



**REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL**  
MINISTÉRIO DA ECONOMIA  
**INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL**

CARTA PATENTE Nº BR 112015029031-0

O INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL concede a presente PATENTE DE INVENÇÃO, que outorga ao seu titular a propriedade da invenção caracterizada neste título, em todo o território nacional, garantindo os direitos dela decorrentes, previstos na legislação em vigor.

**(21) Número do Depósito:** BR 112015029031-0

**(22) Data do Depósito:** 23/05/2014

**(43) Data da Publicação Nacional:** 25/07/2017

**(51) Classificação Internacional:** G10L 19/00; H03M 7/30; G10L 19/008; G10L 19/032.

**(30) Prioridade Unionista:** US 61/827,264 de 24/05/2013.

**(54) Título:** MÉTODO E CODIFICADOR PARA CODIFICAR UM VETOR DE PARÂMETROS EM UM SISTEMA DE CODIFICAÇÃO DE ÁUDIO, MÉTODO E DECODIFICADOR PARA DECODIFICAR UM VETOR DE SÍMBOLOS CODIFICADOS POR ENTROPIA EM UM SISTEMA DE DECODIFICAÇÃO DE ÁUDIO, E MEIO DE ARMAZENAMENTO LEGÍVEL POR COMPUTADOR

**(73) Titular:** DOLBY INTERNATIONAL AB, Pessoa Jurídica. Endereço: Apollo Building, 3E, Herikerbergweg 1-35, NL-1101 CN Amsterdam, HOLANDA(NL)

**(72) Inventor:** LEIF JONAS SAMUELSSON; HEIKO PURNHAGEN.

**(87) Publicação PCT:** WO 2014/187988 de 27/11/2014

**Prazo de Validade:** 20 (vinte) anos contados a partir de 23/05/2014, observadas as condições legais

**Expedida em:** 23/02/2021

Assinado digitalmente por:

**Liane Elizabeth Caldeira Lage**

Diretora de Patentes, Programas de Computador e Topografias de Circuitos Integrados

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**MÉTODO E CODIFICADOR PARA CODIFICAR UM VETOR DE PARÂMETROS EM UM SISTEMA DE CODIFICAÇÃO DE ÁUDIO, MÉTODO E DECODIFICADOR PARA DECODIFICAR UM VETOR DE SÍMBOLOS CODIFICADOS POR ENTROPIA EM UM SISTEMA DE DECODIFICAÇÃO DE ÁUDIO, E MEIO DE ARMAZENAMENTO LEGÍVEL POR COMPUTADOR**".

Referência Cruzada a Pedidos Relacionados

[001] O presente pedido reivindica o benefício da data de depósito do Pedido de Patente Provisório Nº 61/827.264, depositado em 24 de maio de 2013, aqui incorporado através de referência.

Campo Técnico

[002] A presente descrição se refere, de um modo geral, à codificação de áudio. Em particular refere-se à codificação e à decodificação de um vetor de parâmetros em um sistema de codificação de áudio. A descrição se refere ainda a um método e a um aparelho para reconstruir um objeto de áudio em um sistema de decodificação de áudio.

Técnica Anterior

[003] Em sistemas de áudio convencionais, é empregada uma abordagem baseada em canal. Cada canal pode, por exemplo, representar o conteúdo de um alto-falante ou um conjunto de alto-falantes. Possíveis esquemas de codificação para tais sistemas incluem codificação de canais múltiplos distintos ou codificação paramétrico, como MPEG Surround.

[004] Mais recentemente, foi desenvolvida uma nova abordagem. Esta abordagem é baseada em objeto. No sistema que emprega a abordagem baseada em objeto, uma cena de áudio tridimensional é representada por objetos de áudio com seus metadados posicionais associados. Esses objetos de áudio se movem na cena de áudio tridimensional durante a reprodução do sinal de áudio. O sistema pode

ainda incluir os chamados canais de leito, que podem ser descritos como objetos de áudio estacionários que são mapeadas diretamente para as posições dos alto-falantes de, por exemplo, um sistema de áudio convencional, tal como descrito acima.

[005] Um problema que pode surgir em um sistema de áudio baseado em objetos é como codificar e decodificar eficientemente o sinal de áudio e preservar a qualidade do sinal codificado. Um esquema de codificação possível inclui, em um lado do codificador, a criação de um sinal de *downmix* compreendendo um número de canais de objetos de áudio e canais de leito, e informação de lado que permite a recriação dos objetos de áudio e canais de leito em um lado do decodificador.

[006] MPEG Spatial Audio Object Coding (MPEG SAOC) descreve um sistema para codificação paramétrica, c.f. matriz *upmix*, descrevendo as propriedades dos objetos por meio de parâmetros, tais como a diferença de nível e a correlação cruzada dos objetos. Esses parâmetros são usados para controle da recriação dos objetos de áudio em um lado do decodificador. Este processo pode ser matematicamente complexo e, muitas vezes tem de confiar em suposições sobre as propriedades dos objetos de áudio que não são explicitamente descritos pelos parâmetros. O método apresentado em MPEG SAOC pode reduzir a taxa de bits necessária para um sistema de áudio baseado em objetos, mas outros aperfeiçoamentos podem ser necessários para aumentar ainda mais a eficiência e a qualidade, como descrito acima.

#### Breve Descrição dos Desenhos

[007] Modalidades exemplificativas serão agora descritas com referência aos desenhos anexos, em que:

[008] A Figura 1 é um diagrama em blocos generalizado de um sistema de codificação de áudio de acordo com uma modalidade exemplificativa;

[009] A Figura 2 é um diagrama em blocos generalizado de um

codificador de matriz esparsa exemplificativo mostrado na figura 1;

[0010] A Figura 3 mostra um exemplo de distribuição de probabilidade para um primeiro elemento de um vetor de parâmetros correspondente a um elemento de uma matriz *upmix* determinado pelo sistema de codificação áudio da Figura 1;

[0011] A Figura 4 mostra uma distribuição de probabilidade exemplificativa para pelo menos um segundo elemento codificado de diferencial de módulo em um vetor de parâmetros correspondente a um elemento em uma matriz *upmix* determinado pelo sistema de codificação áudio da Figura 1;

[0012] A Figura 5 é um diagrama em blocos generalizado de um sistema de decodificação de áudio de acordo com uma modalidade de exemplo;

[0013] A Figura 6 é um diagrama em blocos generalizado de um decodificador de matriz *upmix* um mostrado na figura 5;

[0014] A Figura 7 descreve um método de codificação para os segundos elementos em um vetor de parâmetros correspondentes a um elemento de uma matriz *upmix* determinada pelo sistema de codificação áudio da Figura 1;

[0015] A Figura 8 descreve um método de codificação para um primeiro elemento de um vetor de parâmetros correspondente a um elemento de uma matriz *upmix* determinada pelo sistema de codificação de áudio da Figura 1;

[0016] A Figura 9 descreve as partes do método de codificação da figura 7, para os segundos elementos em um vetor de parâmetros exemplificativos;

[0017] A figura 10 descreve as partes do método de codificação da figura 8 para o primeiro elemento em um vetor de parâmetros;

[0018] A Figura 11 é um diagrama em blocos generalizado de um segundo codificador de matriz *upmix* exemplificativo mostrado

na figura 1;

[0019] A Figura 12 é um diagrama em blocos generalizado de um sistema de decodificação de áudio de acordo com uma modalidade exemplificativa;

[0020] A Figura 13 descreve um método de codificação para a codificação esparsa de uma fileira de uma matriz upmix;

[0021] A Figura 14 descreve partes do método de codificação da Figura 10 para uma fileira exemplificativa de uma matriz upmix;

[0022] A Figura 15 descreve partes do método de codificação da Figura 10 para uma fileira exemplificativa de uma matriz upmix.

[0023] Todas as figuras são esquemáticas e geralmente só mostram as partes que são necessárias a fim de elucidar a descrição, enquanto que outras partes podem ser omitidas ou apenas sugeridas. A menos que indicado de outra forma, os mesmos números de referência referem-se às partes semelhantes em figuras diferentes.

#### Descrição Detalhada

[0024] Em vista do acima, é um objetivo proporcionar codificadores e decodificadores e métodos associados, que proporcionam eficiência e qualidade aumentadas do sinal de áudio codificado.

#### I. Visão Geral – Codificador

[0025] De acordo com um primeiro aspecto, modalidades de exemplo propõem métodos de codificação, codificadores e produtos de programa de computador para codificação. Os métodos propostos, codificadores e produtos de programa de computador podem, em geral, ter os mesmos recursos e vantagens.

[0026] De acordo com modalidades exemplificativas, é proporcionado um método para a codificação de um vetor de parâmetros em um sistema de codificação de áudio, cada parâmetro correspondente a uma quantidade não periódica, o vetor que tem um primeiro elemento e pelo menos um segundo elemento, o método compreendendo: re-

apresentação de cada parâmetro no vetor por um valor de índice que pode assumir os valores de  $N$ ; associação de cada um dos, pelo menos, segundos elementos com um símbolo, o símbolo sendo calculado por: cálculo de uma diferença entre o valor de índice do segundo elemento e o valor do índice do seu elemento precedente no vetor; aplicação do Módulo  $N$  à diferença. O método compreende ainda a etapa de codificação de cada um de pelo menos um segundo elemento através de codificação por entropia do símbolo associado com o pelo menos um segundo elemento com base em uma tabela de probabilidades compreendendo probabilidades dos símbolos.

