



**República Federativa do Brasil**  
Ministério da Indústria, Comércio Exterior  
e Serviços  
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

**(11) PI 0711190-8 B1**

**(22) Data do Depósito:** 18/04/2007

**(45) Data de Concessão:** 30/01/2018



**(54) Título:** MÉTODO E APARELHO PARA CODIFICAÇÃO SEM PERDAS DE UM SINAL DE ORIGEM USANDO UM FLUXO DE DADOS CODIFICADO COM PERDAS E UM FLUXO DE DADOS DE EXTENSÃO SEM PERDAS

**(51) Int.Cl.:** G10L 19/00; G10L 19/24

**(52) CPC:** G10L 19/0017, G10L 19/24

**(30) Prioridade Unionista:** 05/05/2006 EP 06113576.0

**(73) Titular(es):** DOLBY INTERNATIONAL AB

**(72) Inventor(es):** JOHANNES BÖHM; PETER JAX; FLORIAN KELLER; OLIVER WÜBBOLT; SVEN KORDON

## “MÉTODO E APARELHO PARA CODIFICAÇÃO SEM PERDAS DE UM SINAL DE ORIGEM USANDO UM FLUXO DE DADOS CODIFICADO COM PERDAS E UM FLUXO DE DADOS DE EXTENSÃO SEM PERDAS”

A invenção refere-se a um método e a um aparelho para a codificação sem perdas de um sinal de origem, usando um fluxo de dados codificado com perdas e um fluxo de dados de extensão sem perdas que juntos formam um fluxo de dados codificado sem perdas para o dito sinal de origem. Os dados de codificação de áudio perceptivos com perdas são enriquecidos pelos dados de extensão que possibilitam a reprodução matematicamente exata (sem perdas) da forma de onda do sinal de áudio original.

### Antecedentes

O princípio básico da codificação de áudio sem perdas é representado na figura 1. As amostras do sinal de áudio PCM digital não são independentes entre si. Uma anulação da correlação de sinal 11 é usada para reduzir essa dependência antes da codificação por entropia 12. Esse processo precisa ser reversível para ser capaz de restaurar o sinal original. As técnicas de anulação de correlação conhecidas são usar a filtragem profética linear (também conhecida como codificação profética linear LPC), bancos de filtro de número inteiro e abordagens baseadas na com perdas.

O princípio básico da codificação sem perdas baseada na com perdas é representado na figura 2 e na figura 3. Na parte de codificação (lado esquerdo) na figura 2, um sinal de entrada de áudio PCM  $S_{PCM}$  passa através de um codificador com perdas 21 para um decodificador com perdas 22 e como um fluxo de bits com perdas para um decodificador com perdas 25 na parte de decodificação (lado direito). A codificação e a decodificação com perdas são usadas para anular a correlação do sinal. O sinal de saída do decodificador 22 é removido do sinal de entrada  $S_{PCM}$  em um mecanismo de subtração 23 e o sinal da diferença resultante passa através de um codificador sem perdas 24 como um fluxo de bit de extensão para um decodificador sem perdas 27. Os sinais de saída dos decodificadores 25 e 27 são combinados 26 de modo a recuperar o sinal original  $S_{PCM}$ . Esse princípio básico é revelado para codificação de áudio em EP-B-0756386 e US-B-6498811 e é também discutido em P. Craven, M. Gerzon, “Lossless Coding for Áudio Discs”, J. Audio Eng. Soc., Vol. 44, No. 9, setembro de 1996 e em J.Koller, Th. Sporer, K.H. Brandenburg, “Robust Coding of High Quality Audio Signals”, AES 103rd Convention, Prepint 4621, agosto de 1997.

No codificador com perdas na figura 3, o sinal da entrada de áudio PCM  $S_{PCM}$  passa através de um banco de filtro de análise 31 e uma quantização 32 das amostras de sub-banda para uma codificação e compactação do fluxo de bits 33. A quantização é controlada por uma calculadora de modelo perceptivo 34 que recebe o sinal  $S_{PCM}$  e informação correspondente do banco do filtro de análise 31. No lado do decodificador, o fluxo de bits com perdas codificado entra em um dispositivo 35 para descompactar o fluxo de bits, seguido por

dispositivo 36 para decodificar as amostras de sub-banda e por um banco de filtro de síntese 37 que libera o sinal PCM com perdas decodificado  $S_{Dec}$ . Exemplos para codificação e decodificação com perdas são descritos em detalhes no padrão ISO/IEC 11172-3 (MPEG-1 áudio).

Pelo fato de que um codificador com perdas produz um sinal de erro  $S_{Diff}$  que é proporcional aos limiares de máscara no domínio da frequência, o sinal não é muito bem anulado da correlação e, portanto, não é ótimo para codificação por entropia. Como uma consequência, as publicações seguintes focalizam em uma manipulação especial do sinal de erro  $S_{Diff}$ . A abordagem comum é aplicar variações de esquemas de anulação de correlação de LPC no sinal de erro  $S_{Diff}$ : WO-A-9953677, US-A-20040044520, WO-A-2005098823. Em EP-A-0905918 a amplitude do sinal de erro  $S_{Diff}$  é usada com um laço de realimentação para o estágio de quantização da parte do codificador com perdas a fim de controlar a quantização no codificador com perdas e, assim, gerar uma melhor anulação de correlação do sinal de erro  $S_{Diff}$ .

### Invenção

Quando provendo uma extensão de codificação sem perdas para a codificação com perdas, é desejável facilitar isso em uma maneira escalável.

Um problema a ser resolvido pela invenção é prover uma extensão de codificação/decodificação sem perdas melhorada para codificação/decodificação com perdas em uma maneira escalável, a codificação/decodificação com perdas sendo baseada, por exemplo, em mp3 (MPEG-1 Camada de áudio 3). Esse problema é resolvido pelo método de codificação revelado na reivindicação 1 e nos métodos de decodificação nas reivindicações 3 e 5. Aparelhos que utilizam esses métodos são revelados nas reivindicações 2, 4 e 6, respectivamente.

A invenção facilita o enriquecimento de uma codificação/decodificação de áudio perceptivo com perdas por uma extensão que possibilita a reprodução matematicamente exata (isto é, codificação/decodificação sem perdas) da forma de onda original. A codificação sem perdas baseada na com perdas faz uso da anulação da correlação enriquecida por meio da anulação da correlação espectral construída no codificador-decodificador com perdas e anulação da correlação LPC temporal adicional, onde os parâmetros do filtro LPC não precisam ser transmitidos. Vantajosamente, a extensão sem perdas inventiva pode ser usada para estender a codificação/decodificação de mp3 amplamente usada para codificação/decodificação sem perdas.

Em princípio, o método de codificação inventivo é adequado para codificação sem perdas de um sinal de origem, usando um fluxo de dados codificado com perdas e um fluxo de dados de extensão sem perdas que juntos formam um fluxo de dados codificado sem perdas para o dito sinal de origem, o dito método incluindo as etapas:

- codificar com perdas o dito sinal de origem, em que a dita codificação com perdas provê o dito fluxo de dados codificado com perdas, bem como os dados de branqueamento espectral,

5       - adequadamente decodificar com perdas os ditos dados codificados com perdas, dessa maneira reconstruindo um sinal decodificado padrão e, usando os ditos dados de branqueamento espectral, construir a partir do dito sinal decodificado padrão um sinal decodificado de qualidade superior,

- formar um sinal de diferença entre o dito sinal de origem e o dito sinal decodificado de qualidade superior e codificar sem perdas o dito sinal de diferença,

10       - compactar o dito sinal de diferença codificado junto com os ditos dados de branqueamento espectral para formar o dito fluxo de dados de extensão sem perdas.

Em princípio, o aparelho de codificação inventivo é adequado para a codificação sem perdas de um sinal de origem, usando um fluxo de dados codificado com perdas e um fluxo de dados de extensão sem perdas que juntos formam um fluxo de dados codificado sem perdas para o dito sinal de origem, o dito aparelho incluindo:

- dispositivo sendo adaptado para codificar com perdas o dito sinal de origem, em que a dita codificação com perdas provê o dito fluxo de dados codificado com perdas bem como dados de branqueamento espectral,

20       - dispositivo sendo adaptado para adequadamente decodificar com perdas os ditos dados codificados com perdas, dessa maneira reconstruindo um sinal decodificado padrão e, usando os ditos dados de branqueamento espectral, construir a partir do dito sinal decodificado padrão, um sinal decodificado de qualidade superior,

25       - dispositivo sendo adaptado para formar um sinal de diferença entre o dito sinal de origem e o dito sinal decodificado de qualidade superior e para codificar sem perdas o dito sinal da diferença e para compactar o dito sinal de diferença codificado junto com os ditos dados de branqueamento espectral para formar o dito fluxo de dados de extensão sem perdas.

Em princípio, o método de decodificação inventivo é adequado para decodificar um fluxo de dados do sinal de origem codificado sem perdas, cujo fluxo de dados foi derivado de um fluxo de dados codificado com perdas e um fluxo de dados de extensão sem perdas que juntos formam um fluxo de dados codificado sem perdas para o dito sinal de origem,

em que o dito sinal de origem foi codificado com perdas, a dita codificação com perdas provendo o dito fluxo de dados codificado com perdas bem como dados de branqueamento espectral,

35       e em que os ditos dados codificados com perdas foram adequadamente decodificados com perdas, dessa maneira reconstruindo um sinal decodificado padrão e, usando os ditos dados de branqueamento espectral, um sinal decodificado de qualidade superior foi

construído a partir do dito sinal decodificado padrão,

e em que um sinal de diferença entre o dito sinal de origem e o dito sinal decodificado de qualidade superior foi formado e codificado sem perdas,

e em que o dito sinal de diferença codificado sem perdas foi compactado junto com os ditos dados de branqueamento espectral para formar o dito fluxo de dados de extensão sem perdas,

o dito método incluindo as etapas:

- descompactar o dito fluxo de dados de extensão sem perdas e decodificar o dito sinal da diferença codificado sem perdas de modo a prover o dito sinal da diferença e os ditos dados de branqueamento espectral,

- decodificar com perdas o dito fluxo de dados codificado com perdas, dessa maneira reconstruindo o dito sinal decodificado padrão e, usando os ditos dados de branqueamento espectral, reconstruir o dito sinal decodificado de qualidade superior a partir do dito sinal decodificado padrão,

- formar, a partir do dito sinal de diferença codificado sem perdas decodificado e a partir do dito sinal decodificado de qualidade superior, um sinal de origem reconstruído.

