



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) BR 122019019924-8 B1



(22) Data do Depósito: 01/10/2010

(45) Data de Concessão: 02/02/2021

(54) Título: PROCESSO E DISPOSITIVO PARA DECODIFICAÇÃO ARITMÉTICA DE UM COEFICIENTE ESPECTRAL ATUAL

(51) Int.Cl.: H03M 7/40.

(30) Prioridade Unionista: 09/10/2009 EP 09305961.6.

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

(72) Inventor(es): OLIVER WUEBBOLT.

(86) Pedido PCT: PCT EP2010064644 de 01/10/2010

(87) Publicação PCT: WO 2011/042366 de 14/04/2011

(85) Data do Início da Fase Nacional: 24/09/2019

(62) Pedido Original do Dividido: BR112012006688-9 - 01/10/2010

(57) Resumo: A invenção propõe um processo e um dispositivo para codificação aritmética de um coeficiente espectral atual usando coeficientes espectrais precedentes. Os ditos coeficientes espectrais precedentes já sendo codificados e ambos, os ditos coeficientes espectrais precedentes e atuais, são compreendidos em um ou mais espectros quantizados resultantes de quantização de transformada de tempo-frequência de valores de amostra de sinal de vídeo, áudio ou fala. O dito processo compreende processamento de coeficientes espectrais precedentes, usando os coeficientes espectrais precedentes processados para determinação de uma classe contexto sendo uma de pelo menos duas diferentes classes contextos, usando a classe contexto determinada e um mapeamento das pelo menos duas classes contextos diferentes para pelo menos duas diferentes funções de densidade de probabilidade, e codificação aritmética de coeficiente espectral atual baseado na função densidade de probabilidade determinada onde processamento de coeficientes espectrais precedentes compreende quantização não-uniforme de valores absolutos dos coeficientes espectrais precedentes para uso em determinação da classe contexto.

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para
“PROCESSO E DISPOSITIVO PARA DECODIFICAÇÃO ARITMÉTICA DE UM COEFICIENTE ESPECTRAL ATUAL”.

Dividido do BR112012006688-9 depositado em 01 de outubro de 2010.

Campo Técnico

[1] A invenção é relacionada a codificação e decodificação aritmética de dados multimídias.

Antecedentes da Invenção

[2] Codificação aritmética é um processo para compressão sem perda de dados. Codificação aritmética é baseada em uma função densidade de probabilidade (PDF). Para obtenção de um efeito de compressão, a função densidade de probabilidade sobre a qual a codificação é baseada tem de ser idêntica a, ou pelo menos parecer – quanto mais próximo melhor – à real função densidade de probabilidade que os dados realmente seguem.

[3] Se codificação aritmética é baseada em uma apropriada função densidade de probabilidade, ela pode obter significativa compressão resultando em pelo menos quase ótimo código. Por isso, codificação aritmética é uma técnica frequentemente usada em codificação de áudio, fala ou vídeo para codificação e decodificação de sequências coeficientes onde coeficientes são transformadas de tempo-frequência quantizadas de valores de amostra de sinal de pixels de vídeo ou áudio ou fala em representação binária.

[4] Para mesmo aperfeiçoamento de compressão, codificação aritmética pode ser baseada em um conjunto de funções de densidade de probabilidade, onde a função densidade de probabilidade usada para codificação de um coeficiente corrente depende de um contexto do dito coeficiente corrente. Ou seja, diferentes funções de densidade de probabilidade podem ser usadas para codificação de um mesmo

valor de quantização em dependência de um contexto no qual o coeficiente tendo o mesmo valor de quantização aparece. O contexto de um coeficiente é definido pelos valores de quantização de coeficientes compreendidos em uma vizinhança de um ou mais coeficientes vizinhos na vizinhança de respectivo coeficiente, por exemplo, uma subsequência de um ou mais coeficientes já codificados ou já decodificados precedendo adjacientemente, em uma sequência, o respectivo coeficiente a ser codificado ou a ser decodificado. Cada um dos diferentes aparecimentos possíveis que a vizinhança pode tomar define um diferente contexto possível cada um sendo mapeado sobre uma associada função densidade de probabilidade.

[5] Na prática, o dito aperfeiçoamento de compressão torna-se manifesto somente se a vizinhança é suficientemente grande. Isto vem junto com uma explosão combinatória do número de diferentes contextos possíveis assim como um correspondente número enorme de possíveis funções de densidade de probabilidade ou um mapeamento correspondentemente complexo.

[6] Um exemplo de um esquema de codificação aritmética baseada em contexto pode ser encontrado em ISO / IEC JTC1/SC29/WG11 N10215, outubro 2008, Busan, Coréia, propondo um modelo referência para Unified Speech and Áudio Coding (USAC). De acordo com a proposta, 4-tupels já decodificados são considerados para contexto.

[7] Um outro exemplo de uma codificação aritmética baseada em contexto relacionada USAC pode ser encontrado em ISO / IEC JTC1 / SC29 / WG11 N10847, julho de 2009, Londres, UK.

[8] Para redução de complexidade em codificação de entropia condicional de alta ordem, a patente US 5 298 896 propõe quantização não-uniforme de símbolos condicionantes

Resumo da Invenção

[9] Correspondendo ao tremendo número de contextos a serem manuseados existe um tremendo número de funções de densidade de probabilidade que precisam ser armazenadas, recuperadas, e manuseadas ou pelo menos um correspondentemente complexo mapeamento a partir de contextos para funções de densidade de probabilidade. Isto aumenta pelo menos um de requisitos de capacidade de memória e latência de codificação / decodificação. Existe uma necessidade na técnica de uma solução alternativa permitindo obtenção de compressão similarmente bem enquanto diminuindo pelo menos um dos requisitos de capacidade de memória e latência de codificação / decodificação.

[10] Para endereçar-se a esta necessidade a invenção propõe um processo de codificação que compreende as características de reivindicação 1, um processo de decodificação que compreende as características de reivindicação 2, um dispositivo para codificação aritmética compreendendo as características de reivindicação 13, um dispositivo para decodificação aritmética compreendendo as características de reivindicação 14, e um meio de armazenagem de acordo com a reivindicação 15.

[11] As características de realizações ainda propostas são especificadas nas reivindicações dependentes.

[12] O dito processo para codificação aritmética, ou decodificação, respectivamente, usa coeficientes espectrais precedentes para codificação ou decodificação aritmética, respectivamente, de um corrente coeficiente espectral, onde os ditos coeficientes espectrais precedentes já são codificados, ou decodificados, respectivamente. Ambos, os ditos coeficientes espectrais precedentes e o dito coeficiente espectral corrente, são compreendidos em um ou mais espectros quantizados resultantes de quantização de transformada de tempo-frequência de valores de amostra de sinal de vídeo, áudio ou fala. O

dito processo ainda compreende processamento de coeficientes espectrais precedentes, usando os coeficientes espectrais precedentes processados para determinação de uma classe contexto sendo uma de pelo menos duas diferentes classes contextos, usando a classe contexto determinada e um mapeamento de pelo menos duas classes contextos diferentes para pelo menos duas diferentes funções de densidade de probabilidade para determinação de função densidade de probabilidade, e codificação aritmética, ou decodificação, respectivamente, o corrente coeficiente espectral baseado na função densidade de probabilidade determinada. É uma característica do processo que processamento de coeficientes espectrais precedentes compreende quantização não-uniforme de absolutos dos coeficientes espectrais precedentes.

[13] O uso de classes de contexto como alternativa para contextos para determinação de função densidade de probabilidade permite agrupamento de dois ou mais diferentes contextos o que resulta em funções de densidade de probabilidade diferentes mas muito similares em uma única classe de contexto sendo mapeada sobre uma única função densidade de probabilidade. O agrupamento é obtido através de uso de absolutos quantizados não-uniformemente de coeficientes espectrais precedentes para determinação de classe contexto.