[0027] Uma vantagem deste método é que o número de possíveis símbolos é reduzido em aproximadamente um fator de dois em comparação com as estratégias convencionais de codificação de diferença onde o módulo  $N$  não é aplicado à diferença. Por conseguinte, o tamanho da tabela de probabilidades é reduzido em aproximadamente um fator de dois. Como resultado, menos memória é necessária para armazenar a tabela de probabilidades e, uma vez que a tabela de probabilidades, muitas vezes é armazenado na memória dispendiosa no codificador, o codificador pode, deste modo, ser feito mais econômico. Além disso, a velocidade na procura do símbolo na tabela de probabilidades pode ser aumentada. Uma outra vantagem é que a eficiência de codificação pode aumentar uma vez que todos os símbolos na tabela de probabilidades são possíveis candidatos a serem associados a um segundo elemento específico. Isso pode ser comparado com as estratégias convencionais de codificação de diferença em que apenas cerca de metade dos símbolos na tabela de probabilidades são candidatos a ser associada com um segundo elemento específico.

[0028] De acordo com modalidades, o método compreende ainda a associação do primeiro elemento no vetor com um símbolo, sendo o símbolo calculado por: mudança do valor de índice que representa o

primeiro elemento no vetor por um valor de compensação; aplicação do Módulo N ao valor do índice compensado. O método compreende ainda a etapa de codificação do primeiro elemento de codificação através de entropia do símbolo associado com o primeiro elemento utilizando a mesma tabela de probabilidades utilizada para codificar o pelo menos um segundo elemento.

[0029] Esta modalidade utiliza o fato de que a distribuição de probabilidades do valor de índice do primeiro elemento e a distribuição de probabilidades dos símbolos de pelo menos um segundo elemento são semelhantes, embora sendo deslocadas em relação uma à outra por um valor de compensação. Como uma consequência, a mesma tabela de probabilidades pode ser utilizada para o primeiro elemento no vetor, em vez de uma tabela de probabilidades dedicada. Isto pode resultar em requisitos de memória reduzida e um codificador mais barato de acordo com o acima. De acordo com uma modalidade, o valor de compensação é igual à diferença entre um valor de índice mais provável para o primeiro elemento e o símbolo mais provável para o pelo menos um segundo elemento na tabela de probabilidades. Isto significa que os picos das distribuições de probabilidades estão alinhados. Por conseguinte, substancialmente a mesma eficiência de codificação é mantida para o primeiro elemento comparado, se uma tabela de probabilidades dedicada para o primeiro elemento é usada.

[0030] De acordo com modalidades, o primeiro elemento e o pelo menos um segundo elemento do vetor de parâmetros correspondem a bandas de frequências diferentes usadas no sistema de codificação de áudio em um período de tempo específico. Isto significa que os dados correspondentes a uma pluralidade de bandas de frequência podem ser codificados na mesma operação. Por exemplo, o vetor de parâmetros pode corresponder a uma upmix ou coeficiente de reconstrução, que varia ao longo de uma pluralidade de bandas de frequência.

[0031] De acordo com uma modalidade, o primeiro elemento e o pelo menos um segundo elemento de vetor de parâmetros correspondem a diferentes intervalos de tempo utilizados no sistema de codificação de áudio em uma banda de frequência específica. Isto significa que os dados correspondentes a uma pluralidade de intervalos de tempo podem ser codificados na mesma operação. Por exemplo, o vetor de parâmetros pode corresponder a uma *upmix* ou coeficiente de reconstrução, que varia através de uma pluralidade de quadros de tempo.

[0032] De acordo com uma modalidade, a tabela de probabilidades é traduzida para uma tabela de codificação Huffman, em que o símbolo associado com um elemento no vetor é utilizado como um índice da tabela de codificação, e em que a etapa de codificação compreende a codificação de cada um de pelo menos um segundo elemento, através da representação do segundo elemento com uma palavra de código no livro de códigos que é indexada pelo índice da tabela de codificação associado com o segundo elemento. Ao utilizar o símbolo como um índice da tabela de codificação, a velocidade de procura da palavra de código para representar o elemento pode ser aumentada.

[0033] De acordo com modalidades, a etapa de codificação compreende a codificação do primeiro elemento no vetor utilizando o mesmo livro de códigos de Huffman que é usado para codificar o pelo menos um segundo elemento, representando o primeiro elemento com uma palavra de código no livro de códigos de Huffman que é indexada pelo índice do livro de códigos relacionado com o primeiro elemento. Por conseguinte, apenas uma tabela de codificação de Huffman precisa ser armazenada na memória do codificador, o que pode levar a um codificador mais econômico de acordo com o acima.

[0034] De acordo com uma outra modalidade, o vetor de parâme-



tros corresponde a um elemento de uma matriz upmix determinada pelo sistema de codificação de áudio. Isto pode diminuir a taxa de bits necessária em um sistema de codificação / decodificação de áudio uma vez que a matriz pode ser eficientemente codificada.

[0035] De acordo com modalidades exemplificativas, é proporcionado um meio legível por computador que compreende instruções de código de computador adaptado para executar qualquer método do primeiro aspecto quando executado em um dispositivo que tem a capacidade de processamento.

[0036] De acordo com modalidades exemplificativas, é proporcionado um codificador para codificar um vetor de parâmetros em um sistema de codificação de áudio, cada parâmetro correspondendo a uma quantidade não periódica, o vetor que tem um primeiro elemento e pelo menos um segundo elemento, o codificador compreendendo: um componente de recebimento adaptado para receber o vetor; um componente de indexação adaptado para representar cada parâmetro no vetor por um valor de índice que pode assumir valores de  $N$ ; um componente de associação adaptado para associar cada um de pelo menos um segundo elemento com um símbolo, sendo o símbolo calculado por: cálculo de uma diferença entre o valor de índice do segundo elemento e o valor de índice do seu elemento anterior no vetor; aplicação do Módulo  $N$  à diferença. O codificador compreende adicionalmente um componente de codificação para codificar cada um dos pelo menos um segundo elemento através de codificação por entropia do símbolo associado com o pelo menos um segundo elemento com base em uma tabela de probabilidades compreendendo probabilidades dos símbolos.

## II. Visão Geral – Decodificador

[0037] De acordo com um segundo aspecto, as modalidades exemplificativas propõem métodos de decodificação, decodificadores,

e produtos de programa de computador para decodificação. Os métodos propostos, decodificadores e produtos de programa de computador podem geralmente ter as mesmas características e vantagens.

[0038] Vantagens relacionadas, características e configurações, conforme apresentado na visão geral do codificador acima podem geralmente ser válidas para os recursos correspondentes e configurações para o decodificador.

[0039] De acordo com as modalidades exemplificativas, é proporcionado um método para decodificar um vetor de símbolos codificados por entropia em um sistema de decodificação de áudio em um vetor de parâmetros relacionados com uma quantidade não periódica, o vetor de símbolos codificados por entropia, compreendendo um primeiro símbolo codificado por entropia e pelo menos um segundo símbolo codificado por entropia e o vetor de parâmetros compreendendo um primeiro elemento e pelo menos um segundo elemento, o método compreendendo: representação de cada símbolo codificado por entropia no vetor de símbolos codificados por entropia por um símbolo que pode tomar os valores inteiros de N, utilizando uma tabela de probabilidades; associação do primeiro símbolo codificado por entropia com um valor de índice; associação de cada um de pelo menos um segundo símbolo codificado por entropia com um valor de índice, o valor de índice de pelo menos um segundo símbolo codificado por entropia sendo calculado por: cálculo da soma do valor de índice associado com o símbolo codificado por entropia que precede o segundo símbolo codificado por entropia no vetor de símbolos codificados por entropia e o símbolo representando o segundo símbolo codificado por entropia; aplicação do Módulo N à soma. O método compreende ainda a etapa de representação de pelo menos um segundo elemento do vetor de parâmetros, por um valor de parâmetro correspondente ao valor de índice associado com pelo menos um segundo símbolo codificado por entropia.

[0040] De acordo com modalidades exemplificativas, a etapa de representação de cada símbolo codificado por entropia no vetor de símbolos codificados por entropia por um símbolo é realizada utilizando a mesma tabela de probabilidades para todos os símbolos codificados por entropia no vetor de símbolos codificados por entropia, em que o valor de índice associado com o primeiro símbolo codificado por entropia é calculado por: mudança do símbolo que representa o primeiro símbolo codificado por entropia no vetor de símbolos codificados por entropia por um valor de compensação; aplicação do Módulo N ao símbolo deslocado. O método compreendendo ainda a etapa de: representação do primeiro elemento do vetor de parâmetros por um valor do parâmetro correspondente ao valor de índice associado com o primeiro símbolo codificado por entropia.

[0041] De acordo com uma modalidade, a tabela de probabilidades é traduzida para um livro de códigos de Huffman e cada símbolo codificado por entropia corresponde a uma palavra de código no livro de códigos Huffman.

[0042] De acordo com outras modalidades, cada palavra de código no livro de códigos Huffman está associada com um índice do livro de códigos, e a etapa de representação de cada símbolo codificado por entropia no vetor de símbolos codificados por entropia por um símbolo compreende a representação do símbolo codificado por entropia pelo índice do livro de códigos que está sendo associado com a palavra de código que corresponde ao símbolo codificado por entropia.