Em princípio, o aparelho de decodificação inventivo é adequado para decodificar um fluxo de dados do sinal de origem codificado sem perdas, cujo fluxo de dados foi derivado de um fluxo de dados codificado com perdas e um fluxo de dados de extensão sem perdas que juntos formam um fluxo de dados codificado sem perdas para o dito sinal de origem, em que o dito sinal de origem foi codificado com perdas, a dita codificação com perdas provendo o dito fluxo de dados codificado com perdas bem como dados de branqueamento espectral,

e em que os ditos dados codificados com perdas foram adequadamente decodificados com perdas, dessa maneira reconstruindo um sinal decodificado padrão e, usando os ditos dados de branqueamento espectral, um sinal decodificado de qualidade superior foi construído a partir do dito sinal decodificado padrão,

e em que um sinal de diferença entre o dito sinal de origem e o dito sinal decodificado de qualidade superior foi formado e codificado sem perdas,

e em que o dito sinal de diferença codificado sem perdas foi compactado junto com os ditos dados de branqueamento espectral para formar o dito fluxo de dados de extensão sem perdas,

o dito aparelho incluindo:

- dispositivo sendo adaptado para descompactar o dito fluxo de dados de extensão sem perdas e para decodificar o dito sinal de diferença codificado sem perdas de modo a prover o dito sinal de diferença e os ditos dados de branqueamento espectral,

- dispositivo sendo adaptado para decodificar com perdas o dito fluxo de dados co-

dificado com perdas, dessa maneira reconstruindo o dito sinal decodificado padrão e, usando os ditos dados de branqueamento espectral, reconstruir o dito sinal decodificado de qualidade superior a partir do dito sinal decodificado padrão,

- dispositivo sendo adaptado para formar, a partir do dito sinal da diferença codificado sem perdas decodificado e a partir do dito sinal decodificado de qualidade superior, um sinal de origem reconstruído.

Em princípio, o método de decodificação inventivo adicional é adequado para decodificar um fluxo de dados de sinal de origem codificado sem perdas, cujo fluxo de dados foi derivado de um fluxo de dados codificado com perdas e um fluxo de dados de extensão sem perdas que juntos formam um fluxo de dados codificado sem perdas para o dito sinal de origem,

em que o dito sinal de origem foi codificado com perdas, a dita codificação com perdas provendo o dito fluxo de dados codificado com perdas bem como dados de branqueamento espectral,

e em que os ditos dados codificados com perdas foram adequadamente decodificados com perdas, dessa maneira reconstruindo um sinal decodificado padrão e, usando os ditos dados de branqueamento espectral, um sinal decodificado de qualidade superior foi construído a partir do dito sinal decodificado padrão,

e em que um sinal da diferença entre o dito sinal de origem e o dito sinal decodificado de qualidade superior foi formado e codificado sem perdas,

e em que o dito sinal da diferença codificado sem perdas foi compactado junto com os ditos dados de branqueamento espectral para formar o dito fluxo de dados de extensão sem perdas,

o dito método incluindo as etapas:

- descompactar o dito fluxo de dados de extensão sem perdas de modo a prover os ditos dados de branqueamento espectral,

- decodificar com perdas o dito fluxo de dados codificado com perdas, dessa maneira reconstruindo o dito sinal decodificado padrão e, usando os ditos dados de branqueamento espectral, reconstruir o dito sinal decodificado de qualidade superior a partir do dito sinal decodificado padrão.

Em princípio, o aparelho de decodificação inventivo adicional é adequado para decodificar um fluxo de dados de sinal de origem codificado sem perdas, cujo fluxo de dados foi derivado de um fluxo de dados codificado com perdas e um fluxo de dados de extensão sem perdas que juntos formam um fluxo de dados codificado sem perdas para o dito sinal de origem,

em que o dito sinal de origem foi codificado com perdas, a dita codificação com perdas provendo o dito fluxo de dados codificado com perdas bem como dados de branque-

amento espectral,

e em que os ditos dados codificados com perdas foram adequadamente decodificados com perda, dessa maneira reconstruindo um sinal decodificado padrão e, usando os ditos dados de branqueamento espectral, um sinal decodificado de qualidade superior foi  
5 construído a partir do dito sinal decodificado padrão,

e em que um sinal de diferença entre o dito sinal de origem e o dito sinal decodificado de qualidade superior foi formado e codificado sem perdas,

e em que o dito sinal de diferença codificado sem perdas foi compactado junto com os ditos dados de branqueamento espectral para formar o dito fluxo de dados de extensão  
10 sem perdas,

o dito aparelho incluindo:

- dispositivo sendo adaptado para descompactar o dito fluxo de dados de extensão sem perdas de modo a prover os ditos dados de branqueamento espectral,

- dispositivo sendo adaptado para decodificação com perdas do dito fluxo de dados  
15 codificado com perdas, dessa maneira reconstruindo o dito sinal decodificado padrão e, usando os ditos dados de branqueamento espectral, reconstruir o dito sinal decodificado de qualidade superior a partir do dito sinal decodificado padrão.

Modalidades adicionais vantajosas da invenção são reveladas nas reivindicações dependentes respectivas.

## 20 Desenhos

Modalidades exemplares da invenção são descritas com referência aos desenhos acompanhantes que mostram na:

Figura 1 princípio conhecido da compactação do sinal de áudio sem perdas,

Figura 2 diagrama de blocos básico para um codificador e decodificador sem per-  
25 das baseados na com perdas conhecidos,

Figura 3 operação de princípio conhecida de um codificador com perdas e um decodificador com perdas,

Figura 4 diagrama de blocos para a codificação sem perdas inventiva baseada na com perdas,

Figura 5 diagrama de blocos para a decodificação sem perdas inventiva baseada  
30 na com perdas,

Figura 6 diagrama de blocos mais detalhado para o codificador com perdas na figura 4,

Figura 7 sinais exemplares:

a) espectro do sinal discreto no domínio da sub-banda do codificador com perdas,

b) sinal de erro seguinte à quantização perceptivamente controlada,

c) sinal de erro seguinte ao branqueamento,

35

d) modelagem do ruído espectral para se adaptar a um dado sinal de filtro LPC,  
 Figura 8 diagrama de blocos mais detalhado para o decodificador com perdas na figura 5,

Figura 9 diagrama de blocos mais detalhado para o codificador sem perdas e compactador na figura 4,

Figura 10 anulador de correlação LPC

Figura 11 diagrama de blocos mais detalhado para o mecanismo de descompactar sem perdas e decodificador na figura 5,

Figura 12 estrutura do arquivo de extensão

Figura 13 formatação do fluxo de bits.

### Modalidades exemplares

A invenção resolve o problema da anulação da correlação abaixo de ótima da codificação sem perdas baseada na com perdas fazendo uso de um codificador semelhante ao codificador com perdas modificado 41 mostrado na figura 4. Além de produzir a partir do sinal de entrada original  $S_{PCM}$  um fluxo de bits com perdas complacente 411, esse codificador gera dados de branqueamento espectral especiais que são enviados, além de outras informações, como informação secundária 412 para um decodificador com perdas modificado correspondente 42 e para um codificador sem perdas e compactador 45 liberando um fluxo de bits de extensão sem perdas. O codificador com perdas 41 é mostrado em mais detalhes na figura 6. Os dados de branqueamento espectral são formados como explicado em conjunto com as figuras 6 e 7. No decodificador com perdas modificado 42, o fluxo de bits com perdas 411 é decodificado e o espectro de frequência para o quadro corrente do sinal de entrada é restaurado, por meio do que os dados de branqueamento espectral do sinal 412 são adicionados no espectro. A seguir, no decodificador 42, um banco de filtro de síntese é aplicado e um sinal de erro de domínio de tempo  $S_{Diff}$  é calculado em um mecanismo de subtração 44 subtraindo o sinal de saída  $S'_{Dec}$  do decodificador correspondente 42 do sinal de entrada  $S_{PCM}$  que foi adequadamente retardado por um armazenamento temporário 43 a fim de compensar o tempo de processamento requerido no codificador 41 e decodificador 42. O sinal de erro  $S_{Diff}$  agora tem um espectro de potência de frequência branco (isto é, um plano) que é equivalente a ter uma alta anulação da correlação, e assim é adequado para codificação por entropia eficiente. O sinal  $S_{Diff}$  é alimentado para um codificador sem perdas e compactador 45 que contém um codificador por entropia e inclui no seu fluxo de extensão sem perdas 451 os dados da informação secundária do codificador com perdas de saída 412 providos do codificador 41 e dados de informação secundária do decodificador com perdas 421 providos pelo decodificador 42.

Para aumentar a eficiência da codificação sem perdas, o codificador com perdas modificado 41 pode reduzir a quantidade dos dados de branqueamento (e assim a taxa de



transferência relacionada) em favor de um filtro LPC adicional colocado dentro do codificador sem perdas e compactador 45. Os coeficientes do filtro LPC são determinados usando elementos de fluxo de bits com perdas como fatores de escala ou o espectro do bloco no decodificador 42 na modalidade preferida, e somente uma quantidade muito pequena de dados adicionais precisa ser transmitida para possibilitar o cálculo dos coeficientes de filtro no lado do decodificador.