[14] Por exemplo, há uma realização na qual processamento de coeficientes espectrais precedentes compreende determinação de uma soma de absolutos quantizados dos coeficientes espectrais precedentes para uso na determinação de classe contexto. Similarmente, há uma correspondente realização do dispositivo para codificação aritmética assim como uma correspondente realização do dispositivo para decodificação aritmética onde os meios de processamento são adaptados para determinação de uma soma de absolutos quantizados dos coeficientes espectrais precedentes para uso em determinação da

classe contexto.

[15] Ainda em realizações dos dispositivos, os meios de processamento são adaptados de modo que processamento de coeficientes espectrais precedentes ainda compreende uma primeira quantização na qual os absolutos dos coeficientes espectrais precedentes são quantizados de acordo com um primeiro esquema de quantização, uma determinação de variância onde variância dos absolutos dos coeficientes espectrais precedentes quantizada de acordo com um primeiro esquema de quantização é determinada, utilização da variância determinada para seleção de um de pelo menos dois esquemas de segunda quantização não-linear diferentes, e uma segunda quantização na qual os absolutos dos coeficientes espectrais precedentes quantizados de acordo com o primeiro esquema de quantização são ainda quantizados de acordo com o segundo esquema de quantização não-linear. Ainda realizações dos processos compreendem correspondentes etapas.

[16] Determinação de variância pode compreender determinação de uma soma dos absolutos dos coeficientes espectrais precedentes quantizados de acordo com o primeiro esquema de quantização e comparação da soma determinada com pelo menos um limite.

[17] Ainda em realizações, os meios de processamento de cada um dos dispositivos podem ser adaptados de modo que processamento resulte em um primeiro resultado ou pelo menos um diferente segundo resultado. Então, determinação da classe contexto ainda compreende determinação de um número daqueles coeficientes espectrais precedentes para os quais processamento resultou em um primeiro resultado, e utilização do número determinado para determinação da classe contexto.

[18] Cada um dos dispositivos pode compreender meios para recepção de pelo menos um de um sinal de comutação de modo e um

signal de restaurar onde dispositivos são adaptados para uso de pelo menos um sinal recebido para controle de determinação da classe contexto.

[19] As pelo menos duas funções de densidade de probabilidade diferentes podem ser determinadas de antemão usando um conjunto representativo de dados para determinação de pelo menos duas diferentes funções de densidade de probabilidade e o mapeamento pode ser realizado usando uma tabela de procura ou uma tabela de dispersão.

Breve Descrição dos Desenhos

[20] Realizações exemplares da invenção são ilustradas nos desenhos e são explicadas em mais detalhes na descrição que se segue. As realizações exemplares são somente explicadas para elucidação da invenção, mas não limitação do escopo e espírito da invenção definidos nas reivindicações.

[21] Nas figuras:

[22] A Fig. 1 mostra exemplarmente uma realização do decodificador inventivo,

[23] A Fig. 2 mostra exemplarmente uma realização do decodificador inventivo,

[24] A Fig. 3 mostra exemplarmente uma primeira realização de um classificador de contexto para determinação de uma classe de contexto,

[25] A Fig. 4 mostra exemplarmente uma segunda realização de um classificador de contexto para determinação de uma classe de contexto,

[26] A Fig. 5a mostra exemplarmente uma primeira vizinhança de bins espectrais precedentes precedendo um bin espectral corrente a ser codificado ou a ser decodificado no modo de domínio de frequência,

[27] A Fig. 5b mostra exemplarmente uma segunda vizinhança de bins espectrais precedentes precedendo um bin espectral corrente a ser codificado ou a ser decodificado no modo de transformação de predição linear pesado,

[28] A Fig. 6a mostra exemplarmente uma terceira vizinhança de bins espectrais precedentes precedendo um bin espectral de frequência mais baixa atual a ser codificado ou a ser decodificado em modo de domínio de frequência,

[29] A Fig. 6b mostra exemplarmente uma quarta vizinhança de bins espectrais precedentes antecedendo um atual segundo bin espectral de frequência mais baixa a ser codificado ou a ser decodificado em modo de domínio de frequência,

[30] A Fig. 7a mostra exemplarmente uma quinta vizinhança bins espectrais precedentes antecedendo um atual bin espectral de frequência mais baixa a ser codificado ou a ser decodificado em modo de transformação de predição linear pesada,

[31] A Fig. 7b mostra exemplarmente uma sexta vizinhança de bins espectrais precedentes antecedendo um atual segundo bin espectral de frequência mais baixa a ser codificado ou a ser decodificado em modo de transformação de previsão linear pesada,

[32] A Fig. 7c mostra exemplarmente uma sétima vizinhança de bins espectrais precedentes antecedendo um atual terceiro bin espectral de frequência mais baixa a ser codificado ou a ser decodificado em modo de transformação de previsão linear pesada,

[33] A Fig. 7d mostra exemplarmente uma oitava vizinhança de bins espectrais precedentes antecedendo um atual terceiro bin espectral de frequência mais baixa a ser codificado ou a ser decodificado em modo de transformação de previsão linear pesada,

[34] A Fig. 8 mostra exemplarmente vizinhanças de diferentes bins espectrais a serem codificados ou a serem decodificados, o dito

diferente bin espectral sendo compreendido em um primeiro espectro a ser codificado ou a ser decodificado após iniciação de codificação / decodificação ou ocorrência de um sinal de restaurar em modo de domínio de frequência, e

[35] A Fig. 9 mostra exemplarmente ainda vizinhanças de diferentes bins espectrais a serem codificados ou a serem decodificados em modo de transformação de previsão linear pesada, o dito bin espectral diferente sendo compreendido em um segundo espectro a ser codificado ou a ser decodificado após iniciação de codificação / decodificação ou ocorrência de um sinal de restaurar em modo de transformação de previsão linear pesada.

Realizações exemplares da invenção

[36] A invenção pode ser realizada sobre qualquer dispositivo eletrônico compreendendo um dispositivo de processamento correspondentemente adaptado. Por exemplo, o dispositivo para decodificação aritmética pode ser realizado em uma televisão, um fone móvel, ou um computador pessoal, um tocador de mp3, um sistema de navegação, ou um sistema de áudio de carro. O dispositivo para codificação aritmética pode ser realizado em um telefone móvel, um computador pessoal, um sistema ativo de navegação de carro, uma câmera digital, uma câmera de vídeo digital, ou um Dictaphone, para exemplificar alguns.

[37] As realizações exemplares descritas no que se segue são relacionadas a codificação e decodificação de bins espectrais quantizados resultantes de quantização de transformada de tempo-frequência de amostras multimídias.

[38] A invenção é baseada sobre a maneira em que bins espectrais quantizados já transmitidos, por exemplo, precedendo bins espectrais quantizados antecedendo um BIN bin espectral quantizado atual em uma sequência, são usados para determinar a função densidade

de probabilidade PDF para ser usada para codificação e decodificação aritmética, respectivamente, do atual BIN bin espectral quantizado.

[39] As realizações exemplares descritas dos processos e dispositivos para codificação aritmética ou decodificação aritmética compreendem várias etapas ou meios, respectivamente, para quantização não-uniforme. Todas as etapas ou meios, respectivamente, juntas oferecem a mais alta eficiência de codificação, mas cada etapa ou meio, respectivamente, sozinha já realiza o conceito inventivo e provê vantagens com relação a latência de codificação / decodificação e/ou requisitos de memória. Por isso, a descrição detalhada deve ser construída como descrevendo realizações exemplares realizando somente uma das etapas ou meios, respectivamente, descrita assim como descrevendo realizações exemplares realizando combinações de duas ou mais das etapas ou meios descritos.

[40] Uma primeira etapa que pode, mas não precisa ser compreendida em uma realização exemplar do processo é uma etapa de comutação na qual é decidido que modo genérico de transformação deve ser usado. Por exemplo, em USAC Noiseless Coding Scheme o modo de transformação genérico pode ser tanto modo de Domínio de Frequência (FD) ou modo de Transformação de Previsão Linear pesada (wLPT). Cada modo genérico pode usar uma diferente vizinhança, isto é, uma diferente seleção de bins espectrais já codificados ou decodificados, respectivamente, para a determinação da PDF.