[0043] De acordo com modalidades, cada símbolo codificado por entropia no vetor de símbolos codificados por entropia corresponde a diferentes bandas de frequências usadas no sistema de decodificação de áudio em intervalo de tempo específico.

[0044] De acordo com uma modalidade, cada símbolo codificado por entropia no vetor de símbolos codificados por entropia correspon-

de a diferentes intervalos de tempo usados no sistema de decodificação de áudio em uma banda de frequências específica.

[0045] De acordo com as modalidades, o vetor de parâmetros corresponde a um elemento de uma matriz upmix utilizada pelo sistema de decodificação de áudio.

[0046] De acordo com as modalidades exemplificativas, é proporcionado um meio legível por computador compreendendo instruções de código de computador adaptadas para realizar qualquer método do segundo aspecto quando executado em um dispositivo que tem capacidade de processamento.

[0047] De acordo com as modalidades exemplificativas, é fornecido um decodificador para decodificar um vetor de símbolos codificados por entropia em um sistema de decodificação de áudio em um vetor de parâmetros relativos a uma quantidade não periódica, o vetor de símbolos codificados por entropia compreende um primeiro símbolo codificado por entropia e pelo menos um segundo símbolo codificado por entropia e o vetor de parâmetros compreendendo um primeiro elemento e pelo menos um segundo elemento, o decodificador compreendendo: um componente de recebimento, configurado para receber o vetor de símbolos codificados por entropia; um componente de indexação configurado para representar cada símbolo codificado por entropia no vetor de símbolos codificados por entropia por um símbolo que pode tomar os valores inteiros de  $N$ , utilizando uma tabela de probabilidades; um componente de associação configurado para associar o primeiro símbolo codificado por entropia com um valor de índice; o componente de associação ainda configurado para associar cada um dos pelo menos um segundo símbolo codificado por entropia com um valor de índice, o valor de índice de pelo menos um segundo símbolo codificado por entropia sendo calculado por: cálculo da soma do valor de índice associado com o símbolo codificado por entropia que precede o segundo símbolo

codificado por entropia no vetor de símbolos codificados por entropia e o símbolo representando o segundo símbolo codificado por entropia; aplicação do Módulo N à soma. O decodificador compreende ainda um componente de decodificação configurado para representar o pelo menos um segundo elemento do vetor de parâmetros, por um valor de parâmetro correspondente ao valor de índice associado com o pelo menos um segundo símbolo codificado por entropia.

### III. Visão Geral- Codificador de Matriz Esparsa

[0048] De acordo com um terceiro aspecto, modalidades exemplificativas propõem métodos de codificação, codificadores e produtos de programa de computador para codificação. Os métodos, codificadores e produtos de programa de computador podem ter, em geral, os mesmos recursos e vantagens.

[0049] De acordo com as modalidades exemplificativas, é proporcionado um método para a codificação de uma matriz upmix em um sistema de codificação de áudio, cada linha da matriz upmix compreendendo elementos M, permitindo a reconstrução de uma “telha” de tempo / frequência de um objeto de áudio de um sinal downmix compreendendo canais M, o método compreendendo: para cada linha na matriz upmix: seleção de um subconjunto de elementos dos elementos M da linha na matriz upmix; representando cada elemento no subconjunto selecionado dos elementos por um valor e uma posição na matriz upmix; que codifica o valor e a posição na matriz upmix de cada elemento no subconjunto selecionado dos elementos.

[0050] Tal como aqui utilizado, o termo *signal de downmix compreendendo M canais* quer dizer, um sinal que compreende M sinais ou canais, em que cada um dos canais é uma combinação de uma pluralidade de objetos de áudio, incluindo os objetos de áudio a serem reconstruídos. O número de canais, tipicamente, é maior do que um e, em muitos casos, o número de canais é de cinco ou mais.

[0051] Tal como aqui utilizado, o termo matriz upmix refere-se a uma matriz tendo N filas e M colunas o que permite que os objetos de áudio N sejam reconstruídos a partir de um sinal downmix compreendendo M canais. Os elementos de cada linha da matriz upmix correspondem a um objeto de áudio, e fornecem coeficientes a serem multiplicados com os M canais de downmix da M a fim de reconstruir o objeto de áudio.

[0052] Tal como aqui utilizado, uma posição na matriz upmix geralmente significa uma linha e um índice de coluna que indica a linha e a coluna do elemento de matriz. O termo posição também pode significar um índice de coluna em uma determinada linha da matriz upmix.

[0053] Em alguns casos, o envio de todos os elementos de uma matriz upmix por tile de tempo / frequência requer uma taxa indesejavelmente elevada taxa de bits em um sistema de codificação / decodificação de áudio. Uma vantagem do método é que apenas um subconjunto dos elementos da matriz upmix precisa ser codificado e transmitido para um decodificador. Isto pode diminuir a taxa de bits requerida de um sistema de codificação / decodificação de áudio desde que menos dados sejam transmitidos e os dados podem ser codificados de forma mais eficiente.

[0054] Sistemas de codificação / decodificação de áudio, tipicamente, dividem o espaço tempo-frequência em tiles de tempo / frequência, por exemplo, pela aplicação de bancos de filtros adequados para os sinais de áudio de entrada. Por um tile de tempo / frequência geralmente se quer dizer uma porção do espaço tempo-frequência que corresponde a um intervalo de tempo e uma sub-banda de frequências. O intervalo de tempo, tipicamente, pode corresponder à duração de um período de tempo utilizado no sistema de áudio codificação / decodificação de áudio. A sub-banda de frequências pode, tipicamente, corresponder a uma ou várias sub-bandas de frequência vizinha

definidas pelo banco de filtros utilizado no sistema de codificação / decodificação. No caso, a sub-banda de frequência corresponde a várias sub-bandas de frequências vizinhas definidas pelo banco de filtros, isto permite ter sub-bandas de frequência não uniformes no processo de decodificação do sinal de áudio, por exemplo, subfaixas de frequências mais largas para frequências mais elevadas do sinal de áudio. Em um caso de banda larga, onde o sistema de codificação / decodificação de áudio opera em toda a gama de frequências, a sub-banda de tile tempo / frequência pode corresponder a toda a gama de frequências. O método acima descreve as etapas de codificação para codificar uma matriz upmix em um sistema de codificação de áudio para permitir a reconstrução de um objeto de áudio durante um tile tempo / frequência. No entanto, é para ser entendido que o método pode ser repetido para cada tile tempo/ frequência do sistema de codificação / decodificação de áudio. Também deve ser entendido que vários tiles de tempo / frequência podem ser codificados em simultâneo. Tipicamente, tiles de tempo / frequência vizinhos podem sobrepor-se um pouco com o tempo e / ou frequência. Por exemplo, uma sobreposição no tempo pode ser equivalente a uma interpolação linear dos elementos da matriz de reconstrução no tempo, ou seja, a partir de um intervalo de tempo até o próximo. No entanto, esta descrição tem por alvo outras partes do sistema de codificação / decodificação e qualquer sobreposição no tempo e / ou frequência entre tiles tempo / frequência vizinhos é deixada para o habilitado implementar.

[0055] De acordo com modalidades, para cada linha da matriz upmix, as posições na matriz upmix do subconjunto selecionado de elementos variam entre uma pluralidade de faixas de frequência e / ou através de uma pluralidade de intervalos de tempo. Por conseguinte, a seleção dos elementos pode depender da tile tempo / frequência particular, de modo que diferentes elementos podem ser selecionados para

diferentes tiles de tempo / frequência. Isto proporciona um método de codificação mais flexível o que aumenta a qualidade do sinal codificado.

[0056] De acordo com as modalidades, o subconjunto selecionado de elementos compreende o mesmo número de elementos para cada linha da matriz *upmix*. Em outras modalidades, o número de elementos selecionados pode ser exatamente um. Isso reduz a complexidade do codificador. uma vez que o algoritmo precisa apenas selecionar o mesmo número de elementos para cada linha, isto é, os elementos que são mais importantes quando realizando uma *upmix* em um lado de decodificador.

[0057] De acordo com modalidades, para cada linha na matriz *upmix* e para uma pluralidade de bandas de frequência ou uma pluralidade de intervalos de tempo, os valores dos elementos dos subconjuntos selecionados de elementos formam um ou mais vetores de parâmetros, cada parâmetro no vetor de parâmetros correspondendo a uma da pluralidade de bandas de frequências ou da pluralidade de intervalos de tempo e em que um ou mais dos vetores de parâmetros são codificados usando o método de acordo com o primeiro aspecto. Em outras palavras, os valores dos elementos selecionados podem ser codificados eficientemente. Vantagens referentes aos recursos e às configurações como apresentado na visão geral do primeiro aspecto acima podem ser válidas, em geral, para esta modalidade.

[0058] De acordo com modalidades, para cada linha da matriz *upmix* e para uma pluralidade de bandas de frequência ou de uma pluralidade de intervalos de tempo, as posições dos elementos dos subconjuntos selecionados de elementos formam um ou mais vetor de parâmetros, cada parâmetro no vetor de parâmetros correspondendo a uma da pluralidade de bandas de frequência ou pluralidade de quadros de tempo, em que o um ou mais vetor de parâmetros são codificados utilizando o método de acordo com o primeiro aspecto. Em ou-



tras palavras, as posições dos elementos selecionados podem ser eficientemente codificadas. Vantagens referentes aos recursos e às configurações como apresentado na visão geral do primeiro aspecto acima podem ser válidas, em geral, para esta modalidade.