Na decodificação sem perdas baseada na com perdas na figura 5, o fluxo de bits com perdas 411 é decodificado em um decodificador com perdas modificado 51 que libera um sinal de saída decodificado e codificado com perdas (conhecido)  $S_{Dec}$ , por exemplo, um sinal mp3 decodificado, que pode ser representado como modo com perdas 1.

Quando recebendo o fluxo de extensão sem perdas 451, a consistência para igualar o fluxo de bits com perdas 411 e uma verificação de permissão para permitir a decodificação para modos diferentes podem ser executadas, por exemplo, em um anulador de compactação sem perdas e decodificador 52. Os modos diferentes podem ser o modo com perdas 1, um modo com perdas 2 e um modo sem perdas 3.

Se não operando no modo 1 somente, os dados de branqueamento espectral recebidos são descompactados no dispositivo 52 e são enviados (entre outras informações) como informação secundária 521 para o decodificador com perdas 51, no qual os dados de branqueamento espectral são adicionados no espectro restaurado e um banco de filtro de síntese é aplicado para criar o sinal de saída  $S'_{Dec}$ . No modo com perdas 2,  $S'_{Dec}$  é o sinal de saída. Esse é um sinal com perdas que é superior ao sinal  $S_{Dec}$  em termos de qualidade perceptiva e é chamado 'qualidade intermediária' na descrição seguinte. Não é necessário decodificar o sinal da diferença codificado sem perdas  $S_{Diff}$ .

No modo sem perdas 3, o fluxo de extensão sem perdas 451 é também descompactado no dispositivo 52 e a decodificação por entropia é aplicada nele, e uma síntese LPC opcional pode ser aplicada se sinalizado adequadamente no fluxo de bits de extensão sem perdas 451. Em uma modalidade preferida, os coeficientes do filtro de síntese LPC são determinados usando itens de informação correspondentes dos elementos de dados do fluxo de bits com perdas 411 como fatores de escala ou o espectro dos blocos do coeficiente com perdas relacionado no domínio da sub-banda do decodificador com perdas 51, bem como itens de informação de ajudante opcionais transmitidos dentro do fluxo de extensão sem perdas 451. O sinal de erro  $S_{Diff}$  é restaurado no dispositivo 52 e é sincronizado com o sinal  $S'_{Dec}$ . O sinal de erro  $S_{Diff}$  e o sinal  $S'_{Dec}$  (isto é, o sinal de qualidade intermediária) são combinados em um somador 53 de modo a recuperar a reconstrução matematicamente sem perdas do sinal original  $S_{PCM}$ .

O decodificador com perdas 51 opera exatamente como o decodificador com perdas 42 na parte de codificação em termos de cálculo do sinal  $S'_{Dec}$ . O sinal  $S'_{Dec}$  na parte de

decodificação e o sinal  $S'_{Dec}$  na parte de codificação são matematicamente idênticos, bem como os sinais  $S_{Diff}$  na parte de decodificação e  $S_{Diff}$  na parte de codificação.

Vantajosamente, as implementações do decodificador com perdas 51 e 42 e os elementos LPC opcionais no dispositivo 52 e dispositivo 45 podem ser realizadas independentes da plataforma usando aritmética de número inteiro.

O codificador com perdas 41 da figura 4 é explicado em mais detalhes em conjunto com a figura 6. O decodificador com perdas 51 da figura 5 é explicado em mais detalhes em conjunto com a figura 8. Pela combinação do codificador com perdas 41 e decodificador com perdas 42 na figura 4, simplificações são possíveis.

#### Codificador com perdas

O codificador com perdas 41 inclui um banco de filtro de análise 61 e uma calculadora de modelo perceptivo 64 que recebem ambos o sinal de entrada original  $S_{PCM}$ . O sinal de saída do banco de filtro 61 passa para a primeira entrada de um mecanismo de subtração 65 e através de um primeiro dispositivo de quantização 62 para a segunda entrada de um primeiro mecanismo de subtração 65 e para um dispositivo de compactação de fluxo de bits e codificação 63 que provê o fluxo de bits com perdas 411. O banco de filtro de análise 61 converte o sinal  $S_{PCM}$  para o domínio da sub-banda.

Um espectro exemplar do sinal 611 é representado na figura 7a, mostrando as amplitudes  $A$  do espectro contra a frequência  $f$ .

O sinal 611 é quantizado no primeiro quantizador 62 de acordo com o controle do modelo perceptivo provido pela calculadora 64. Um sinal de erro 651 é calculado pela subtração das amostras da sub-banda quantizadas 621 das amostras da sub-banda original 611. Geralmente, a amplitude desse sinal de erro é proporcional aos limiares de máscara determinados no modelo perceptivo. Um sinal de erro exemplar 651 é representado na figura 7b em comparação com o sinal 611.

O sinal de erro 651 é quantizado em um segundo dispositivo de quantização 66 em uma tal maneira que um sinal de erro adicional 681 é calculado dentro de um laço de controle de adaptação formado por um segundo mecanismo de subtração 68 e um controlador de adaptação 67, cujo sinal de erro adicional 681 é a diferença entre o sinal 651 e o sinal de saída do segundo quantizador 66 e se aproxima de um espectro branco, como representado na figura 7c junto com os sinais 611 e 651. O sinal de saída do segundo quantizador 66 representa os dados de branqueamento espectral 661 que são enviados como parte da informação secundária 412 para o decodificador com perdas 42 e para o codificador sem perdas e compactador 45. O controle de adaptação 67 controla o segundo quantizador 66 e toma cuidado para encontrar a quantização certa e a taxa de transferência correta para o sinal 661. Se a taxa de transferência excede um valor limiar predeterminado e o espectro de erro 681 não é, portanto, estimado 'branco', dentro da informação secundária 411, um sinal de

fuga 671 é enviado indicando que o codificador sem perdas e compactador 45 usará uma anulação de correlação LPC adicional. O controle de adaptação 67 ajusta a etapa de quantização ótima para o quantizador 66 para possibilitar um piso de ruído plano, ver sinal 681 na figura 7c. Esse controle pode incluir uma análise de potência do sinal 651. Um processo iterativo não é necessário.

A segunda tarefa do controle de adaptação 67 é observar uma estimativa da taxa de transferência do sinal codificado por entropia 661. O sinal 661 é posteriormente codificado por entropia na etapa ou estágio 93. A taxa de transferência do sinal codificado por entropia 661 é uma contribuição principal para a taxa geral do fluxo de bits 'sem perda' 451. No caso que essa estimativa da taxa de transferência exceda um limiar, o sinal de fuga 671 a usar a anulação da correlação LPC adicional no domínio de tempo é enviado.

Em uma outra modalidade, o controle de adaptação 67 pode otimizar o sinal 661 tal que o sinal 681 não é mais branco (isto é, ele usa etapas de quantização diferentes sobre o eixo geométrico do receptáculo da frequência). O piso do ruído 681 é então formado para igualar as características de um dado filtro de anulação de correlação LPC dentre um dicionário de filtros LPC diferentes. O processo de controle de adaptação então se torna iterativo a fim de encontrar a correspondência mais próxima do sinal 681 com menores custos (isto é, compartilhamento da taxa de transferência). Essa modalidade é representada na figura 7d.

#### *Decodificador com perdas*

O decodificador com perdas 42 mostrado na figura 8 recebe o fluxo de bits com perdas 411 que é descompactado em um mecanismo de descompactação de fluxo de bits 81 e é decodificado (incluindo o processamento do fator de escala do quantizador inverso se aplicável) em um decodificador de amostra de sub-banda 82 para criar um sinal de amostra de sub-banda 821 que é idêntico ao sinal 621 no codificador com perdas na figura 6. O sinal 821 é transformado de volta para o domínio de tempo em um banco de filtro de síntese 83 que restaura em cada caso um bloco dos valores de dados do sinal  $S_{Dec}$ . Os dados de branqueamento espectral 661 (que são recebidos do fluxo de extensão sem perdas seguinte à descompactação) são adicionados em um combinador 84 para o sinal 821, a fim de formar um sinal 841 que tem um erro de quantização no domínio da sub-banda que é idêntico ao erro de quantização do sinal 681 nas figuras 6 e 7c. Um banco de filtro de síntese 85 transforma o sinal 841 de volta para o domínio do tempo e restaura em cada caso um bloco dos valores de dados do sinal  $S'_{Dec}$ . Pelo fato de que normalmente qualquer sinal  $S_{Dec}$  ou sinal  $S'_{Dec}$  é liberado, um filtro de síntese único pode ser usado que é conectado no sinal 821 ou sinal 841, respectivamente.

O decodificador com perdas deve ser realizado em uma maneira independente da plataforma usando operações especiais aritméticas de número inteiro. A decodificação de

um dado fluxo de bits para o sinal  $S'_{Dec}$  dentro do decodificador sem perdas na codificação ou no lado da decodificação precisa produzir resultados numericamente equivalentes em cada plataforma como plataformas com base em ARM, com base em Intel Pentium ou com base em DSP.

#### 5            *Armazenamento temporário e sincronização*

A codificação e a decodificação com perdas induzem um retardo entre os sinais  $S_{PCM}$  e  $S'_{Dec}$  na figura 4. Quando operando o codificador sem perdas nas aplicações em tempo real de transferência contínua, o codificador com perdas está ciente desse retardo e controlará o armazenamento temporário de primeiro a entrar primeiro a sair no armazenamento temporário 43 para garantir a operação exata da amostra (isto é, sincronizada) no mecanismo de subtração 44 na figura 4. Quando operando o codificador sem perdas para operações de arquivo para arquivo, por exemplo, convertendo arquivos de áudio PCM para arquivos codificados sem perdas, o armazenamento temporário 43 pode ser substituído usando dispositivo de sincronização como descrito em US-B-6903664.