[41] Após isto, o contexto de um atual BIN bin espectral pode ser determinado em COCL geração de contexto em módulo. A partir do contexto determinado, uma classe contexto é determinada através de classificação de contexto onde, antes de classificação, o contexto é processado através de preferivelmente, mas não necessariamente, quantização não-uniforme NUQ1 dos bins espectrais do contexto. Classificação pode compreender estimativa de uma variância VES do

contexto e comparação de variância com pelo menos um limite. Ou, a estimativa de variância é determinada diretamente do contexto. A estimativa de variância é então usada para controle de ainda quantização NUQ2 que é preferivelmente, mas não necessariamente, não-linear.

[42] No segundo processo de codificação mostrado exemplarmente na Fig. 1, uma Função densidade de probabilidade (PDF) apropriada é determinada para codificar o atual BIN bin espectral quantizado. Para este propósito somente pode ser usada informação que também já é conhecida no lado decodificador. Ou seja, somente bins espectrais quantizados codificados ou decodificados precedentes podem ser usados. Isto é feito em bloco classificador de contexto COCL. Ali, bins espectrais precedentes selecionados definem uma vizinhança NBH que é usada para determinar a real classe contexto. A classe contexto pode ser simbolizada por um número de classe contexto. O número de classe contexto é usado para recuperar a correspondente PDF a partir de uma memória – PDF MEM1 via um mapeamento MAP, por exemplo, via uma tabela de busca ou uma tabela não significativa. A determinação da classe contexto pode depender de GMS de comutação de modo genérico que permite o uso de diferentes vizinhanças em dependência do modo selecionado. Como mencionado acima, para USAC pode haver dois modos genéricos (modo FD e modo wLPT). Se GMS de comutação de modo genérico é realizado no lado codificador, um sinal de mudança de modo ou sinal genérico corrente tem de ser compreendido na corrente de bits, de modo que também seja conhecido no decodificador. Por exemplo, no modelo referência para Unified Speech and Áudio Coding (USAC) proposto por ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 N10847, julho de 2009, Londres, UK existem WD tabela 4.4 core_mode e tabela 4.5 core_mode0/1 propostas para transmissão do modo genérico.

[43] Após determinação de uma apropriada PDF para codifica-

ção do BIN bin espectral quantizado corrente através de AEC codificador aritmético, o BIN bin espectral quantizado é alimentado para memória de vizinhança MEM2, isto é, BIN bin corrente torna-se um bin precedente. Os bins espectrais precedentes compreendidos na memória de vizinhança MEM2 podem ser usados por COCL bloco para codificação de BIN bin espectral seguinte. Durante, antes ou após memorização de BIN bin espectral corrente, dito BIN bin corrente é codificado aritmético por codificador aritmético AEC. A saída de codificador aritmético AEC é armazenada em circuito separador de bit BUF ou é escrita diretamente na corrente de bits.

[44] A corrente de bits ou o conteúdo de circuito separador BUF pode ser transmitido ou difundido via cabo ou satélite, por exemplo. Ou, bins espectrais codificados aritméticos podem ser escritos sobre um meio de armazenagem como DVD, disco rígido, disco de raio azul ou semelhantes. Memória-PDF MEM1 e memória de vizinhança MEM2 podem ser realizadas em uma única memória física.

[45] Comutador de restaurar RS pode permitir restaurar codificação ou decodificação de tempos em tempos em armações dedicadas nas quais a codificação e decodificação podem ser iniciadas sem conhecimento dos espectros precedentes, as armações dedicadas sendo conhecidas como pontos de entrada de decodificação. Se um comutador repouso RS é realizado no lado codificador, um sinal de restauração tem de ser compreendido na corrente de bits, de modo que ele também seja conhecido no decodificador. Por exemplo, no modelo referência para Unified Speech and Audio Coding (USAC) proposto por ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 N10847, julho de 2009, Londres, UK há uma `arith_reset_flag` em WD tabela 4.10 e tabela 4.14.

[46] O correspondente esquema decodificador baseado em vizinhança é mostrado exemplarmente na Fig. 2. Ela compreende blocos similares como o esquema codificador. A determinação da PDF a ser

usada para a decodificação aritmética é idêntica com o esquema codificador para garantir que em ambos, o codificador e decodificador, a PDF determinada é a mesma. A decodificação aritmética obtém bits de circuito separador de bit BUF ou diretamente atual de bits e usa PDF determinada para decodificar BIN bin espectral quantizado corrente. A seguir bin espectral quantizado decodificado é alimentado para memória de vizinhança MEM2 da determinação de bloco de número de classe contexto COCL e pode ser usado para decodificação de seguinte bin espectral.

[47] A Fig. 3 mostra exemplarmente uma primeira realização de classificador de contexto COCL para determinação de classe de contexto de detalhe.

[48] Antes de armazenagem de bin espectral quantizado corrente BIN na memória de espectros MEM2 ele pode ser quantizado não-uniformemente em bloco NUQ1. Isto tem duas vantagens: primeiro, permite uma armazenagem mais eficiente dos bins quantizados, que são usualmente valores inteiros assinalados de 16Bit. Segundo, o número de valores que cada bin quantizado pode ter é reduzido. Isto permite uma enorme redução de possíveis classes contextos no processo de determinação de classe contexto em bloco CLASS. Ainda mais, como na determinação de classe de contexto o sinal dos bins quantizados pode ser descartado, o cálculo dos valores absolutos pode ser incluído no bloco de quantização não-uniforme NUQ1. Na Tabela 1 é mostrada quantização não-uniforme exemplar como ela pode ser realizada por bloco NUQ1. No exemplo, após quantização não-uniforme três valores diferentes são possíveis para cada bin. Mas em geral, a única restrição para a quantização não-uniforme é que ela reduz o número de valores que um bin pode assumir.

Valor absoluto de bins espectrais quantizados	0	1	2	3	4	5	6	7	8	> 8
Quantização não-uniforme	0	1	2							

[49] Tabela 1 Etapa de quantização não-uniforme exemplar incluindo o cálculo de valores absolutos

[50] Os bins espectrais quantizados / mapeados não-uniformes são armazenados na memória espectral MEM2. De acordo com a seleção de modo genérico selecionada GMS, para a determinação de classe contexto CLASS para cada bin a ser codificado uma selecionada vizinhança NBH de bins espectrais é selecionada.

[51] A Fig. 5a mostra exemplarmente uma primeira vizinhança exemplar NBH de um bin espectral BIN a ser codificado ou a ser decodificado.

[52] Neste exemplo somente bins espectrais do espectro (armazão) atual ou corrente e bins espectrais de um espectro (armazão) precedente definem a vizinhança NBH. É claro, é possível usar bins espectrais de mais de um espectro antecedente como parte da vizinhança, o que resulta em maior complexidade, mas também pode oferecer uma maior eficiência de codificação no fim. Notar, a partir de espectro real somente bins já transmitidos podem ser usados para definição de vizinhança NBH, na medida em que eles também têm de ser acessíveis no decodificador. Aqui, assim como nos exemplos seguintes, a ordem de transmissão a partir de frequências baixas para altas para os bins espectrais é assumida.

[53] A vizinhança selecionada NBH é então usada como entrada no bloco de determinação de classe contexto COCL. No seguinte, primeiro a idéia genérica atrás de determinação de classe contexto e uma versão simplificada são explicadas, antes de uma realização especial ser descrita.