[0059] De acordo com as modalidades exemplificativas, é proporcionado um meio legível por computador que compreende instruções de código de computador adaptadas para executar qualquer método do terceiro aspecto, quando executado em um dispositivo que tem a capacidade de processamento.

[0060] De acordo com as modalidades exemplificativas, é proporcionado um codificador para codificar uma matriz upmix em um sistema de codificação de áudio, cada linha da matriz upmix compreendendo M elementos, permitindo a reconstrução de uma tile tempo / frequência de um de um objeto de áudio de um sinal downmix compreendendo M canais, o codificador compreendendo: um componente de recebimento adaptado para receber cada linha na matriz upmix; um componente de seleção, adaptado para selecionar um subconjunto dos elementos dos M elementos da linha na matriz upmix; um componente de codificação adaptado para representar cada elemento do subconjunto selecionado dos elementos por um valor e uma posição na matriz upmix, um componente de codificação ainda adaptado para codificar o valor e a posição na matriz upmix de cada elemento no subconjunto selecionado de elementos.

#### IV. Visão Geral – Decodificador de Matriz Esparsa

[0061] De acordo com um quarto aspecto, modalidades exemplificativas propõem métodos de decodificação, decodificadores e produtos de programas de computador para decodificação. Os métodos propostos, decodificadores e produtos de programas de computador podem ter, geralmente, as mesmas características e vantagens.

[0062] Vantagens referentes às características e configurações

conforme apresentado na visão geral decodificador matriz esparsa acima podem, geralmente, ser válidas para os recursos correspondentes e configurações para o decodificador.

[0063] De acordo com as modalidades exemplificativas, é proporcionado um método para a reconstrução de tile de tempo / frequência de um objeto de áudio de um sistema de decodificação de áudio, que compreende: recebimento de um sinal downmix que compreende M canais; recebimento de pelo menos um elemento codificado que representa um subconjunto de M elementos de uma linha em uma matriz upmix, cada elemento codificado compreendendo um valor e uma posição na linha na matriz upmix, a posição indicando um dos M canais do sinal downmix ao qual o elemento codificado corresponde; e reconstrução do tile de tempo / frequência do objeto de áudio do sinal downmix através de formação de uma combinação linear dos canais downmix, que correspondam ao, pelo menos um elemento codificado, em que, na referida combinação linear, cada canal downmix é multiplicado pelo valor do seu elemento codificado correspondente.

[0064] Assim, de acordo com esse método, uma tile time / frequência de um objeto de tempo é reconstruída através da formação de uma combinação linear de um subconjunto de canais de downmix. O subconjunto de canais de downmix corresponde a esses canais para os quais os coeficientes codificados upmix foram recebidos. Assim, o método permite a reconstrução de um objeto de áudio, apesar do fato de que apenas um subconjunto, tal como um subconjunto esparsa, da matriz upmix é recebido. Através da formação de uma combinação linear apenas dos canais downmix, que correspondam ao, pelo menos um elemento codificado, a complexidade do processo de decodificação pode ser diminuída. Uma alternativa seria a de formar uma combinação linear de todos os sinais de downmix e depois multiplicar alguns deles (aqueles que não correspondam a pelo menos um elemento co-

dificado) com o valor zero.

[0065] De acordo com as modalidades, as posições de pelo menos um elemento codificado variam através de uma pluralidade de intervalos de tempo. Em outras palavras, elementos diferentes da matriz *upmix* podem ser codificados para diferentes tiles de tempo/ frequência.

[0066] De acordo com modalidades, o número de elementos de pelo menos um elemento codificado é igual a um. Isso significa que o objeto de áudio é reconstruído a partir de um canal downmix, em cada tile de tempo / frequência. No entanto, o canal um downmix usado para reconstruir o objeto de áudio pode variar entre diferentes tiles tempo / frequência.

[0067] De acordo com modalidades, para uma pluralidade de bandas de frequência ou uma pluralidade de intervalos de tempo, os valores do, pelo menos, um elemento codificado formam um ou mais vetores, em que cada valor é representado por um símbolo codificado por entropia, em que cada símbolo em cada vetor de símbolos codificados por entropia corresponde a uma da pluralidade de bandas de frequência ou um da pluralidade de intervalos de tempo, e em que o um ou mais vetor de símbolos codificados por entropia são decodificados utilizando o método de acordo com o segundo aspecto. Desta forma, os valores dos elementos da matriz *upmix* podem ser eficientemente codificados.

[0068] De acordo com modalidades, para uma pluralidade de bandas de frequência ou uma pluralidade de intervalos de tempo, as posições de pelo menos um elemento codificado de um ou mais vetores, em que cada posição é representada por um símbolo codificado por entropia, em que cada símbolo em cada vetor de símbolos codificados por entropia corresponde a uma da pluralidade de bandas de frequência ou a pluralidade de intervalos de tempo, e em que o um ou mais vetores de símbolos codificados por entropia são decodificados utili-

zando o método de acordo com o segundo aspecto. Dessa maneira, as posições dos elementos da matriz upmix podem ser eficientemente codificadas.

[0069] De acordo com modalidades exemplificativas, é proporcionado um meio legível por computador que compreende instruções de código de computador adaptado para realizar qualquer método do terceiro aspecto quando executado em um dispositivo que tem a capacidade de processamento. De acordo com modalidades exemplificativas, é fornecido um decodificador para a reconstrução de um tile de tempo/ frequência de um objeto de áudio que compreende: um componente de recebimento, configurado para receber um sinal de downmix compreendendo M canais e pelo menos um elemento codificado que representa um subconjunto de M elementos de uma linha em uma matriz upmix, cada elemento codificado compreendendo um valor e uma posição na linha de matriz upmix, a posição indicando um dos M canais do sinal de downmix ao qual o elemento codificado corresponde; e um componente de reconstrução configurado para reconstruir o tile de tempo/ frequência do objeto de áudio do sinal de downmix de tempo / frequência através da formação de uma combinação linear dos canais downmix que correspondem a, pelo menos, um elemento codificado, em que na referida combinação linear cada canal downmix é multiplicado pelo valor do seu elemento codificado correspondente.

#### V. Modalidades Exemplificativas

[0070] A figura 1 mostra um diagrama em blocos generalizado de um sistema de codificação de áudio 100 para codificação de objetos de áudio 104. O sistema de codificação de áudio compreende um componente de downmixing 106, que cria um sinal downmix 110 dos objetos de áudio 104. O sinal de downmix 110 pode, por exemplo, ser um sinal surround 5,1 ou 7.1, que é compatível com os sistemas de decodificação de som estabelecidos, tais como padrões Dolby Digital Plus ou

MPEG, tais como AAC, USAC ou MP3. Em outras modalidades, o sinal downmix não é compatível. Por exemplo, os parâmetros upmix podem corresponder a elementos de uma matriz upmix, que permite a reconstrução dos objetos de áudio 104 do sinal downmix 110. O componente de análise de parâmetro upmix 112 processa o sinal downmix 110 e os objetos de áudio 104 no que diz respeito aos tiles de tempo / frequência individuais. Assim, os parâmetros upmix são determinados para cada tile tempo / frequência. Por exemplo, uma matriz upmix pode ser determinada para cada tile tempo / frequência. Por exemplo, o componente de análise de parâmetro upmix 112 pode operar em um domínio de frequência, como um domínio de *Quadrature Mirror Filters* (QMF) que permite o processamento de frequência seletiva. Por esta razão, o sinal downmix 110 e os objetos de áudio 104 podem ser transformados para o domínio de frequência por sujeição do sinal downmix 110 e dos objetos de áudio 104 a um banco de filtros 108. Isto pode, por exemplo, ser realizado pela aplicação de uma transformação de QMF ou qualquer outra transformação adequada.

[0071] Os parâmetros upmix 114 podem ser organizados em um formato de vetor. Um vetor pode representar um parâmetro upmix para reconstruir um objeto de áudio específico dos objetos de áudio 104, em diferentes bandas de frequência em um intervalo de tempo específico. Por exemplo, um vetor pode corresponder a um determinado elemento da matriz na matriz upmix, em que o vetor compreende os valores do determinado elemento de matriz para as bandas de frequência subsequentes. Em outras modalidades, o vetor pode representar parâmetros upmix para reconstruir um objeto de áudio específico dos objetos de áudio 104 em diferentes intervalos de tempo em uma banda de frequências específica. Por exemplo, um vetor pode corresponder a um determinado elemento de matriz na matriz upmix, em que o vetor compreende os valores do determinado elemento de

matriz para os intervalos de tempo subsequentes, mas na mesma banda de frequências.

[0072] Cada parâmetro no vetor corresponde a uma quantidade não periódica, por exemplo, uma quantidade que toma um valor entre -9,6 e 9,4. Por uma quantidade não periódica geralmente se quer dizer uma quantidade onde não há nenhuma periodicidade dos valores que a quantidade pode tomar. Isto está em contraste com uma quantidade periódica, tal como um ângulo, em que existe uma correspondência periódica clara entre os valores que a quantidade pode demorar. Por exemplo, para um ângulo, há uma periodicidade de  $2\pi$ , de modo que, por exemplo, o ângulo zero corresponde ao ângulo  $2\pi$ .