Na modalidade preferida, o codificador com perdas inserirá itens de informação indicando o retardo da codificação e o comprimento do arquivo original na parte de dados auxiliares do fluxo de bits com perdas dos primeiros um ou dois quadros de áudio, bem como no primeiro quadro da extensão sem perdas. O decodificador com perdas 42 e 51 lerá essa informação e pulará as primeiras amostras decodificadas (zero) indicadas pela informação de retardo.

#### *Codificador sem perdas e compactador*

O codificador sem perdas e compactador 45 da figura 4 é mostrado em mais detalhes na figura 9. Durante a operação regular, o sinal de erro  $S_{Diff}$  é altamente anulado da correlação e pode ser codificado por entropia no codificador por entropia 93, para cuja codificação a modalidade preferida usa uma codificação Golomb-Rice. Os dados de branqueamento espectral 661 (do barramento 412) são também codificados por entropia no codificador 93 usando um método de codificação por entropia diferente, por exemplo, codificação Huffman. O compactador 94 forma um fluxo de bits com base no quadro usando os dados codificados por entropia 931 e os itens de informação adicionais 412 como sinal de fuga 671 do codificador com perdas 41 e libera o fluxo de extensão sem perdas 451. Se indicado pelo codificador com perdas 41 com o sinal de fuga 671, o sinal de erro  $S_{Diff}$  pode ser também anulado da correlação usando uma predição linear em um anulador de correção LPC 91, que é mostrado em mais detalhes na figura 10. O anulador da correlação LPC 91 recebe informação do ajudante do barramento 421. A comutação de acordo com o sinal de fuga 671 (do barramento 412) é executada pela chave 92.

#### *Anulador da correlação LPC*

No anulador de correlação LPC na figura 10, do sinal de entrada  $S_{Diff}$ , uma versão

passada através do prognosticador 102 é subtraída em um mecanismo de subtração 101. O seu sinal de saída é alimentado para a chave 92. O prognosticador 102 usa um filtro que é calculado usando um determinador de filtro 103, os coeficientes de filtro do qual são derivados do sinal da informação do ajudante do barramento 421. O determinador do filtro 103 pode operar como segue:

#### *Modo 1*

Os fatores de escala do decodificador são transmitidos como sinal 421 para o determinador de filtro 103. Esses fatores de escala são usados para estimar a potência espectral do residual no domínio da transformação:

$S_{ee}(i) = 2^{-3/8si}$ , com  $i = 0, \dots, N_{band}-1$  (número de receptáculos), por meio do que a estimativa da potência semelhante a etapa pode ficar retificada. Esses valores de potência espectral são duplicados para formar uma sequência igual  $S'_{ee}(i)$  com  $i = 0, \dots, N_{band}-1, \dots, 2N_{band} - 1$ . Isso é feito para possibilitar uma sequência FFT inversa de valor real. A seguir, a auto-correlação é calculada por iFFT ( $S'_{ee}(i)$ ). O algoritmo de Levison-Durbin pode ser usado para determinar os coeficientes LPC.

Esse procedimento pode também ser usado no decodificador sem perdas. Se partes relevantes do espectro de frequência superior não são transmitidas dentro do fluxo de bits do codificador com perdas 411, essa informação ausente 631 é enviada da etapa/estágio 63 no codificador com perdas para o compactador 94 para transmissão, e do anulador de compactação 111 para o determinador de filtro 103.

#### *Modo 2*

Um conjunto de coeficientes de filtro LPC é selecionado de um diretório de conjuntos de coeficiente de filtro LPS pelo controlador de adaptação 67. A seguir o sinal 631 se torna o índice do diretório para o conjunto selecionado de coeficientes e é passado para o compactador 94 para transmissão.

#### *Informação Secundária*

Os barramentos de informação secundária 412 e 421 transportam dados do codificador com perdas 41 para o decodificador com perdas 42 e de qualquer um para o codificador sem perdas e compactador 45, e esses barramentos incluem os seguintes elementos de dados:

- dados de branqueamento espectral codificados 661 (enviados via o barramento 412 do codificador 41 para o decodificador 42 e para o codificador/compactador 45),
- um sinal de fuga 671 para indicar a anulação da correlação LPC adicional (enviada via o barramento 412 do codificador 41 para o codificador/compactador 45), isto é, indicando que a anulação da correlação LPC e a síntese LPC estão ativas,
- um sinal de informação do ajudante (enviado via o barramento 421 do decodificador 42 para o codificador/compactador 45 ou 94, respectivamente), isto é, fatores de escala

para determinação do filtro LPC,

- uma informação do ajudante 631 enviada do codificador com perdas 41 para o compactador do codificador 45/94, para transmitir fatores de escala ausentes para bandas de alta frequência ou um índice para um conjunto de coeficientes de filtro LPC pré-definidos,
- para aplicações de arquivo para arquivo, valor de retardo do codificador com perdas e/ou valor do comprimento do arquivo original (enviado via o barramento 412 do codificador 41 para o decodificador 42 e para o codificador/compactador 45).

#### *Decodificação sem perdas baseada na com perdas*

Como já descrito em conjunto com a figura 2, a decodificação é executada usando um decodificador com perdas 25 e um decodificador sem perdas 27, os sinais de saída dos quais são combinados para recuperar as amostras de sinal de entrada originais  $S_{PCM}$ . Vantajosamente, a decodificação pode ser executada em modos diferentes.

#### *Modo 1*

O decodificador pode decodificar qualquer fluxo de bits com perdas complacente 411 sem um fluxo de extensão sem perdas 451 estar presente e provê o sinal  $S_{Dec}$ . Esse modo fica também ativo quando um fluxo de extensão sem perdas 451 está presente, porém nenhuma permissão é provida para usar um outro modo. De preferência, o decodificador verificará o fluxo da extensão sem perdas para um ID de permissão correspondente no seu banco de dados de direitos.

#### *Modo 2*

Esse modo de qualidade intermediária é também habilitado por uma verificação de permissão no decodificador quando examinando os dados do fluxo de extensão sem perdas. Somente os dados de branqueamento 661 são descompactados e usados pelo decodificador com perdas para prover o sinal  $S'_{Dec}$ .

#### *Modo 3*

A decodificação do modo sem perdas é iniciada seguinte a um resultado de verificação de permissão positiva e o sinal  $S_{PCM}$  é liberado.

O decodificador com perdas correspondente 51 é representado na figura 8 em mais detalhes. Os modos de operação são sinalizados dentro da informação secundária 521 do anulador de compactação sem perdas e decodificador 52. Basicamente, os mesmos detalhes se aplicam como descrito para o decodificador com perdas 42. O fluxo de bits com perdas codificado 411 entra em um dispositivo 81 para descompactar o fluxo de bits, seguido pelo dispositivo 82 para decodificar as amostras da sub-banda e por um banco de filtro de síntese 83 que libera o sinal PCM com perdas decodificado  $S_{Dec}$ . O sinal de saída 821 do dispositivo 82 é combinado em um somador 84 com os dados de branqueamento espectral correspondentes 661. O sinal combinado 841 entra em um segundo banco de filtro de síntese 85 que libera o sinal PCM com perdas decodificado  $S'_{Dec}$ .

### *Anulador de compactação sem perdas e decodificador*

A figura 11 mostra o anulador de compactação sem perdas e decodificador 52 em mais detalhes. O anulador de compactação sem perdas 111 recebe o fluxo de extensão sem perdas 451 que é analisado e descompactado.

A informação de controle é guiada para o controlador de operação 115 no qual no caso de aplicações de arquivo para arquivo uma verificação de consistência pode ser executada para identificar a integridade com relação ao fluxo de bits com perdas 411. Como uma opção, uma impressão digital de referência (por exemplo, dados CDC) é extraída do fluxo de extensão sem perdas 451 e uma impressão digital corrente é calculada sobre um certo bloco de dados do fluxo de bits com perdas 411. Se ambas as impressões digitais são idênticas, a operação normal prossegue. Uma verificação de permissão pode ser executada como uma próxima etapa para identificar o modo ou modos de operação permitidos. Itens de informação correspondentes 1151 recebidos de um banco de dados externo são usados para comparação com identificadores de permissão do fluxo de bits recebido. O modo corrente é determinado e um sinal correspondente 1152 é usado para enviar a informação relacionada para o decodificador com perdas 51 usando o canal de informação secundária 521. Em modalidades especiais, um dispositivo para decifrar um fluxo de extensão sem perdas criptografado poderia também ser usado. Seguente a descompactação, os dados do sinal da extensão de áudio 1111 são decodificados por entropia em um decodificador por entropia 112. Os itens de dados de branqueamento espectral codificados por entropia são adequadamente decodificados por entropia, por exemplo, no codificador 112. Os dados de branqueamento decodificados 661 são enviados para o decodificador com perdas 51 e os dados do sinal da diferença  $S_{Diff}$  são enviados para o combinador ou unidade de soma 53. Se a informação de fuga para aplicar a síntese LPC adicional é identificada no fluxo de bits 451 pelo anulador de compactação 111 e controlador de operação 115, esse controlador usará o sinal 1153 para alternar o comutador 113 para a trajetória de síntese LPC. Os coeficientes do filtro de síntese LPC 114 são calculados usando informação do ajudante 1141 que é provida do anulador de compactação 111, ou que podem ser determinados a partir dos fatores de escala do fluxo de bits com perdas ou do sinal da sub-banda do decodificador 841 e informação adicional transmitida no fluxo de bits da extensão sem perdas 451 como fatores de escala ausentes ou informação de potência espectral das bandas de alta frequência não transmitidas no fluxo de bits com perdas 411, ou um valor de índice apontando para um conjunto de coeficientes LPC pré-definidos.