[54] A idéia genérica atrás de determinação de classe contexto é permitir uma estimativa confiável da variância do bin a ser codificado. Esta variância prevista, novamente, pode ser usada para obter uma estimativa da PDF do bin a ser codificado. Para estimativa de variância

não é necessário avaliar o sinal dos bins na vizinhança. Por isso o sinal já pode ser descartado na etapa de quantização antes de armazenagem na memória espectral MEM2. Uma determinação muito simples de classe contexto pode parecer como se segue: a vizinhança NBH de bin espectral BIN pode parecer como em Fig. 5a e consiste em 7 bins espectrais. Se exemplarmente a quantização não-uniforme mostrada em Tabela é usada cada bin pode ter 3 valores. Isto resulta em $3^7 = 2187$ possíveis classes contextos.

[55] Para ainda reduzir este número de possíveis classes contextos a posição relativa de cada bin na vizinhança NBH pode ser descartada. Por isso, somente o número de bins é contado, que tem o valor de 0, 1 ou 2, respectivamente, onde, a soma do número de 0-bins, o número de 1-bins e o número de 2-bins iguala o número total de bins na vizinhança, é claro. Na vizinhança NBH compreendendo n bins dos quais cada um pode tomar um de três diferentes valores existem $0,5 * (n^2 + 3 * n + 2)$ classes contextos. Por exemplo, em uma vizinhança de 7 bins existem 36 classes contextos possíveis e uma vizinhança de 6 tem 28 classes contextos possíveis.

[56] Uma determinação de classe contexto mais complexa mas ainda bem simples leva em conta que pesquisa mostrou que bin espectral do espectro precedente na mesma frequência sendo de especial importância (o bin espectral mostrado por um círculo pontilhado nas Figs. 5a, 5b, 6a, 6b, 7a, 7b, 7c, 8 e 9). Para os outros bins na vizinhança, aqueles mostrados como círculos listrados horizontalmente nas respectivas figuras, a posição relativa é menos relevante. Assim o bin na mesma frequência no espectro precedente é usado explicitamente para determinação de classe contexto, enquanto para os outros 6 bins somente o número de 0-bins, o número de 1-bins e o número de 2-bins são contados. Isto resulta em $3 \times 28 = 84$ classes de contexto possíveis. Experimentos mostraram que tal classificação de contexto é

muito eficiente para o modo FD.

[57] A determinação de classe contexto pode ser estendida através de uma estimativa de variância VES, que controla uma segunda quantização não-uniforme NUQ2. Isto permite uma melhor adaptação da geração de classe contexto COCL para uma maior faixa dinâmica da variância prevista do bin a ser codificado. O correspondente diagrama de bloco da determinação de classe contexto estendida é exemplarmente mostrada em 4.

[58] No exemplo mostrado na Fig. 4, quantização não-uniforme é separada em duas etapas das quais a etapa precedente provê quantização mais fina (bloco NUQ1) e uma etapa subsequente provê quantização mais grossa (bloco NUQ2). Isto permite adaptação da quantização a, por exemplo, variância da vizinhança. A variância da vizinhança é estimada no bloco de estimativa de variância VES onde a estimativa de variância é baseada na dita quantização mais fina precedente de bins na vizinhança NBH em bloco NUQ1. A estimativa da variância não precisa ser precisa mas pode ser muito grosseira. Por exemplo, é suficiente para aplicação USAC decidir se a soma dos valores absolutos dos bins na vizinhança NBH após a dita quantização mais fina satisfaz ou excede um limite de variância ou não, ou seja, uma comutação entre variância alta e baixa é suficiente.

[59] A quantização não-uniforme em 2-etapas pode parecer como mostrado na Tabela 2. Neste exemplo o modo variância baixa corresponde à quantização de 1-etapa mostrada na Tabela 2.

Valor absoluto de bins espectrais quantizados	0	1	2	3	4	5	6	7	8	> 8
Etapa 1 de quantização mais finas (6 valores)	0	1	2	3	4	5				
Etapa 2 quantização mais grossa (baixa variância) (3 valores)	0	1	2							
Etapa 2 quantização mais grossa (alta variância) (3 valores)	0	1	2							

[60] Tabela 2 mostra uma quantização não-uniforme de 2-etapas exemplar; a segunda ou subsequente etapa quantiza diferentemente em dependência de se variância foi estimada como sendo alta ou baixa

[61] A determinação de classe contexto final em bloco CLASSE é a mesma como na versão simplificada de Fig. 3. É possível usar diferentes determinações de classe contexto de acordo com o modo variância. Também é possível usar mais de dois modos variância, o que é claro resulta em um aumento no número de classes contextos e um aumento em complexidade.

[62] Para o primeiro bin em um espectro uma vizinhança como é mostrada na Fig. 5a ou 5b não é aplicável, porque para os primeiros bins nenhum ou nem todos bins de frequência inferior existem. Para cada destes casos especiais uma própria vizinhança pode ser definida. Ainda em uma realização, os bins não-existentes são enchidos com um valor pré-definido. Para a vizinhança exemplar dada na Fig. 5a as vizinhanças definidas para os primeiros bins a serem transmitidos em um espectro são mostradas na Fig. 6a e Fig. 6b. A idéia é expandir a vizinhança para bins de frequência maior de modo a permitir uso da mesma função de determinação de classe contexto como para o resto do espectro. Isto significa também que as mesmas classes contextos e por último as mesmas PDFs podem ser usadas. Isto pode não ser possível, se o tamanho da vizinhança é justo reduzido (é claro, isto é também uma opção).

[63] Restauração usualmente ocorre antes de um novo espectro ser codificado. Como já mencionado, isto é necessário para permitir pontos de partida dedicados para decodificação. Por exemplo, se o processo de decodificação deve iniciar a partir de uma certa armação / espectro, de fato o processo de decodificação tem de começar a partir do ponto da última restauração para sucessivamente decodificar a ar-

mação precedente até o desejado espectro de partida. Isto significa que quanto mais restaurações ocorrem, mais pontos de entrada para a decodificação existem. Entretanto, a eficiência de codificação é menor em um espectro após uma restauração.

[64] Após ocorrência de uma restauração nenhum espectro precedente é disponível para a definição de vizinhança. Isto significa que somente bins espectrais precedentes do atual espectro podem ser usados na vizinhança. Entretanto, o procedimento genérico pode não ser alterado e as mesmas “ferramentas” podem ser usadas. Novamente, os primeiros bins têm de ser tratados diferentemente como já explicado na seção prévia.

[65] Na Fig. 8 uma definição de vizinhança de restauração exemplar é mostrada. Esta definição pode ser usada em caso de restauração no modo FD de USAC.

[66] O número de adicionais classes contextos como mostrado no exemplo na Fig. 8 (usando a quantização de Tabela com finalmente 3 possíveis valores quantizados ou 6 valores se valores após a etapa 1 de quantização são usados) é como se segue: O MANUSEIO PARA O PRIMEIRO BIN ADICIONA 1 CLASSE CONTEXTO, 2º bin adiciona 6 (valor após etapa 1 de quantização é usado), 3º bin adiciona 6 e 4º bin adiciona 10 classes contextos. Se adicionalmente considerar dois modos de variância (baixa e alta) este número de classes contextos é quase dobrado (somente para o primeiro bin, onde nenhuma informação é disponível e para o segundo bin, onde o valor para o bin após etapa 1 de quantização é usado sem ser dobrado).

[67] Isto resulta neste exemplo em $1 + 6 + 2 \times 6 + 2 \times 10 = 39$ adicionais classes contextos para o manuseio das restaurações.

[68] Bloco de mapeamento MAP toma a classificação contexto determinada por bloco COCL, por exemplo, um número de classe contexto determinado, e seleciona a correspondente PDF a partir da me-

mória – PDF MEM1. Nesta etapa é possível ainda reduzir a quantidade de tamanho de memória necessária, através de uso de uma PDF única para mais de uma classe contexto. Ou seja, classes contextos que têm uma PDF similar podem usar uma PDF de união. Estas PDFs podem ser pré-definidas em uma fase de treinamento usando um conjunto de dados representativos suficientemente grande. Este treinamento pode incluir uma fase de otimização, onde classes contextos correspondendo a PDFs similares são identificadas e as correspondentes PDFs são unidas. Dependendo das estatísticas dos dados isto pode resultar em antes um número pequeno de PDFs que têm de ser armazenadas na memória. Em um experimento exemplar versão para USAC de um mapeamento de 822 classes contextos para 64 PDFs foi aplicada com sucesso.