[0073] Os parâmetros upmix 114 são, em seguida, recebidos por um codificador de matriz upmix 102 no formato de vetor. O codificador matriz upmix será agora explicado em pormenores em conjunção com a figura 2. O vetor é recebido por um componente de recebimento 202 e tem um primeiro elemento e pelo menos um segundo elemento. O número de elementos depende, por exemplo, do número de bandas de frequências no sinal de áudio. O número de elementos pode também depender do número de intervalos de tempo do sinal de áudio a ser codificado em uma operação de codificação.

[0074] O vetor é então indexado por um componente de indexação 204. O componente de indexação está adaptado para representar cada parâmetro no vetor por um valor de índice que pode assumir um número predeterminado de valores. Esta representação pode ser feita em duas etapas. Em primeiro lugar, o parâmetro é quantificado e, em seguida, o valor quantificado é indexado por um valor de índice. A título de exemplo, no caso em que cada parâmetro no vetor pode ter um valor entre -9,6 e 9,4, isso pode ser feito por meio de etapas de quantificação de 0,2. Os valores quantificados podem, então, ser indexados por índices de 0-95, ou seja, 96 valores diferentes. Nos exemplos se-

guintes, o valor de índice está na faixa de 0-95, mas este é, naturalmente, apenas um exemplo, outras faixas de valores de índice são igualmente possíveis, por exemplo, 0-191 ou 0-63. Etapas da quantificação menores podem resultar em um sinal de áudio decodificado mens distorcido em um lado do decodificador, mas pode também produzir uma taxa de bits maior requerida para a transmissão de dados entre o sistema de codificação de áudio 100 e o decodificador.

[0075] Os valores indexados são subsequentemente enviados para um componente de associação 206, que associa cada um de pelo menos um segundo elemento com um símbolo utilizando uma estratégia de codificação de diferencial de módulo. O componente de associação 206 está adaptado para calcular uma diferença entre o valor de índice do segundo elemento e o valor de índice do elemento precedente no vetor. Apenas usando uma estratégia de codificação de diferencial convencional, a diferença pode estar em qualquer parte do intervalo de -95 a 95, isto é, tem 191 valores possíveis. Isto significa que, quando a diferença é codificada utilizando codificação por entropia, é necessária uma tabela de probabilidades compreendendo 191 probabilidades, isto é, uma probabilidade para cada um dos 191 valores possíveis das diferenças. Além disso, a eficiência da codificação seria reduzida uma vez que, para cada diferença, cerca de metade das 191 probabilidades são impossíveis. Por exemplo, se o segundo elemento a ser diferencial codificado tem o valor de índice 90, as diferenças possíveis estão na faixa de -5 a +90. Tipicamente, ter uma estratégia de codificação por entropia, onde algumas das probabilidades são impossíveis para cada valor a ser codificado, irá diminuir a eficiência da codificação. A estratégia de codificação de diferencial na presente descrição pode ultrapassar este problema e, ao mesmo tempo, reduzir o número de códigos necessários para 96 através da aplicação de uma operação de 96 módulos à diferença. O algoritmo de associação

pode assim ser expresso como:

$$\Delta_{idx}(b) = (idx(b) - idx(b - 1)) \bmod N_Q \quad (\text{Equação 1})$$

em que  $b$  é o elemento no vetor sendo codificado por diferencial,  $N_Q$  é o número dos valores de índices possíveis e  $\Delta_{idx}(b)$  é o símbolo associado com o elemento  $b$ .

[0076] De acordo com algumas modalidades, a tabela de probabilidades é traduzida para uma tabela de codificação Huffman. Neste caso, o símbolo associado com um elemento no vetor é utilizado como um índice do livro de códigos. O componente de codificação 208 pode, então, codificar cada um dos pelo menos um segundo elemento, representando o segundo elemento com uma palavra de código no livro de códigos Huffman que é indexada pelo índice do livro de códigos associado com o segundo elemento.

[0077] Qualquer outra estratégia de codificação por entropia pode ser implementada no componente de codificação 208. À guisa de exemplo, essa estratégia de codificação pode ser uma estratégia de codificação por faixa ou uma estratégia de codificação matemática. No seguinte é mostrado que a entropilhada abordagem de módulo é sempre menor do que ou igual a algumas modalidades de exemplo da abordagem de diferencial convencional. A entropia  $E_p$  da abordagem de diferencial convencional é:

$$E_p = \sum_{n=-N_Q+1}^{N_Q-1} (p(n) \log_2 p(n)) \quad (\text{Equação 2})$$

em que  $p(n)p(n)$  é a probabilidade do valor de índice de diferencial plano  $n$ .

[0078] A entropia,  $E_q$  da abordagem de módulo é:

$$E_q = \sum_{n=0}^{N_Q-1} (q(n) \log_2 q(n)) \quad (\text{Equação 3})$$

em que  $q(n)$  é a probabilidade do valor de índice de diferencial de módulo  $n$  como dado por:



$q(0) = p(0)$  (Equação 4)

$$q(n) = p(n) + p(n - N_Q) \text{ for } n = 1 \dots N_Q - 1 \quad (\text{Equação 5})$$

[0079] Desse modo, temos que:

$$-E_p = p(0)\log_2 p(0) \sum_{n=1}^{N_Q-1} (p(n)\log_2 p(n) + \sum_{n=-N_Q+1}^{-1} (p(n)\log_2 p(n))) \quad (\text{Equação 6})$$

[0080] Substituindo  $n = j - N_Q$  nos últimos resultados de somatórios

$$-E_p = p(0)\log_2 p(0) \sum_{n=1}^{N_Q-1} (p(n)\log_2 p(n) + \sum_{j=1}^{N_Q-1} (p(j - N_Q)\log_2 p(j - N_Q))) \quad (\text{Equação 7})$$

Ainda,

$$\begin{aligned} -E_p = & \\ & p(0)\log_2 p(0) \sum_{n=1}^{N_Q-1} (p(n)\log_2 (p(n) + p(n - N_Q)) + \sum_{n=1}^{N_Q-1} (p(n - N_Q)\log_2 (p(n) + \\ & p(n - N_Q)))) \quad (\text{Equação 8}) \end{aligned}$$

[0081] Comparando as somas, termo por termo, uma vez que

$$\log_2 p(n) \leq \log_2 (p(n) + p(n - N_Q)) \quad (\text{Equação 9})$$

e similarmente:

$$\log_2 p(n - N_Q) \leq \log_2 (p(n) + p(n - N_Q)) \quad (\text{Equação 10})$$

[0082] Temos que  $E_p \geq E_q$ .

[0083] Conforme mostrado acima, a entropia para a abordagem de módulo é sempre menor do que ou igual a entropia da abordagem de diferencial convencional. O caso em que a entropia é igual é um caso raro em que os dados a serem codificados são dados patológicos, ou seja, dados não bem comportados, que na maioria dos casos não se aplicam, por exemplo, a uma matriz upmix.

[0084] Uma vez que a entropia para a abordagem de módulo é sempre menor do que ou igual à entropia da abordagem de diferencial convencional, a codificação por entropia dos símbolos calculados pela abordagem de módulo irá produzir, em uma menor ou, pelo menos, a mesma taxa de bits em comparação com a codificação por entropia de símbolos calculados pela abordagem de diferencial convencional. Em outras palavras, a codificação por entropia dos símbolos calculados pela abordagem de módulo é, na maioria dos casos, mais eficiente do

que a codificação por entropia de símbolos calculados pela abordagem de diferencial convencional.

[0085] Uma outra vantagem é, como mencionado acima, que o número de probabilidades necessárias na tabela de probabilidade na abordagem módulo são aproximadamente metade do número necessário probabilidades na abordagem não módulo convencional.

[0086] O acima descreveu uma abordagem de módulo para codificar pelo menos um segundo elemento no vetor de parâmetros. O primeiro elemento pode ser codificado utilizando o valor indexado pelo qual o primeiro elemento é representado. Uma vez que a distribuição de probabilidades do valor de índice do primeiro elemento e o valor de diferencial de módulo de pelo menos um segundo elemento pode ser muito diferente, (ver a figura 3 para uma distribuição de probabilidades do primeiro elemento indexado e a Figura 4 para uma distribuição de probabilidades do valor de diferencial de módulo, isto é, o símbolo, para pelo menos um segundo elemento) pode ser necessária uma tabela de probabilidades dedicada para o primeiro elemento. Isto requer que o sistema de codificação de áudio 100 e um decodificador correspondente tenham essa tabela de probabilidades dedicada em sua memória.

[0087] No entanto, os inventores observaram que a forma das distribuições de probabilidades pode, em alguns casos, ser bastante semelhantes, embora deslocadas em relação uma à outra. Esta observação pode ser usada para aproximar a distribuição de probabilidades do primeiro elemento indexado por uma versão deslocada da distribuição de probabilidades do símbolo para o pelo menos um segundo elemento. Esse deslocamento pode ser implementado através da adaptação do componente associando 206 para associar o primeiro elemento no vetor com um símbolo, deslocando o valor de índice que representa o primeiro elemento no vetor por um valor de deslocamento

e, subsequentemente, aplicar o Modulo 96 (ou valor correspondente) ao valor de índice deslocado.