### *Informação secundária*

A informação secundária 521 trocada entre o decodificador com perdas 51 e o anulador de compactação sem perdas e decodificador 52 inclui a seguinte informação e elementos de dados:

- um sinal indicador de modo 1152 (enviado para o decodificador 52),
- dados de branqueamento espectral 661 (enviados para o decodificador 52),
- informação do ajudante 1141 do decodificador com perdas 42 para determinar co-

eficientes de filtro LPC (enviada para o anulador de compactação sem perdas e decodifica-

5       dor 52),

- valor do retardo do codificador com perdas e/ou valor do comprimento do arquivo original para aplicações de arquivo para arquivo (enviado para o decodificador 52).

*Fluxo de bits da extensão sem perdas*

Os seguintes elementos de dados podem ser providos dentro do fluxo de bits da ex-

10       tensão sem perdas como elementos de dados do cabeçalho:

- uma impressão digital para identificar de maneira não ambígua fluxo de bits com perdas correspondente. Esse elemento é necessário especificamente para duas aplicações de arquivos e poderia ser desconsiderado para recipiente (um arquivo) e aplicações de transferência contínua,

15       - indicadores de modo e informação DRM correspondente,

- informação de sincronização (retardo de codificação com perdas, comprimento do arquivo original, indicador de fim de arquivo),

- tamanho da palavra PCM do sinal original (16, 20 ou 24 bits),
- informação de ponto de aviso possibilitando um endereçamento mais rápido dos

20       quadros de dados sem perdas dentro do fluxo (taxa de transferência variável), consistindo de uma tabela de ponteiros de intervalo de quadro constante e um indicador de comprimento de intervalo do quadro.

Nas aplicações de arquivo para arquivo, esses itens de informação precisam ser providos somente uma vez no começo do fluxo de bits sem perdas. Nas aplicações de transferência contínua, esses itens de informação, excluindo os dados de ponto de aviso, precisam ser enviados a cada N quadros.

Elementos de dados do quadro do fluxo de bit do fluxo de bit de extensão sem perdas são:

30       - um indicador de limiar de quadro para possibilitar a operação síncrona do quadro para o fluxo de bits com perdas,

- dados de erro espectral codificados (isto é, branqueamento),
- informação de fuga indicando o uso de síntese LPC adicional e informação do ajudante LPC,

- os dados do sinal de erro de tempo codificado.

35       Um formato de arquivo de fluxo de extensão sem perdas é mostrado na figura 12. Um cabeçalho do arquivo provê informação secundária para iniciar o processo de decodificação. Seguinte aos dados do cabeçalho, quadros de dados de comprimento variável con-



tendo dados para reconstruir um sinal de áudio de qualidade intermediária e para reconstruir um sinal de áudio de qualidade sem perdas são arranjos.

Dados do cabeçalho do arquivo:

- ID do cabeçalho,
- comprimento do cabeçalho,
- impressão digital (por exemplo, dados CRC32),
- bloco de informação de indicação de modo,
- informação secundária: retardo do codec, comprimento do arquivo original, tamanho da palavra PCM, taxa de amostra,

- um bloco de dados da tabela do ponto de aviso: valor do comprimento do bloco, informação de intervalo nos quadros, número de entradas na tabela, tabela de ponteiros.

Dados de quadro:

- palavra de sincronização (opcional) e comprimento do quadro,
- dados do erro espectral codificados (isto é, branqueamento): comprimento do bloco, dados codificados. Esses são os dados requeridos para decodificar para a qualidade intermediária (modo 2). Decodificadores operando no modo 2 pularão o resto dos dados do quadro se tais dados estão presentes,

- informação do ajudante LPC: valor do comprimento do bloco, indicador de modo LPC, dados codificados,

- sinal de erro de tempo codificado: valor do comprimento do bloco, dados codificados.

#### *Formatos do fluxo de bits e gerenciamento de direitos*

O fluxo de bits com perdas 411 e o fluxo de extensão sem perdas 451 podem ser formatados para aplicações de armazenamento diferente ou transferência contínua, ver figura 13. Os sinais de saída 411 e 451 da codificação sem perdas baseada na com perdas 131 são alimentados para um mecanismo de formatação de fluxo de bits 132. O sinal de saída resultante 1322 pode ser um fluxo ou arquivo único ou pode consistir de dois fluxos ou dois arquivos. Um processamento de gerenciamento de direitos pode ser aplicado suprimindo o mecanismo de formatação 132 com dados de gerenciamento de dados correspondentes 1321.

No lado da decodificação, um anulador de formatação do fluxo de bits correspondentes pode ser usado.

## REIVINDICAÇÕES

1. Método para a codificação sem perdas de um sinal de origem ( $S_{PCM}$ ), usando um fluxo de dados codificado com perdas (411) e um fluxo de dados de extensão sem perdas (451) que juntos formam um fluxo de dados codificado sem perdas (1322) para o dito sinal de origem, **CARACTERIZADO** pelas etapas:

- codificar com perdas (41) o dito sinal de origem, em que a dita codificação com perdas provê o dito fluxo de dados codificado com perdas (411), bem como os dados de branqueamento espectral (661),

- adequadamente decodificar com perdas (42) os ditos dados codificados com perdas, dessa maneira reconstruindo um sinal decodificado padrão ( $S_{Dec}$ ) e, usando os ditos dados de branqueamento espectral, construir a partir do dito sinal decodificado padrão um sinal decodificado de qualidade superior ( $S'_{Dec}$ ),

- formar (43, 44) um sinal de diferença ( $S_{Diff}$ ) entre o dito sinal de origem ( $S_{PCM}$ ) e o dito sinal decodificado de qualidade superior ( $S'_{Dec}$ ) e codificar sem perdas (45) o dito sinal de diferença,

- compactar o dito sinal de diferença codificado junto com os ditos dados de branqueamento espectral (661) para formar o dito fluxo de dados de extensão sem perdas (451).

em que os ditos dados de branqueamento espectral (661) são gerados por:

- processar o dito sinal de origem ( $S_{PCM}$ ) em um banco de filtro de análise (61), quantizar (62) seu sinal de saída e formar (65) o sinal de diferença (651) entre o sinal de saída de banco e filtro de análise (611) e o sinal de saída de quantização (621), onde a dita quantização é controlada por um calculador de modelo perceptivo (64);

- quantizar (66) o dito sinal de diferença (651), dessa maneira, controlando esta quantização adicional de modo que o sinal de diferença (681) entre a entrada e a saída da dita quantização adicional se aproxime de um espectro branco, pelo que o sinal de saída da dita quantização adicional forma os ditos dados de branqueamento espectral (661), e em que a quantização adicional (66) é controlada por um controlador de adaptação (67) que checa a taxa de bits atual dos ditos dados de branqueamento espectral (661) e, se a dita taxa de bits exceder um valor limite predeterminado, configurar um sinal de escape (671);

e em que a dita codificação sem perdas do dito sinal de diferença ( $S_{Diff}$ ) usa um codificador por entropia (93), o sinal de entrada passa através de um anulador de correlação LPC apenas se o dito sinal de escape for configurado.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que os ditos dados de branqueamento espectral (661) são codificados por entropia (93).

3. Método para decodificar um fluxo de dados do sinal de origem codificado sem perdas ( $S_{PCM}$ ), cujo fluxo de dados foi derivado de um fluxo de dados codificado com perdas (411) e um fluxo de dados de extensão sem perdas (451) que juntos formam um fluxo de

dados codificado sem perdas (1322) para o dito sinal de origem, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o dito sinal de origem foi codificado com perdas (41), a dita codificação com perdas provendo o dito fluxo de dados codificado com perdas (411) bem como dados de branqueamento espectral (661),

5 em que os ditos dados codificados com perdas foram adequadamente decodificados com perdas (42), dessa maneira reconstruindo um sinal decodificado padrão ( $S_{Dec}$ ) e, usando os ditos dados de branqueamento espectral, um sinal decodificado de qualidade superior ( $S'_{Dec}$ ) foi construído a partir do dito sinal decodificado padrão,

10 em que um sinal de diferença ( $S_{Diff}$ ) entre o dito sinal de origem ( $S_{PCM}$ ) e o dito sinal decodificado de qualidade superior ( $S'_{Dec}$ ) foi formado (43, 44) e codificado sem perdas (45),

em que o dito sinal de diferença codificado sem perdas foi compactado junto com os ditos dados de branqueamento espectral (661) para formar o dito fluxo de dados de extensão sem perdas (451), e em que os ditos dados de branqueamento espectral (661) são gerados por:

15 - processar o dito sinal de origem ( $S_{PCM}$ ) em um banco de filtro de análise (61), quantizar (62) seu sinal de saída e formar (65) o sinal de diferença (651) entre o sinal de saída de banco e filtro de análise (611) e o sinal de saída de quantização (621), onde a dita quantização é controlada por um calculador de modelo perceptivo (64);

20 - quantizar (66) o dito sinal de diferença (651), dessa maneira, controlando esta quantização adicional de modo que o sinal de diferença (681) entre a entrada e a saída da dita quantização adicional se aproxime de um espectro branco, pelo que o sinal de saída da dita quantização adicional os ditos dados de branqueamento espectral (661), e em que a quantização adicional (66) é controlada por um controlador de adaptação (67) que checa a taxa de bits atual dos ditos dados de branqueamento espectral (661) e, se a dita taxa de bits  
25 exceder um valor limite predeterminado, configurar um sinal de escape (671);

o dito método incluindo as etapas:

30 - descompactar (52) o dito fluxo de dados de extensão sem perdas (451) e decodificar (52) o dito sinal da diferença codificado sem perdas de modo a prover o dito sinal da diferença ( $S_{Diff}$ ) e os ditos dados de branqueamento espectral (661), em que a dita decodificação do dito sinal de diferença codificado sem perdas ( $S_{Diff}$ ) usa um decodificador por entropia (112), o sinal de saída passa através de uma síntese LPC (114) apenas se o dito sinal de escape foi configurado no local de codificação;

35 - decodificar com perdas (51) o dito fluxo de dados codificado com perdas (411), dessa maneira reconstruindo o dito sinal decodificado padrão ( $S_{Dec}$ ) e, usando os ditos dados de branqueamento espectral, reconstruir (51) o dito sinal decodificado de qualidade superior ( $S'_{Dec}$ ) a partir do dito sinal decodificado padrão,

- formar (53), a partir do dito sinal de diferença codificado sem perdas decodificado

( $S_{Diff}$ ) e a partir do dito sinal decodificado de qualidade superior ( $S'_{Dec}$ ), um sinal de origem reconstruído ( $S_{PCM}$ ).