[69] A realização desta função mapeamento MAP pode ser uma simples tabela de procura, se o número de classes contextos não é muito grande. Se o número se torna maior uma busca de tabela não significativa pode ser aplicada por razões de eficiência.

[70] Como estabelecido acima, comutador de modo genérico GMS permite comutação entre modo de domínio de frequência (FD) e modo de transformação de previsão linear pesada (wLPT). Em dependência do modo, diferentes vizinhanças podem ser usadas. As vizinhanças exemplares mostradas em Fig. 5a, Fig. 6^a e 6b e Fig. 8 foram mostradas em experimentos como suficientemente grandes para modo FD. Mas para modo wLPT, maiores vizinhanças como exemplarmente mostradas em Fig. 5b, Fig. 7a, 7b e 7c e Fig. 9 foram verificadas serem vantajosas.

[71] Ou seja, manuseio de restauração exemplar em modo wLPT é mostrado em Fig. 9. Vizinhanças exemplares em modo wLPT o bin menor, o segundo menor, o terceiro menor e o quarto menor em um espectro são mostradas em Fig. 7a, 7b, 7c e 7d, respectivamente.

E, uma vizinhança exemplar em modo wLPT para todos os outros bins em um espectro é mostrada em Fig. 5b.

[72] O número de classes contextos resultando da vizinhança exemplar mostrada na Fig. 5b é $3 \times 91 = 273$ classes contextos. O fator 3 resulta do manuseio especial do bin um na mesma frequência como aquele atualmente para ser codificado ou atualmente para ser decodificado. De acordo com a fórmula dada acima, existem $0,5 * ((12*12)+3*12+2) = 91$ combinações de número de bins com valor 2, 1 ou 0 para os 12 bins restantes na vizinhança. Em uma realização que diferencia classes contextos em dependência de se variância da vizinhança satisfaz ou excede um limite, as 273 classes contextos são dobradas.

[73] Um manuseio de restauração exemplar como mostrado na Fig. 9 também pode adicionar um número de classes contextos.

[74] Em uma realização exemplar testada que rendeu bons resultados em experimentos, existem 822 classes contextos possíveis, que são mostradas na seguinte Tabela 1.

Modo	Modo de baixa variância	Modo de alta variância
Modo FD	84	84
Modo FD após restauração	39	
Modo wLPT	273	273
Modo wLPT após restauração	69	

[75] Tabela 1 Classes contextos possíveis partidas da proposta MPEG USAC CE

[76] Em uma realização exemplar testada, estas 822 classes contextos possíveis são mapeadas sobre 64 PDFs. O mapeamento é determinado em uma fase de treinamento, como descrito acima.

[77] As 64 PDFs resultantes têm de ser armazenadas em tabelas ROM, por exemplo, em precisão de 16Bit para um codificador aritmético de ponto fixo. Aqui uma outra vantagem do esquema proposto é revelada: na corrente versão de esboço de trabalho da padronização USAC mencionada na seção de antecedentes, quádruplos (vetores

contendo 4 bins espectrais) são unidamente codificados com uma única palavra código. Isto resulta em livros de códigos muito grandes mesmo se a faixa dinâmica de cada componente no vetor é muito pequena (por exemplo, cada componente pode ter os valores [-4, ..., 3] → $8^4 = 4096$ vetores diferentes possíveis). Codificação de escalares, entretanto, permite uma alta faixa dinâmica para cada bin com um livro código muito pequeno. O livro código usado na realização exemplar testada tem 32 entradas oferecendo uma faixa dinâmica para o bin formar -15 a +15 e uma palavra código – ESC (para o caso, de o valor de um bin estar fora desta faixa). Isto significa que somente 64×32 valores de 16Bit têm de ser armazenados em tabelas ROM.

[78] Acima, um processo para codificação aritmética de um coeficiente espectral corrente usando coeficientes espectrais precedentes foi descrito onde os ditos coeficientes espectrais precedentes já são codificados e ambos, os ditos coeficientes espectrais precedentes e correntes, são compreendidos em um ou mais espectros quantizados resultantes de quantização de transformada de tempo-frequência de valores de amostra de sinal de vídeo, áudio ou fala. Em uma realização, o dito processo compreende processamento de coeficientes espectrais precedentes, usando os coeficientes espectrais precedentes processados para determinação de uma classe contexto sendo uma de pelo menos duas diferentes classes contextos, usando a classe contexto determinada e um mapeamento a partir de pelo menos duas diferentes classes contextos para pelo menos duas diferentes funções de densidade de probabilidade para determinação de função densidade de probabilidade, e codificação aritmética de coeficiente espectral corrente baseado na função densidade de probabilidade determinada onde processamento de coeficientes espectrais precedentes compreende quantização não-uniforme de coeficientes espectrais precedentes.

[79] Em uma outra realização exemplar, o dispositivo para codificação aritmética de um coeficiente espectral corrente usando coeficientes espectrais já codificados, precedentes compreende meios de processamento, primeiros meios para determinação de uma classe contexto, uma memória armazenando pelo menos duas funções de densidade de probabilidade diferentes, segundos meios para recuperação de densidade de probabilidade, e um codificador aritmético.

[80] Então, os meios de processamento são adaptados para processamento de coeficientes espectrais já codificados, precedentes através de quantização não-uniforme dos mesmos e os ditos primeiros meios são adaptados para usar o resultado de processamento para determinação de classe contexto como sendo uma de pelo menos duas diferentes classes contextos. A memória armazena pelo menos duas diferentes funções de densidade de probabilidade e um mapeamento a partir de pelo menos duas diferentes classes contextos para as pelo menos duas diferentes funções de densidade de probabilidade que permite recuperação de função densidade de probabilidade que corresponde à classe contexto determinada. Os segundos meios são adaptados para recuperação, a partir de memória, de densidade de probabilidade que corresponde à classe contexto determinada, e o codificador aritmético é adaptado para codificação aritmética do corrente coeficiente espectral baseado na função densidade de probabilidade recuperada.

[81] Existe correspondentemente uma outra realização exemplar do dispositivo para decodificação aritmética de um coeficiente espectral corrente usando coeficientes espectrais já decodificados, precedentes que compreende meios de processamento, primeiros meios para determinação de uma classe contexto, uma memória armazenando pelo menos duas diferentes funções de densidade de probabilidade, segundos meios para recuperação de densidade de probabilidade,

de, e um decodificador aritmético.

[82] Então, os meios de processamento são adaptados para processamento de coeficientes espectrais já decodificados, precedentes, através de quantização não-uniforme dos mesmos e os ditos primeiros meios são adaptados para usar o resultado de processamento para determinação de classe contexto como sendo uma de pelo menos duas classes contextos diferentes. A memória armazena pelo menos duas diferentes funções de densidade de probabilidade e um mapeamento a partir das pelo menos duas diferentes classes contextos para as pelo menos duas diferentes funções de densidade de probabilidade que permite recuperação de função densidade de probabilidade que corresponde à classe contexto determinada. Os segundos meios são adaptados para recuperação, a partir de memória, de densidade de probabilidade que corresponde à classe contexto determinada, e o decodificador aritmético é adaptado para decodificação aritmética do coeficiente espectral corrente baseado na função densidade de probabilidade recuperada.

REIVINDICAÇÕES

1. Processo para decodificação aritmética de um coeficiente espectral atual, **caracterizado pelo fato de que** compreende as etapas de:

processar coeficientes espectrais precedentes;

determinar um estado de contexto com base nos coeficientes espectrais precedentes processados, em que o estado de contexto é determinado a partir de pelo menos dois estados de contexto diferentes e em que o estado de contexto é baseado em uma soma de valores absolutos quantizados dos coeficientes espectrais precedentes processados;

determinar uma função densidade de probabilidade com base no estado de contexto e um mapeamento a partir dos pelo menos dois estados de contexto diferentes a pelo menos duas funções densidade de probabilidade diferentes, em que o mapeamento é determinado com base em uma tabela de procura ou uma tabela de dispersão; e

realizar decodificação aritmética do coeficiente espectral atual com base na função densidade de probabilidade.