[0088] O cálculo do símbolo associado com o primeiro elemento pode ser assim expresso como

$$idx_{shifted}(1) = (idx(1) - abs\_offset) \bmod N_Q \quad (Equação 11)$$

[0089] O símbolo assim obtido é usado pelo componente de codificação 208 que codifica o primeiro elemento através de codificação por entropia do símbolo associado com o primeiro elemento utilizando a mesma tabela de probabilidades utilizada para codificar o pelo menos um segundo elemento. O valor de deslocamento pode ser igual, ou pelo menos perto, da diferença entre um valor de índice mais provável para o primeiro elemento e o símbolo mais provável para o pelo menos um segundo elemento na tabela de probabilidades. Na figura 3, o valor de índice mais provável para o primeiro elemento é indicado pela seta 302. Supondo que o símbolo mais provável para o pelo menos um segundo elemento é zero, o valor indicado pela seta 302 será o valor deslocado utilizado. Ao utilizar a abordagem do deslocamento, os picos das distribuições na Figura 3 e 4 estão alinhados. Esta abordagem evita a necessidade de uma tabela de probabilidades dedicada para o primeiro elemento e, consequentemente, poupa memória no sistema de codificação de áudio 100 e o decodificador correspondente, enquanto está muitas vezes mantendo quase a mesma eficiência de codificação que uma tabela de probabilidades dedicada proporcionará.

[0090] No caso da codificação por entropia de pelo menos um segundo elemento ser feita usando um livro de códigos de Huffman, o componente de codificação 208 pode codificar o primeiro elemento no vetor utilizando o mesmo livro de códigos de Huffman, que é usado para codificar o pelo menos um segundo elemento, representando o primeiro elemento com uma palavra de código no livro de códigos Huffman que é indexada pelo índice do livro de códigos associado com

o primeiro elemento.

[0091] Uma vez que a velocidade de consulta pode ser importante quando se codifica um parâmetro em um sistema de decodificação de áudio, a memória em que o livro de código é armazenado é vantajosamente uma memória rápida, e, portanto, cara. Apenas usando uma tabela de probabilidades, o codificador pode, assim, ser mais econômico do que no caso em que duas tabelas de probabilidades são usadas.

[0092] Pode ser notado que as distribuições de probabilidades mostradas na figura 3 e na figura 4 são calculadas, muitas vezes, ao longo de um conjunto de dados de treino e, portanto, não previamente calculados durante a codificação do vetor, mas é claro que é possível calcular as distribuições "em tempo real" durante a codificação.

[0093] Também pode ser notado que a descrição acima de um sistema de codificação de áudio 100, utilizando um vetor de uma matriz upmix como o vetor de parâmetros a ser codificado é apenas um exemplo de aplicação. O método para a codificação de um vetor de parâmetros, de acordo com a presente descrição, pode ser usado em outras aplicações em um sistema de codificação de áudio, por exemplo, quando da codificação de outros parâmetros internos no sistema de codificação downmix, tais como os parâmetros utilizados em um sistema paramétrico de extensão de largura de banda, como replicação espectral de banda (SBR).

[0094] A Figura 5 é um diagrama em blocos generalizado de um sistema de decodificação de áudio 500 para recriar objetos de áudio codificados de um sinal de downmix codificado 510 e uma matriz upmix codificada 512. O sinal de downmix codificado 510 é recebido por um componente de recepção de downmix 506, onde o sinal é decodificado e, se não estiver já no domínio de frequência adequado, transformada para um domínio da frequência. O sinal de downmx decodificado 516 é, então, enviado para o componente upmix 508.

[0095] No componente upmix 508, os objetos de áudio codificados são recriados utilizando o sinal decodificado de downmix 516 e uma matriz upmix decodificada 504. Mais especificamente, o componente upmix 508 pode executar uma operação de matriz em que a matriz upmix decodificada 504 é multiplicada por um vetor que compreende os sinais de downmix decodificados 516. O processo de decodificação da matriz upmix é descrito abaixo. O sistema de decodificação de áudio 500 compreende ainda um componente de renderização 514 que produz um sinal de áudio baseado nos objetos de áudio reconstruídos 518, dependendo de que tipo de unidade de reprodução que está conectada ao sistema de decodificação de áudio 500.

[0096] Uma matriz upmix codificada 512 é recebida por um decodificador de matriz upmix 502, que será agora explicado em pormenores em conjunção com a figura 6. O decodificador de matriz upmix 502 é configurado para decodificar um vetor de símbolos codificados por entropia em um sistema de decodificação de áudio em um vetor de parâmetros relativos a uma quantidade não periódica. O vetor de símbolos codificados por entropia compreende um primeiro símbolo codificado por entropia e pelo menos um segundo símbolo codificado por entropia e o vetor de parâmetros inclui um primeiro elemento e pelo menos um segundo elemento. A matriz upmix codificada 512 é, portanto, recebida por um componente de recepção 602 em um formato do vetor. O decodificador 502 compreende ainda um componente de indexação 604 configurado para representar cada símbolo codificado por entropia no vetor por um símbolo que pode tomar N valores, utilizando uma tabela de probabilidades. N pode ser, por exemplo, 96. Um componente de associação 606 está configurado para associar o primeiro símbolo de código de entropia com um valor de índice por quaisquer meios adequados, dependendo do método de codificação utilizado para codificar o primeiro elemento no vetor de parâmetros. O símbolo

para cada um dos segundos códigos e o valor de índice para o primeiro código é, então, utilizado pelo componente de associação 606 que associa cada um dos pelo menos um segundo símbolo codificado por entropia com um valor de índice. O valor de índice de pelo menos um segundo símbolo codificado por entropia é calculado calculando-se primeiro a soma do valor de índice associado com o símbolo codificado por entropia que precede o segundo símbolo codificado por entropia no vetor de símbolos codificados por entropia e o símbolo representando o segundo símbolo codificado por entropia. Subsequentemente, o módulo  $N$  é aplicado à soma. Supondo que, sem perda de generalidade, o valor de índice mínimo é 0 e o valor máximo do índice é  $N-1$ , por exemplo, 95.

[0097] O algoritmo O algoritmo de associação pode, assim, ser expresso como:

$$idx(b) = (idx(b - 1) + \Delta_{idx}(b)) \bmod N_Q \quad (\text{Equação 12})$$

em que  $b$  é o elemento no vetor que está sendo decodificado e  $N_Q M_S$  o número dos valores de índice possíveis.

[0098] O decodificador de matriz upmix 502 ainda compreende um componente de decodificação 60, que é configurado para representar o pelo menos um segundo elemento do vetor de parâmetros por um valor de parâmetro que corresponde ao valor de índice associado com o pelo menos um segundo símbolo codificado por entropia.

[0099] Essa representação é, assim, a versão decodificada do parâmetro codificado, por exemplo, pelo sistema de codificação de áudio 100 mostrado na figura 1. Em outras palavras, essa representação é igual ao parâmetro quantificado codificado pelo sistema de codificação de áudio 100 mostrado na figura 1. De acordo com uma modalidade da presente invenção, cada símbolo codificado por entropia no vetor de símbolo codificado por entropia é representado por símbolo usando a mesma tabela de probabilidades para todos os símbolos codificados

por entropia. Uma vantagem disso é que apenas uma tabela de probabilidades precisas ser armazenada na memória do decodificador.

[00100] De acordo com essa modalidade, o componente de associação 606 pode ser configurado para associação do primeiro símbolo codificado por entropia com um valor de índice pelo primeiro deslocamento do símbolo que representa o primeiro símbolo codificado por entropia. No vetor dos símbolos codificados por entropia por um valor de deslocamento. O módulo N é, então, aplicado ao símbolo deslocado. O algoritmo pode, assim, ser expresso como:

$$idx(1) = (idx_{shifted}(1) + abs\_offset) \bmod N_Q \quad (\text{Equação 13})$$

[00101] O componente de decodificação 608 é configurado para representar o primeiro elemento do vetor de parâmetros por um valor de parâmetro correspondente ao valor de índice associado com o primeiro símbolo codificado por entropia.

[00102] Essa representação é, assim, a versão decodificada do parâmetro codificado, por exemplo, pelo sistema de codificação de áudio 100 mostrado na figura 1.

[00103] O método de codificação de diferencial de uma quantidade não periódica será agora explicado em conjunto com as figuras 7 – 10

[00104] As figuras 7 e 9 descrevem um método de codificação para quatro (4) segundos elementos em um vetor de parâmetros. O vetor de entrada 902 compreende assim cinco parâmetros. Os parâmetros podem assumir qualquer valor entre um valor mínimo e um valor máximo. Neste exemplo, o valor mínimo é -9,6 e o valor máximo é 9,4.

[00105] A primeira etapa S702 no método de codificação é representar cada parâmetro no vetor 902 por um valor de índice que pode assumir os valores N. Neste caso, N é escolhido para ser 96, o que significa que o tamanho da etapa de quantificação é 0,2. Isto dá o vetor 904. A etapa seguinte S704 é calcular a diferença entre cada um dos segundos elementos, ou seja, os quatro parâmetros superiores no

vetor 904, e o seu elemento anterior. O vetor resultante 906 compreende assim quatro valores diferenciais - Os quatro valores superiores no vetor 906. Como pode ser visto na figura 9, os valores diferenciais podem ser negativos, zero e positivos. Como explicado acima, é vantajoso ter valores diferenciais que só podem tomar N valores, neste caso 96 valores. Para alcançar isto, na etapa seguinte S706 desse método, módulo 96 é aplicado aos segundos elementos no vetor 906. O vetor resultante 908 não contém quaisquer valores negativos. O símbolo assim conseguido mostrado no vetor 908 é então usado para codificar os segundos elementos do vetor na última etapa S708 do método mostrado na figura 7 através de codificação por entropia do símbolo associado com o pelo menos um segundo elemento com base em uma tabela de probabilidades compreendendo probabilidades dos símbolos mostrados no vetor 908.