4. Método, de acordo com a reivindicação 3, **CARACTERIZADO** pelo fato de que os ditos dados de branqueamento espectral (661) eram codificados por entropia (93) no local de codificação, e são decodificados por entropia (112) no local de decodificação.

5. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o dito anulador de correlação LPC e a dita síntese LPC, respectivamente, são um filtro LPC, os coeficientes de filtro os quais são determinados usando itens de informação como fatores de escala e/ou o espectro dos blocos de coeficientes relacionados no domínio de sub-banda do dito fluxo de bits com perdas (411) e/ou itens de informação do ajudante.

6. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, **CARACTERIZADO** de que o dito fluxo de dados de extensão sem perdas (451) inclui:

- dados de branqueamento espectral codificados (661);
- um sinal de fuga (671) indicando que a anulação de correlação LPC está ativa;
- um sinal de informação do ajudante;
- para aplicações arquivo para arquivo, um valor de retardo do codificador com perdas e/ou um valor de comprimento do arquivo original.

7. Aparelho para a codificação sem perdas de um sinal de origem de áudio ( $S_{PCM}$ ), usando um fluxo de dados codificado com perdas (411) e um fluxo de dados de extensão sem perdas (451) que juntos formam um fluxo de dados codificado sem perdas (1322) para o dito sinal de origem, o dito aparelho **CARACTERIZADO** pelo fato de que inclui:

- dispositivo (41) sendo adaptado para codificar com perdas o dito sinal de origem, em que a dita codificação com perdas provê o dito fluxo de dados codificado com perdas (411) bem como dados de branqueamento espectral (661),

- dispositivo (42) sendo adaptado para adequadamente decodificar com perdas os ditos dados codificados com perdas, dessa maneira reconstruindo um sinal decodificado padrão ( $S_{Dec}$ ) e, usando os ditos dados de branqueamento espectral, construir a partir do dito sinal decodificado padrão, um sinal decodificado de qualidade superior ( $S'_{Dec}$ ),

- dispositivo (43, 44, 45) sendo adaptado para formar um sinal de diferença ( $S_{Diff}$ ) entre o dito sinal de origem ( $S_{PCM}$ ) e o dito sinal decodificado de qualidade superior ( $S'_{Dec}$ ), para codificar sem perdas o dito sinal da diferença, e para compactar o dito sinal de diferença codificado junto com os ditos dados de branqueamento espectral (661) para formar o dito fluxo de dados de extensão sem perdas (451),

em que o dito dispositivo de codificação com perdas compreende:

- dispositivo (61, 62) sendo adaptado para processar o dito sinal de origem ( $S_{PCM}$ ) em uma banco de filtro de análise, quantizar seu sinal de saída, e formar (65) o sinal de dife-

rença (651) entre o sinal de saída de banco e filtro de análise (611) e o sinal de saída de quantização (621), onde a dita quantização é controlada por um calculador de modelo perceptivo (64);

- dispositivo (66) sendo adaptado para quantizar o dito sinal de diferença (651),  
5 dessa maneira controlando esta quantização adicional de modo que o sinal de diferença (681) entre a entrada e a saída da dita quantização adicional se aproxime de um espectro branco, pelo que o sinal de saída da dita quantização adicional forma os ditos dados de branqueamento espectral (661),

em que a quantização adicional (66) é controlada por um controlador de adaptação  
10 (67) que checa a taxa de bits atual dos ditos dados de branqueamento espectral (661) e, se a dita taxa de bits exceder um valor limite predeterminado, configurar um sinal de escape (671);

e em que no dito dispositivo de formação de sinal de diferença da dita codificação sem perdas do dito sinal de diferença ( $S_{Diff}$ ) usa um codificador por entropia (93), o sinal de  
15 entrada passa através de um anulador de correlação LPC apenas se o sinal de fuga for configurado.

8. Aparelho, de acordo com a reivindicação 7, **CARACTERIZADO** pelo fato de que os ditos dados de branqueamento espectral (661) são codificados por entropia (93).

9. Aparelho para decodificar um fluxo de dados do sinal de origem codificado sem  
20 perdas ( $S_{PCM}$ ), cujo fluxo de dados foi derivado de um fluxo de dados codificado com perdas (411) e um fluxo de dados de extensão sem perdas (451) que juntos formam um fluxo de dados codificado sem perdas (1322) para o dito sinal de origem, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o dito sinal de origem foi codificado com perdas (41), a dita codificação com perdas provendo o dito fluxo de dados codificado com perdas (411) bem como dados de bran-  
25 queamento espectral (661),

em que os ditos dados codificados com perdas foram adequadamente decodificados com perdas (42), dessa maneira reconstruindo um sinal decodificado padrão ( $S_{Dec}$ ) e, usando os ditos dados de branqueamento espectral, um sinal decodificado de qualidade superior ( $S'_{Dec}$ ) foi construído a partir do dito sinal decodificado padrão,

30 em que um sinal de diferença ( $S_{Diff}$ ) entre o dito sinal de origem ( $S_{PCM}$ ) e o dito sinal decodificado de qualidade superior ( $S'_{Dec}$ ) foi formado (43, 44) e codificado sem perdas (45),

em que o dito sinal de diferença codificado sem perdas foi compactado junto com os ditos dados de branqueamento espectral (661) para formar o dito fluxo de dados de extensão sem perdas (451),

35 e em que os ditos dados de branqueamento espectral são gerados por:

- processar o dito sinal de origem ( $S_{PCM}$ ) em um banco de filtro de análise (61), quantizar (62) seu sinal de saída e formar (65) o sinal de diferença (651) entre o sinal de

saída de banco e filtro de análise (611) e o sinal de saída de quantização (621), onde a dita quantização é controlada por um calculador de modelo perceptivo (64);

- quantizar (66) o dito sinal de diferença (651), dessa maneira, controlando esta quantização adicional de modo que o sinal de diferença (681) entre a entrada e a saída da dita quantização adicional se aproxime de um espectro branco, pelo que o sinal de saída da dita quantização adicional os ditos dados de branqueamento espectral (661), e em que a quantização adicional (66) é controlada por um controlador de adaptação (67) que checa a taxa de bits atual dos ditos dados de branqueamento espectral (661) e, se a dita taxa de bits exceder um valor limite predeterminado, configurar um sinal de escape (671);

10 o dito aparelho de decodificação incluindo:

- dispositivo (52) sendo adaptado para descompactar o dito fluxo de dados de extensão sem perdas (451) e para decodificar o dito sinal de diferença codificado sem perdas de modo a prover o dito sinal de diferença ( $S_{Diff}$ ) e os ditos dados de branqueamento espectral (661), onde a dita decodificação do dito sinal de diferença codificado sem perdas ( $S_{Diff}$ ) usa um decodificador por entropia (112), o sinal de saída passa através da síntese LPC (114) apenas se o dito sinal de fuga foi configurado no local de codificação;

- dispositivo (51) sendo adaptado para decodificar com perdas o dito fluxo de dados codificado com perdas (411), dessa maneira reconstruindo o dito sinal decodificado padrão ( $S_{Dec}$ ) e, usando os ditos dados de branqueamento espectral, reconstruir (51) o dito sinal decodificado de qualidade superior ( $S'_{Dec}$ ) a partir do dito sinal decodificado padrão,

- dispositivo (53) sendo adaptado para formar a partir do dito sinal da diferença codificado sem perdas decodificado ( $S_{Diff}$ ) e a partir do dito sinal decodificado de qualidade superior ( $S'_{Dec}$ ), um sinal de origem reconstruído ( $S_{PCM}$ ).

10. Aparelho, de acordo com a reivindicação 9, **CARACTERIZADO** pelo fato de que os ditos dados de branqueamento espectral (661) eram codificados por entropia (93) no local da codificação e são decodificados por entropia (112) no local de decodificação.

11. Aparelho, de acordo com qualquer uma das reivindicações 7 a 10, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o dito anulador de correlação LPC e a dita síntese LPC, respectivamente, são um filtro LPC, os coeficientes de filtro do qual são determinados usando itens de informação como fatores de escala e/ou o espectro dos blocos de coeficiente relacionados no domínio da sub-banda do dito fluxo de bits com perdas (411) e/ou itens de informação do ajudante.

12. Aparelho, de acordo com qualquer uma das reivindicações 7 a 11, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o dito fluxo de dados de extensão sem perdas (451) inclui:

- dados de branqueamento espectral codificados (661),
- um sinal de fuga (671) indicando que a anulação da correlação LPC está ativa,

- um sinal de informação do ajudante,
- para aplicações de arquivo para arquivo, um valor de retardo do codificador com perdas e/ou um valor de comprimento do arquivo original.