2. Processo, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** o processamento dos coeficientes espectrais precedentes compreende uma primeira etapa de quantização na qual os valores absolutos dos coeficientes espectrais precedentes processados são quantizados de acordo com um primeiro esquema de quantização, uma etapa de determinação de uma variância dos valores absolutos dos coeficientes espectrais precedentes processados quantizados de acordo com o primeiro esquema de quantização, uma etapa de usar a variância determinada para selecionar um dentre pelo menos dois segundos esquemas de quantização não-linear diferentes e uma segunda etapa de quantização na qual os valores absolutos dos

coeficientes espectrais precedentes processados quantizados de acordo com o primeiro esquema de quantização são quantizado adicionalmente de acordo com um segundo esquema de quantização não-linear selecionado.

3. Processo, de acordo com a reivindicação 2, **caracterizado pelo fato de que** a etapa de determinação da variação dos valores absolutos dos coeficientes espectrais precedentes processados quantizados de acordo com o primeiro esquema de quantização compreende determinar uma soma dos valores absolutos dos coeficientes espectrais precedentes processados quantizados de acordo com o primeiro esquema de quantização e comparando a soma com pelo menos um limite.

4. Dispositivo para decodificação aritmética de um coeficiente espectral atual, **caracterizado pelo fato de que** compreende:

um processador configurado para processar os coeficientes espectrais precedentes;

um classificador de contexto configurado para determinar um estado de contexto com base nos coeficientes espectrais precedentes, em que o estado de contexto é determinado a partir de pelo menos dois estados de contexto diferentes e em que o estado de contexto é baseado em uma soma de valores absolutos quantizados dos coeficientes espectrais precedentes,

um módulo de densidade de probabilidade configurado para determinar uma função densidade de probabilidade, o módulo de densidade de probabilidade sendo adaptado para usar o estado de contexto determinado e um mapeamento de pelo menos dois estados de contexto diferentes para pelo menos duas funções densidade de probabilidade diferentes para determinar a função densidade de probabilidade, em que o mapeamento é determinado com base em uma tabela de procura ou uma tabela de dispersão; e

um decodificador aritmético configurado para decodificar aritmeticamente o coeficiente espectral atual com base na função densidade de probabilidade.

5. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 4, **caracterizado pelo fato de que** o processador está configurado para processar os coeficientes espectrais precedentes quantizando valores absolutos dos coeficientes espectrais precedentes de acordo com um primeiro esquema de quantização, determinar uma variância dos valores absolutos dos coeficientes espectrais precedentes quantizados de acordo com o primeiro esquema de quantização, usar uma variação determinada para selecionar um dos pelo menos dois esquemas de segunda quantização não-linear diferentes e quantizar ainda mais os valores absolutos dos coeficientes espectrais precedentes quantizados de acordo com o primeiro esquema de quantização de acordo com um segundo esquema de quantização não-linear selecionado.

6. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 5, **caracterizado pelo fato de que** o processador está configurado para determinar a variância dos valores absolutos dos coeficientes espectrais precedentes quantizados de acordo com o primeiro esquema de quantização, determinar uma soma dos valores absolutos dos coeficientes espectrais precedentes quantizados de acordo com o primeiro esquema de quantização e comparar a soma determinada com pelo menos um limite.