[00106] Como visto na Figura 9, o primeiro elemento não é manipulado após a etapa de indexação S702. Nas figuras 8 e 10, um método para a codificação do primeiro elemento no vetor de entrada está descrito. A mesma suposição feita na descrição acima das figuras 7 e 9 em relação ao valor mínimo e máximo dos parâmetros e o número de possíveis valores de índice são válidos quando descrevendo as figuras 8 e 10. O primeiro elemento 1002 é recebido pelo codificador. Na primeira etapa S802 do método de codificação, o parâmetro do primeiro elemento é representado por um valor de índice de 1004. Na etapa seguinte S804, o valor indexado 1004 é deslocado por um valor de t. Neste exemplo, o valor de deslocamento é 49. Este valor é calculado como descrito acima. Na etapa seguinte S806, o módulo 96 é aplicado ao valor de índice deslocado 1006. O valor resultante 1008 pode então ser utilizado em uma etapa S802 de codificação para codificar o primeiro elemento através de codificação por entropia do símbolo 1008 utilizando a mesma tabela de probabilidades utilizada para codificar o



pelo menos um segundo na figura 7.

[00107] A Figura 11 mostra uma modalidade 102 do componente de codificação de matriz upmix 102 na figura 1. O codificador de matriz upmix 102' pode ser utilizado para a codificação de uma matriz upmix em um sistema de codificação de áudio, por exemplo, o sistema de codificação de áudio 100 ilustrado na figura 1. Tal como descrito acima, cada linha da matriz upmix compreende M elementos que permitem a reconstrução de um objeto de áudio de um sinal downmix compreendendo M canais downmix. Em baixas taxas de bits alvo globais, a codificação e o envio de todos os M elementos da matriz upmix por objeto e tile T / F, um para cada canal downmix, pode exigir uma taxa de bits indesejavelmente alta. Essa pode ser reduzida por "sparsening" da matriz upmix, isto é, tentando reduzir o número de elementos diferentes de zero. Em alguns casos, quatro dos cinco elementos são zero e apenas um único canal downmix é usado como base para a reconstrução do objeto de áudio. Matrizes esparsas têm outras distribuições de probabilidades dos índices codificados (absoluto ou diferencial) do que as matrizes não esparsas. Nos casos em que a matriz upmix compreende uma grande porção de zeros, de tal modo que o valor zero torna-se mais provável do que 0,5 e codificação de Huffman é usada, a eficiência de codificação irá diminuir uma vez que o algoritmo de codificação de Huffman é ineficiente quando um valor específico, por exemplo, zero, tem uma probabilidade de mais do que 0,5. Além disso, uma vez que muitos dos elementos da matriz upmix têm o valor zero, eles não contêm qualquer informação. Uma estratégia pode, assim, ser selecionar um subconjunto dos elementos da matriz upmix e apenas codificar e transmitir aqueles para um decodificador. Isto pode diminuir a taxa de bits requerida de um sistema de codificação / decodificação de áudio uma vez que menos dados são transmitidos.

[00108] Para aumentar a eficiência da codificação da matriz upmix,

um modo de codificação específico para matrizes esparsas pode ser usado o qual será explicado em detalhes abaixo.

[00109] O codificador 102' compreende um componente de recepção 1102 adaptado para receber cada linha na matriz upmix. O codificador 10' compreende ainda uma seleção componente 1104 adaptado para selecionar um subconjunto de elementos dos M elementos da linha na matriz upmix. Na maioria dos casos, o subconjunto compreende todos os elementos que não têm um valor zero. Mas, de acordo com algumas modalidades, o componente de seleção pode optar por não selecionar um elemento que tem um valor diferente de zero, por exemplo, um elemento que tem um valor próximo de zero. De acordo com as modalidades, o subconjunto selecionado dos elementos pode compreender o mesmo número de elementos de cada linha da matriz upmix. Para reduzir ainda mais a taxa de bits requerida, o número de elementos selecionados pode ser um (1).

[00110] O codificador 102' compreende ainda um componente de codificação 1106 está adaptado para representar cada elemento do subconjunto selecionado dos elementos por um valor e uma posição na matriz upmix. O componente de codificação 1106 está ainda adaptado para codificar o valor e a posição na matriz upmix de cada elemento no subconjunto selecionado dos elementos. Pode, por exemplo, ser adaptado para codificar o valor usando a codificação de diferencial de módulo tal como descrito acima. Neste caso, para cada linha de uma matriz upmix e para uma pluralidade de bandas de frequências ou uma pluralidade de intervalos de tempo, os valores dos elementos de um dos subconjuntos de elementos selecionados formam um ou mais vetores de parâmetros. Cada parâmetro no vetor de parâmetros corresponde a uma da pluralidade de bandas de frequências ou da pluralidade de intervalos de tempo. O vetor de parâmetros pode, assim, ser codificada utilizando a codificação de diferencial de módulo como des-

crito acima. Em outras modalidades, o vetor de parâmetros pode ser codificado usando a codificação de diferencial regular. Ainda em outras modalidades o componente de codificação 1106 está adaptado para codificar cada valor separadamente, utilizando uma codificação de taxa fixa do valor verdadeiro de quantificação, ou seja, codificação não diferencial, de cada valor.

[00111] Os exemplos abaixo de taxas de bits médias foram observados tipicamente para conteúdo. As taxas de bits foram medidas para o caso em que  $m = 5$ , o número de objetos de áudio a serem reconstituídas em um lado do decodificador é 11, o número de bandas de frequências é 12 e o tamanho da etapa do quantificador de parâmetro é 0,1 e tem 192 níveis.

[00112] Para o caso em que todos os cinco elementos por linha na matriz upmix foram codificados, as seguintes taxas de bits médias foram observadas:

[00113] Codificação de taxa fixa: 165 kb / s,

[00114] Codificação diferencial: 51 kb / s,

[00115] Codificação diferencial de módulo: 51 kb / s, mas com metade do tamanho da tabela de probabilidades ou livro de códigos, tal como descrito acima.

[00116] Para o caso em que apenas um dos elementos é escolhido para cada linha na matriz upmix, ou seja codificação esparsa, pelo componente de seleção 1104, as seguintes taxas de bits médias foram observadas

[00117] A codificação de taxa fixa (usando 8 bits para o valor e 3 bits para a posição): 45 kb / s,

[00118] Codificação de diferencial de módulo para ambos, o valor do elemento e a posição do elemento: 20 kb / s.

[00119] O componente de codificação de 1106 pode ser adaptado para codificar a posição na matriz upmix de cada elemento do subcon-

junto de elementos, da mesma forma que o valor. O componente de codificação 1106 pode também ser adaptado para codificar a posição na matriz upmix de cada elemento no subconjunto de elementos de uma maneira diferente em comparação com a codificação do valor. No caso de codificação de posição usando a codificação de diferencial ou codificação de módulo diferencial, para cada linha da matriz upmix e para uma pluralidade de bandas de frequências ou uma pluralidade de intervalos de tempo, as posições dos elementos dos subconjuntos selecionados de elementos formam um ou mais do vetor de parâmetros. Cada parâmetro no vetor de parâmetros corresponde a uma da pluralidade de bandas de frequências ou pluralidade de intervalos de tempo. O vetor de parâmetros é assim codificado usando codificação diferencial ou codificação de diferencial de módulo como descrito acima.

[00120] Pode ser notado que o codificador 102' pode ser combinado com o codificador 102 na figura 2 para alcançar codificação de diferencial de módulo de uma matriz upmix escassa de acordo com o acima.

[00121] Pode ainda ser notado que o método de codificação de uma linha de uma matriz esparsa 30 foi exemplificado acima para codificar uma linha na matriz upmix esparsa, mas o método pode ser utilizado para a codificação de outros tipos de matrizes esparsas bem conhecidos para a pessoa habilitada na técnica.

[00122] O método para a codificação de uma matriz upmix esparsa será agora adicionalmente explicado em conjunção com as figuras 13-15.

[00123] Uma matriz upmix é recebida, por exemplo, pelo componente de recepção 1102 na Figura 11. Para cada linha de referência 1402, 1502 na matriz upmix, o método compreendendo a seleção de um subconjunto S1302 a partir do M, por exemplo, 5, elementos da linha na matriz upmix. Cada elemento do subconjunto selecionado dos elementos, em seguida, é representado por um valor S1304 e uma posição na

matriz upmix. Na figura 14, um elemento é selecionado S1302 como o subconjunto, por exemplo, número do elemento, tendo um valor de 2,34. A representação pode, assim, ser um vetor de 1404, tendo dois campos. O primeiro campo no vetor 1404 representa o valor, por exemplo, 2,34, e o segundo campo no vetor de 1404 representa a posição, por exemplo, 3. Na figura 15, dois elementos são selecionados S1302 como o subconjunto, por exemplo, número do elemento 3 tem um valor de 2,34 e número do elemento 5 que tem um valor de -1,81. A representação pode, assim, ser um vetor de 1504 tendo quatro campos. O primeiro campo no vetor de 1504 representa o valor do primeiro elemento, por exemplo, 2,34, e o segundo campo no vetor de 1504 representa a posição do primeiro elemento, por exemplo, 3. O terceiro campo do vetor de 1504 representa o valor do segundo elemento, por exemplo, -1,81, e o quarto campo no vetor de 1504 representa a posição do segundo elemento, por exemplo, 5. As representações 1404, 1504 são, então, codificadas S1306 de acordo com o acima.

