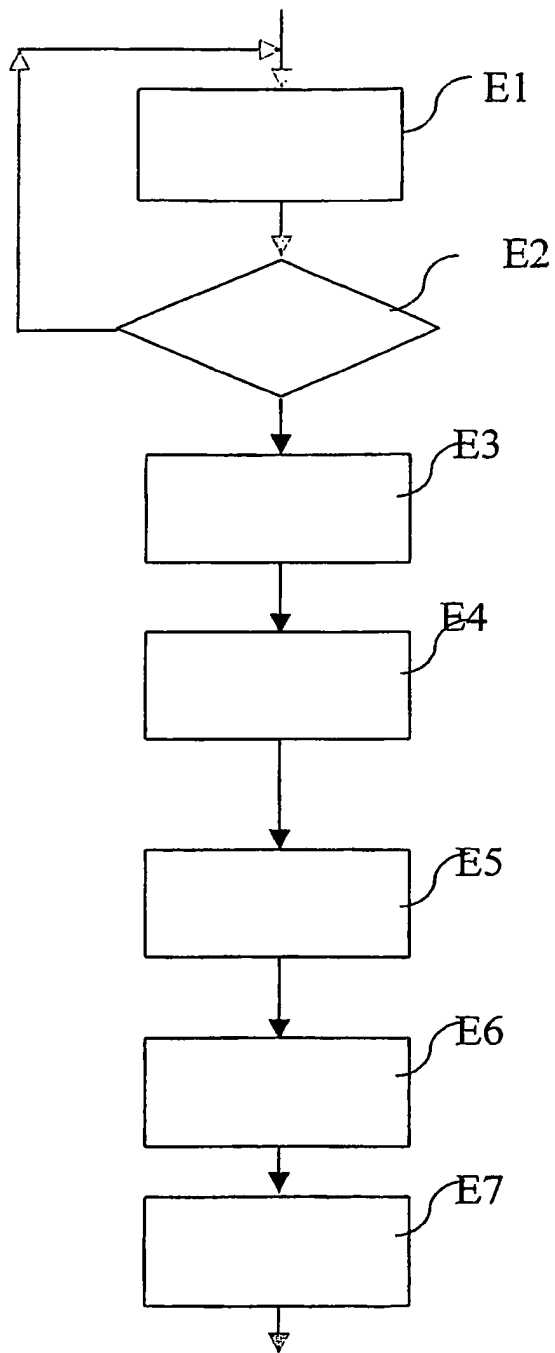


Fig.6

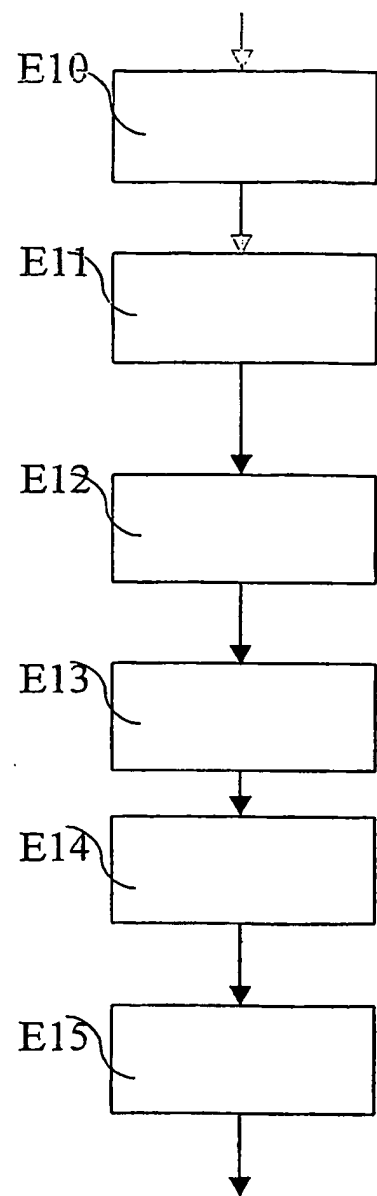


Fig.7

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- EP 1037196 A [0006]

Littérature non-brevet citée dans la description

- **JIN A et al.** Scalable audio coder based on quantizer units of MDCT coefficients. *IEEE International Conference on acoustics, Speech, and Signal Processing, Proceedings*, 15 Mars 1999, 897-900 [0005]
- **Mr Martin Dietz.** *Audio Engineering Society, convention paper 5553* [0069] [0110] [0133] [0150]