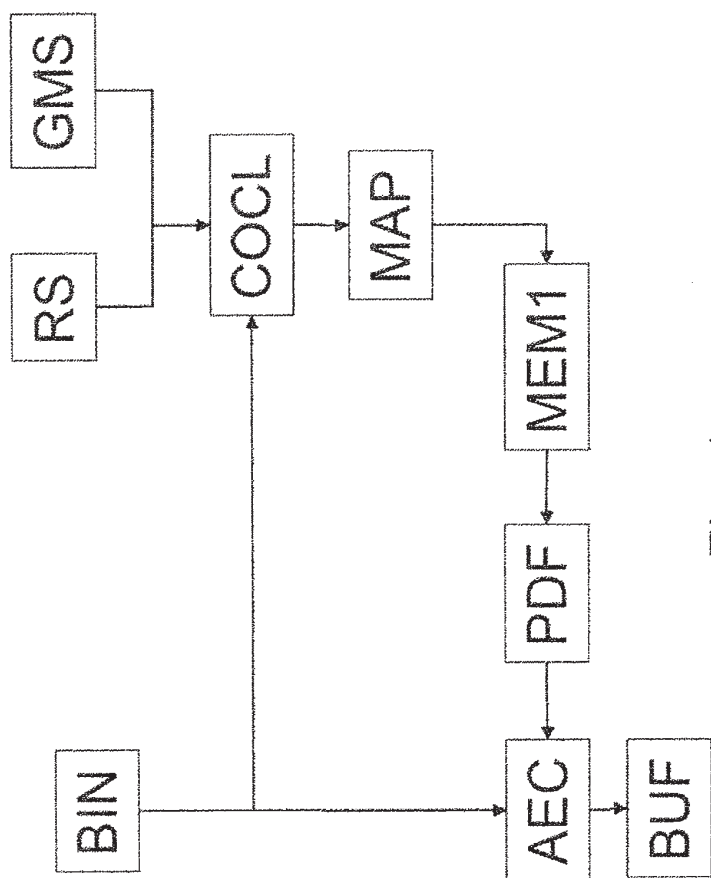


Fig. 1

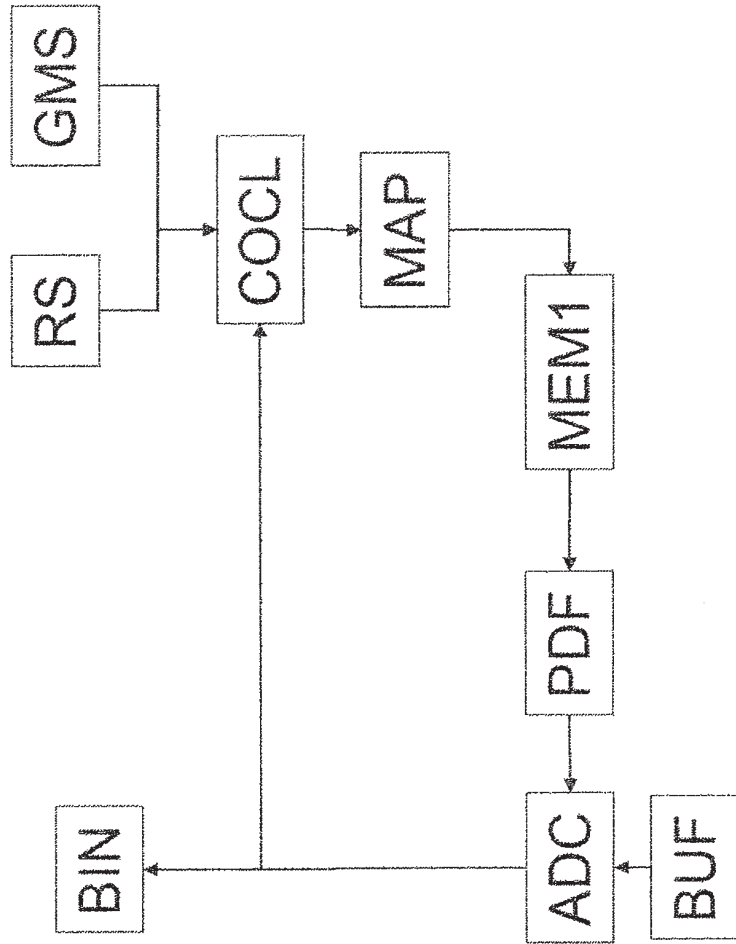


Fig. 2

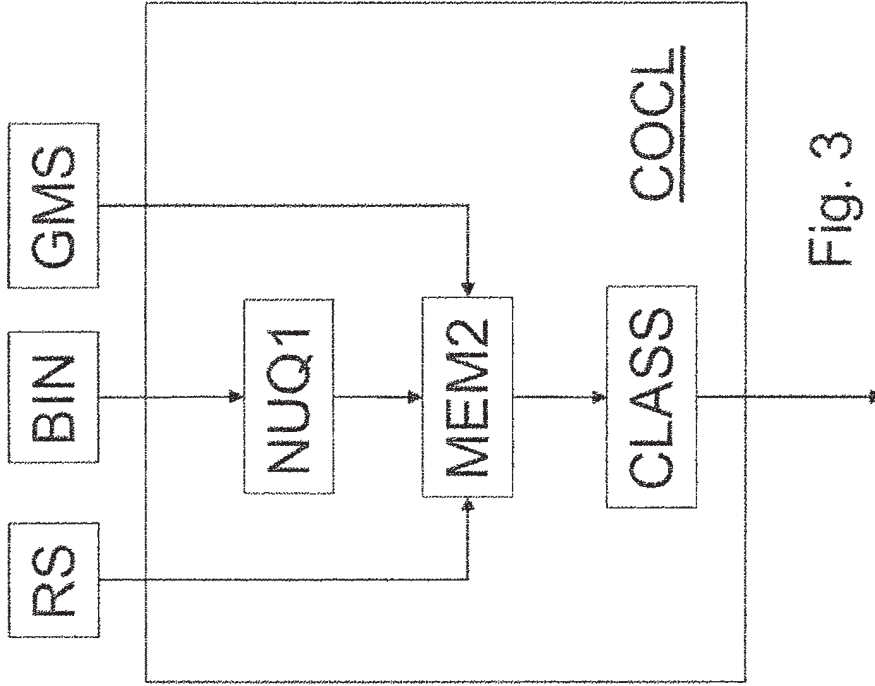


Fig. 3

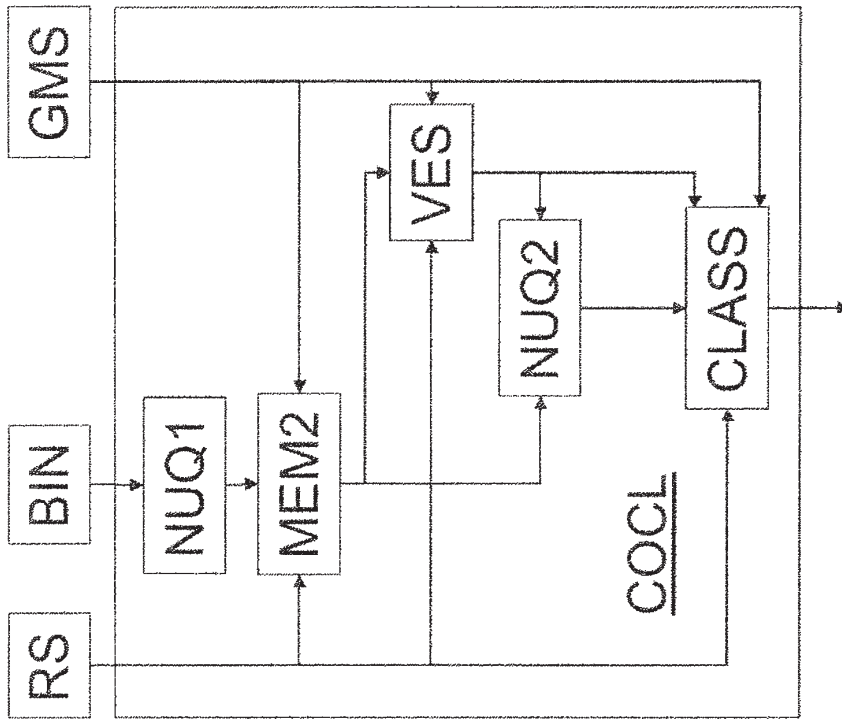


Fig. 4

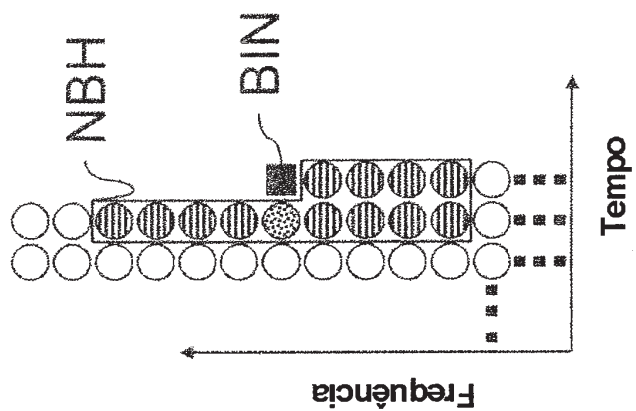


Fig. 5b

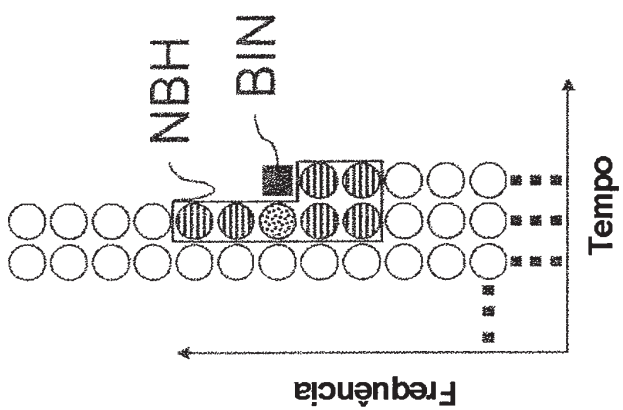