5      13. Fluxo de bits de extensão sem perdas (451), **CARACTERIZADO** pelo fato de que inclui:

- dados do sinal da diferença codificado por entropia ( $S_{Diff}$ ),
- dados de branqueamento espectral codificados (661),
- um sinal de fuga (671) indicando que a anulação da correlação LPC está ativa,
- um sinal de informação do ajudante,

10      - para aplicações de arquivo para arquivo, um valor de retardo do codificador com perdas e/ou um valor de comprimento de arquivo original,  
cujos itens de dados e sinais facilitam a execução do método do tipo definido nas reivindicações 3.

15      14. Fluxo de bits codificado sem perdas (1322), **CARACTERIZADO** pelo fato de que inclui dados de sinal codificados com perdas (411), por exemplo, dados de mp3, e os itens de dados e sinais e opcionalmente valores definidos na reivindicação 13.

15      15. Meio de armazenamento, **CARACTERIZADO** pelo fato de que contém ou armazena, ou tem gravado nele, um sinal de vídeo digital codificado de acordo com o método do tipo definido nas reivindicações 1, 2, 5 e 6.

20      16. Meio de armazenamento, **CARACTERIZADO** pelo fato de que contém ou armazena, ou tem gravado nele, um fluxo de bits do tipo definido na reivindicação 13 ou 14.

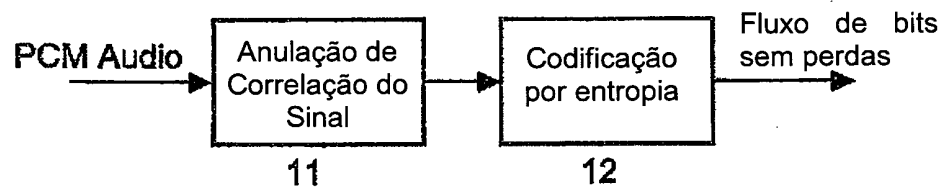


Fig.1

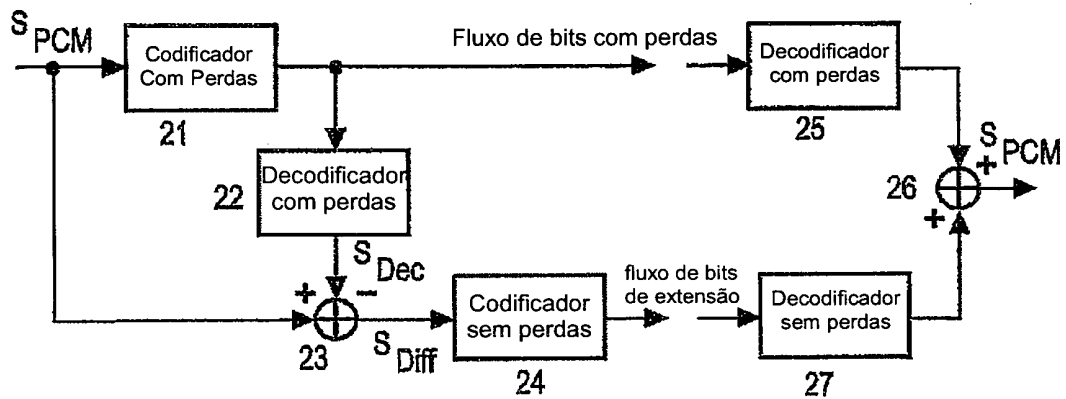


Fig.2

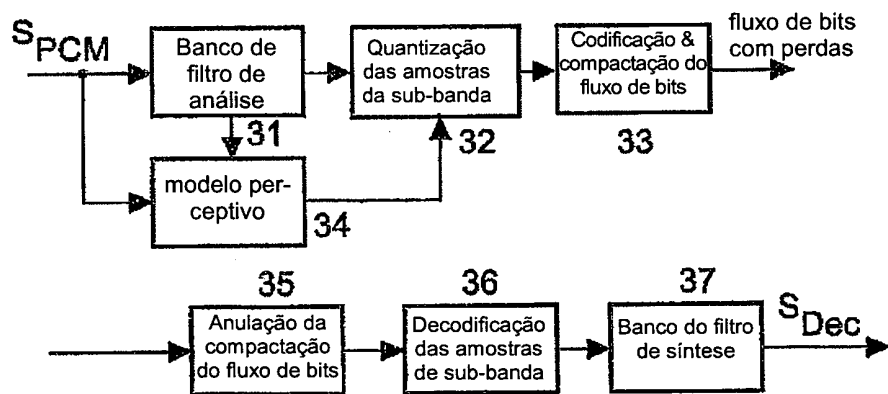


Fig.3



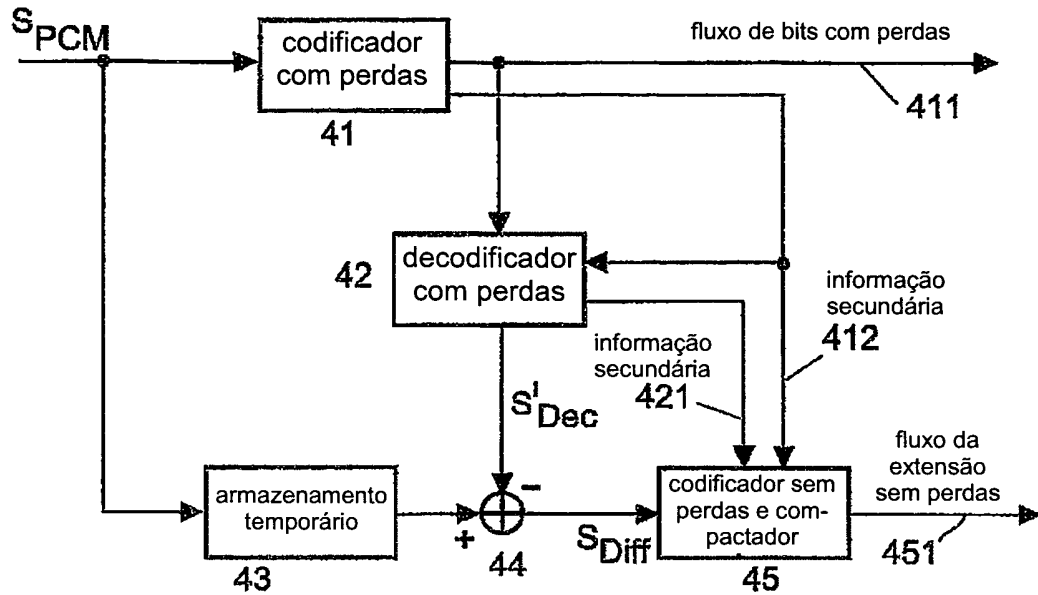


Fig.4

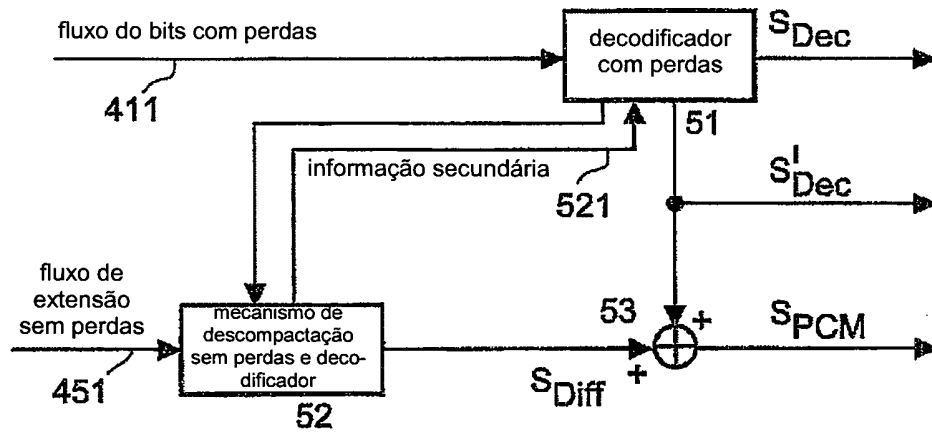
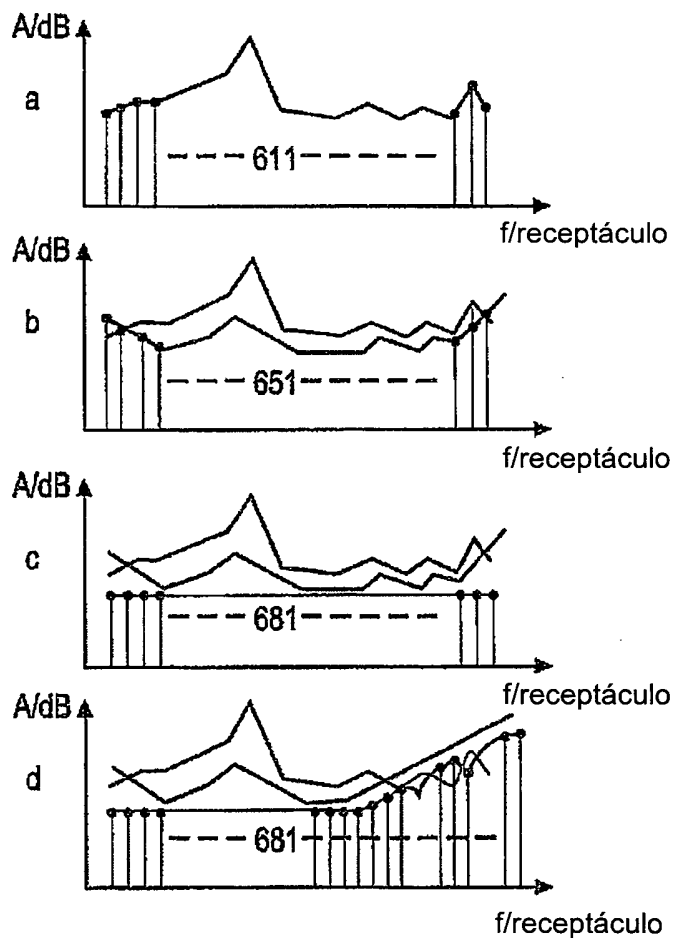
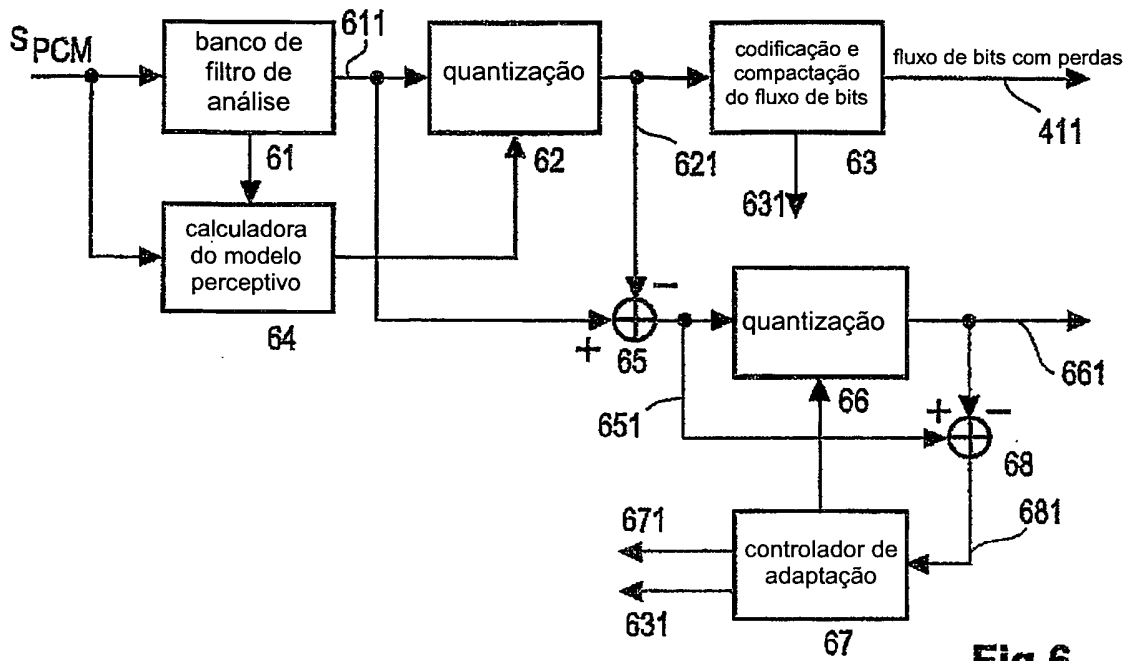