Fig. 5a

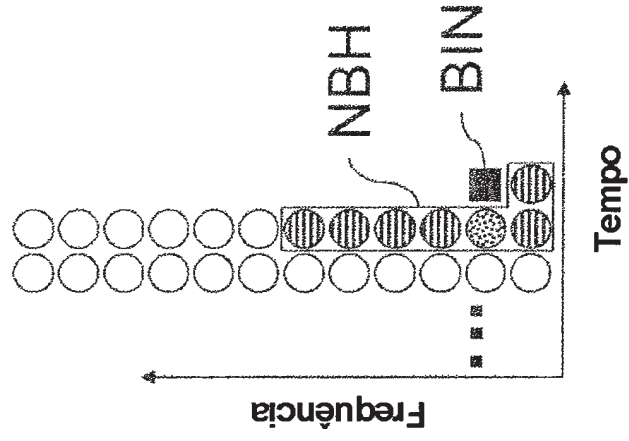


Fig. 6b

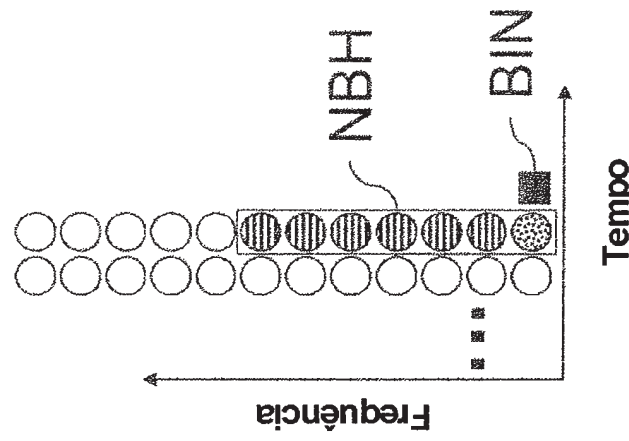


Fig. 6a

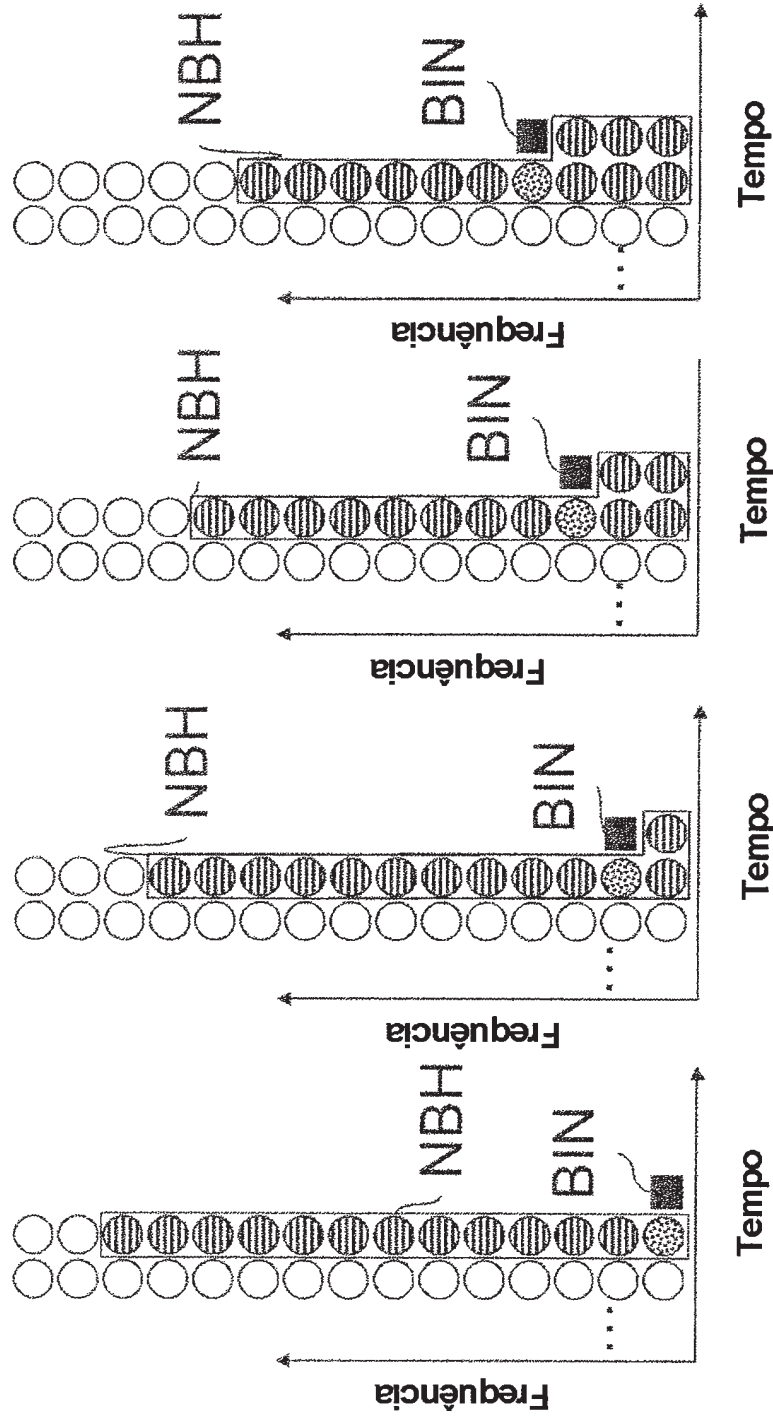


Fig. 7c

Fig. 7c

Fig. 7b

Fig. 7a

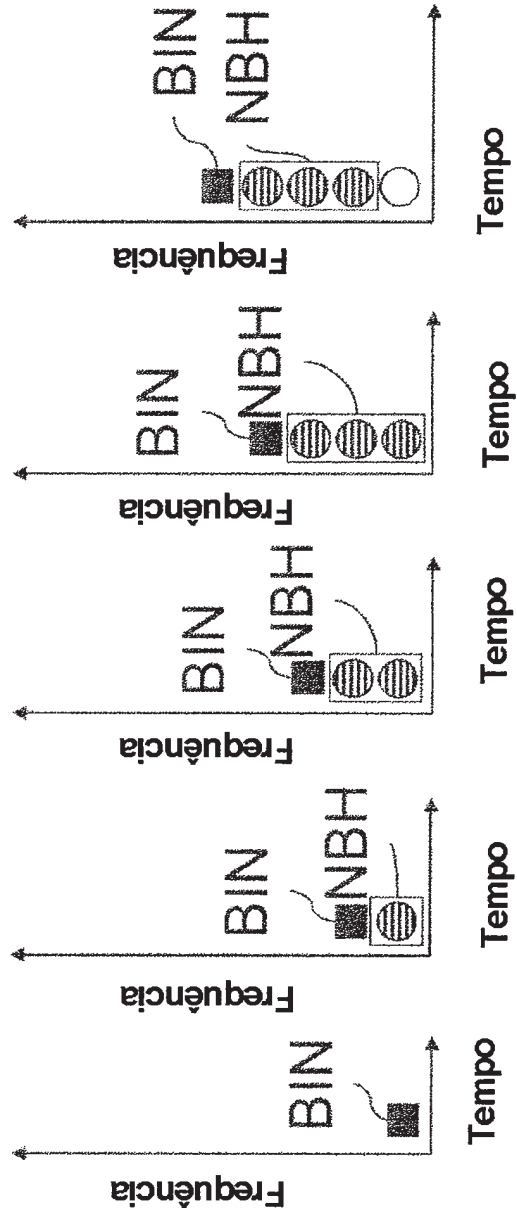


Fig. 8

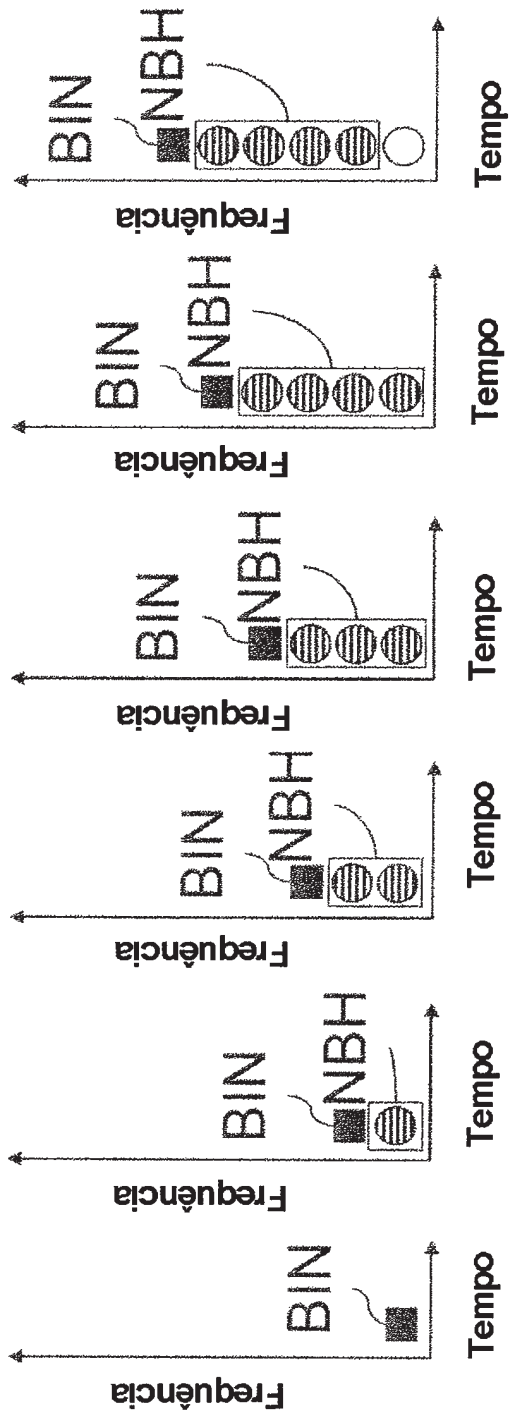


Fig. 9