Fig.5



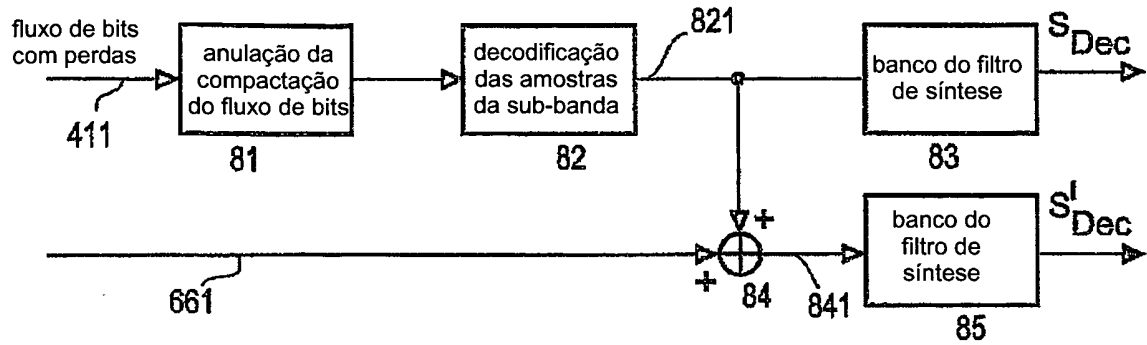


Fig.8

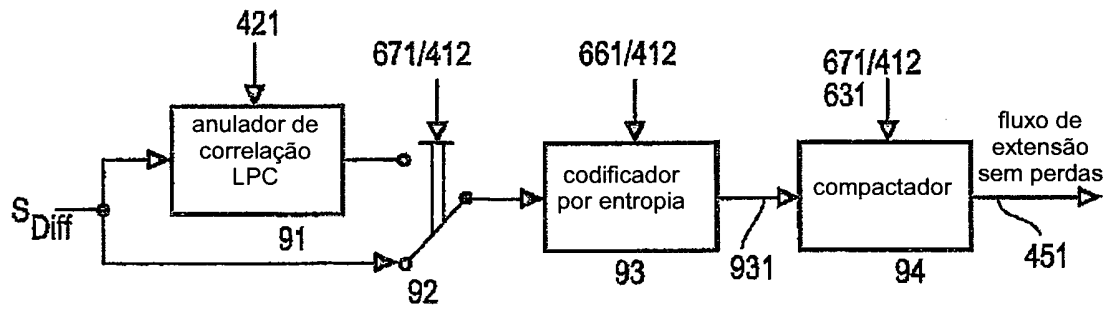


Fig.9

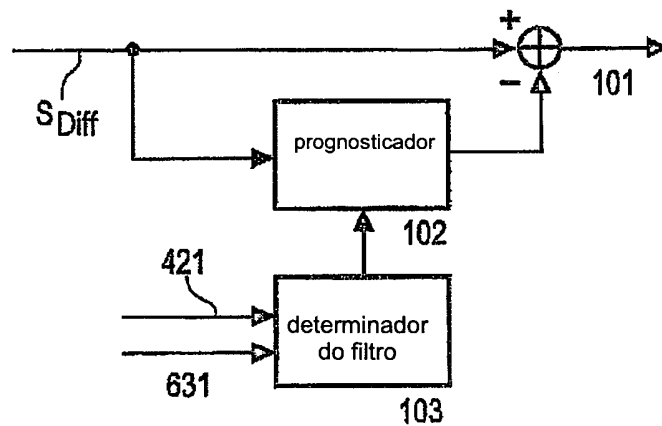


Fig.10

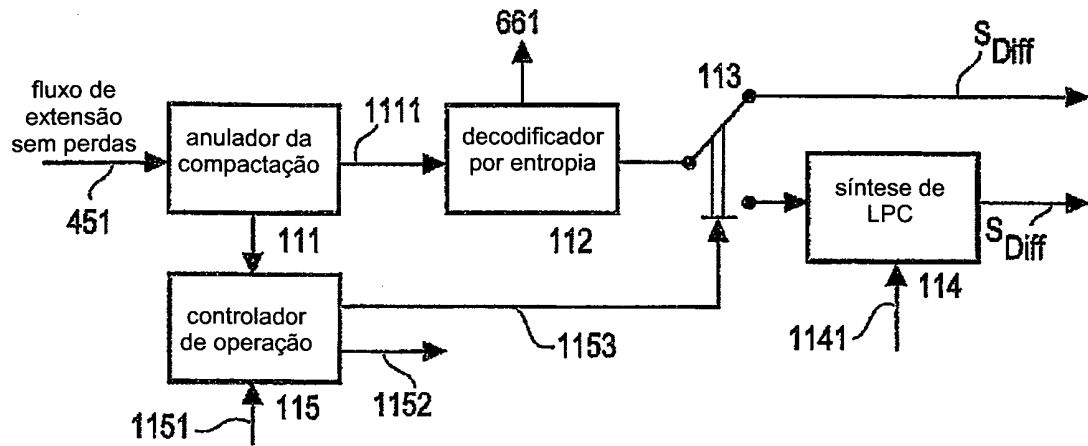


Fig.11

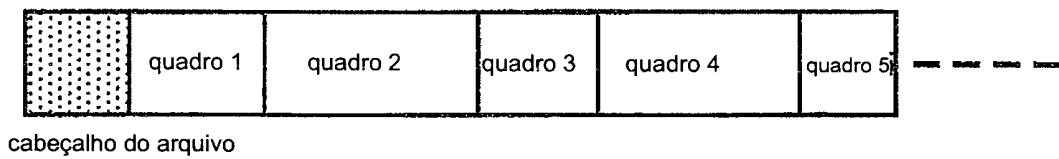


Fig.12

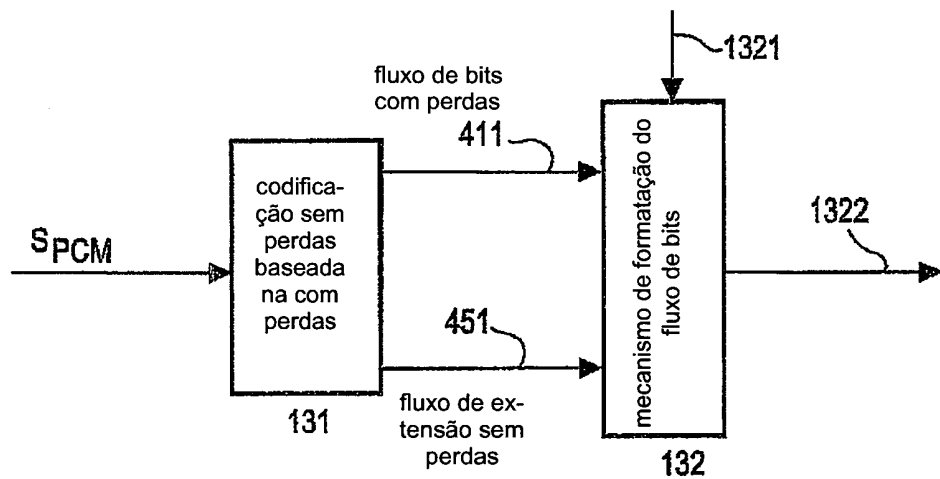


Fig.13