[00124] A Figura 12 é um diagrama em blocos generalizado de um sistema de decodificação de áudio em 1200, de acordo com uma concretização de exemplo. O decodificador 1200 compreende um componente de recepção 1206 configurado para receber um sinal de downmix 1210 compreendendo M canais e pelo menos um elemento codificado 1204, representando um subconjunto de M elementos de uma linha em uma matriz upmix. Cada um dos elementos codificados compreende um valor e uma posição em linha na matriz upmix, indicando a posição de um dos M canais do sinal de downmix 1210 ao qual o elemento codificado corresponde. O pelo menos um elemento codificado 1204 é decodificado por um componente de decodificação de elemento de matriz upmix 1202. O componente de decodificação de elemento de matriz upmix 1202 é configurado para decodificar o pelo menos um elemento 1204 de acordo com a estratégia de codificação

utilizado para codificar pelo menos um elemento codificado 1204. Exemplos de tais estratégias de codificação são revelados acima. O pelo menos um elemento decodificado 1214 é, então, enviado para o componente de reconstrução 1208 que está configurado para reconstruir um tile de tempo/ frequência do objeto de áudio do sinal downmix 1210 pela formação de uma combinação linear do canal downmix que corresponde pelo menos um elemento codificado 1204. Quando da formação da combinação linear, cada canal downmix é multiplicado pelo valor de seu elemento codificado correspondente 1204.

[00125] Por exemplo, se o elemento decodificado 1214 compreende o valor 1,1 e a posição 2, o tile de tempo/ frequência do segundo canal downmix é multiplicado por 1,1 e este é então utilizado para reconstruir o objeto de áudio. O sistema de decodificação de áudio 500 compreende ainda um componente de renderização 1216 que emite um sinal de áudio com base no objeto de áudio reconstruído 1218. O tipo de sinal de áudio depende de qual o tipo de unidade de reprodução que está conectada ao sistema de decodificação de áudio 1200, um sinal estéreo pode ser enviado pelo componente de renderização 1216. Por exemplo, se um par de headphones está conectado ao sistema de decodificação de áudio 1200, um sinal estéreo pode ser transmitido pelo componente de renderização 1216.

#### Equivalentes, extensões, alternativas e Diversos

[00126] Outras modalidades da presente invenção serão evidentes para uma pessoa perita na técnica após o estudo da descrição anterior. Embora a presente descrição e os desenhos descrevem modalidades exemplificativas, a descrição não está limitada a estes exemplos específicos. Numerosas modificações e variações podem ser feitas sem afastamento do escopo da presente descrição, que é definido pelas reivindicações anexas. Quaisquer sinais de referência que aparecem nas reivindicações não devem ser compreendidos como limitando

o seu escopo. Além disso, variações nas concretizações descritas podem ser entendidas e efetuadas pela pessoa habilitada na técnica na realização prática da descrição, a partir de um estudo dos desenhos, da descrição, e as reivindicações anexas.

[00127] Nas reivindicações, a palavra "compreendendo" não exclui outros elementos ou etapas e o artigo indefinido "um" ou "uma" não exclui uma pluralidade. O mero fato de que certas medidas são recitadas nas reivindicações dependentes mutuamente diferentes não indicam que uma combinação dessas medidas não pode ser utilizada com vantagem.

[00128] Os sistemas e métodos acima descritos podem ser implementados como software, firmware, hardware ou uma combinação dos mesmos. Em uma implementação de hardware, a divisão de tarefas entre unidades funcionais referidas na descrição acima não corresponde necessariamente à divisão em unidades físicas; ao contrário, um componente físico pode ter funcionalidades múltiplas, e uma tarefa pode ser levada a cabo por vários componentes físicos em cooperação. Certos componentes ou todos os componentes podem ser implementados como software executado por um processador de sinal digital ou um microprocessador, ou ser implementados como hardware ou como um circuito integrado de aplicação específica. Esse tipo de software pode ser distribuído em meios legíveis por computador, que pode incluir meios de armazenamento do computador (ou a mídia não transitória) e meios de comunicação (ou mídia transitória).

[00129] Como é bem conhecido para uma pessoa habilitada na técnica, o termo meios de armazenamento em computador inclui ambos os meios, voláteis e não voláteis, removíveis e não removíveis aplicadas em qualquer método ou a tecnologia para o armazenamento de informação, tais como instruções legíveis por computador, estruturas de dados, módulos de programas ou outros dados. Meio de armaze-

namento em computador inclui, mas não está assim limitado, RAM, ROM, EEPROM, memória flash ou outra tecnologia de memória, CD-ROM, discos versáteis digitais (DVD) ou outro armazenamento em disco óptico, cassetes magnéticas, fita magnética, armazenamento em disco magnético ou outros dispositivos de armazenamento magnético, ou qualquer outro meio que possa ser utilizado para armazenar a informação desejada e que pode ser acessado por um computador.

[00130] Além disso, é bem conhecido para a pessoa habilitada na técnica que os meios de comunicação tipicamente incorporam instruções legíveis em computador, estruturas de dados, módulos de programas ou outros dados em um sinal modulado de dados, tais como uma onda portadora ou outro mecanismo de transporte e inclui qualquer informação de meios de distribuição.



## REIVINDICAÇÕES

1. Método para codificar um vetor de parâmetros em um sistema de codificação de áudio, cada parâmetro correspondendo a uma quantidade não periódica, o vetor possuindo um primeiro elemento e pelo menos um segundo elemento **caracterizado pelo fato de que** compreende:

- representar cada parâmetro no vetor por um valor de índice que pode assumir N valores;

- associar cada um dos pelo menos um segundo elemento com um símbolo, o símbolo sendo calculado por:

  - calcular a diferença entre o valor de índice do segundo elemento e o valor de índice do seu elemento precedente no vetor;

  - aplicar o Módulo N à diferença;

  - codificar cada um dos pelo menos um segundo elemento através de codificação por entropia do símbolo associado com o pelo menos um segundo elemento com base em uma tabela de probabilidades, compreendendo probabilidades dos símbolos;

  - em que o método ainda compreendendo:

  - associar o primeiro elemento no vetor a um símbolo, o símbolo sendo calculado por:

  - deslocar o valor de índice que representa o primeiro elemento no vetor subtraindo um valor de deslocamento do valor de índice;

  - aplicar o módulo N ao valor do índice deslocado;

  - codificar o primeiro elemento pela codificação de entropia do símbolo associado ao primeiro elemento usando a mesma tabela de probabilidade que é usada para codificar o pelo menos um segundo elemento.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** o valor de deslocamento é igual à diferença entre um

valor de índice mais provável para o primeiro elemento e o símbolo mais provável para o pelo menos um segundo elemento na tabela de probabilidades.

3. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** o primeiro elemento e o pelo menos um segundo elemento do vetor de parâmetros correspondem à diferentes bandas de frequências diferentes usadas no sistema de codificação de áudio em um intervalo de tempo específico.

4. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** o primeiro elemento e o pelo menos um segundo elemento do vetor de parâmetros correspondem à diferentes intervalos de tempo usados no sistema de codificação de áudio em uma banda de frequências específica.

5. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** a tabela de probabilidades é traduzida para um livro de codificação Huffman, em que o símbolo associado com um elemento no vetor é utilizado como um índice do livro de codificação, e em que a etapa de codificação compreende a codificação de cada um dos pelo menos um segundo elemento, representando o segundo elemento com uma palavra de código no livro de códigos, que é indexada pelo índice do livro de códigos associado com o segundo elemento.

6. Método, de acordo com a reivindicação 5, **caracterizado pelo fato de que** a etapa de codificação compreende a codificação do primeiro elemento no vetor usando o mesmo livro de códigos Huffman, que é usado para codificar o pelo menos um segundo elemento, representando o primeiro elemento com uma palavra de código no livro de códigos Huffman que é indexada pelo índice do livro de códigos associado com o primeiro elemento.

7. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** o vetor de parâmetros corresponde a um elemento

em uma matriz upmix determinada pelo sistema de codificação de áudio.

8. Codificador para codificar um vetor de parâmetros em um sistema de codificação de áudio, cada parâmetro correspondendo a quantidade não periódica, o vetor tendo um primeiro elemento e pelo menos um segundo elemento, **caracterizado pelo fato de que** compreende:

- um componente de recebimento adaptado para receber o vetor;

- um componente de indexação adaptado para representar cada parâmetro no vetor por um valor de índice que pode assumir N valores;

- um componente de associação adaptado para associar cada um de pelo menos um segundo elemento com um símbolo, o símbolo sendo calculado por:

  - calcular uma diferença entre o valor do índice do segundo elemento e o valor de índice do seu elemento precedente no vetor;

  - aplicar o módulo N à diferença;

- um componente de codificação para codificar cada um dos pelo menos um segundo elemento através de codificação por entropia do símbolo associado com o pelo menos um segundo elemento com base em uma tabela de probabilidades compreendendo probabilidades dos símbolos,

- em que o componente de associação é adaptado associado ao primeiro elemento no vetor com um símbolo, o símbolo sendo calculado por:

  - deslocar o valor de índice que representa o primeiro elemento no vetor subtraindo um valor de deslocamento do valor de índice;

  - aplicar o módulo N ao valor do índice deslocado;

em que o componente de codificação é adaptado para codificar o primeiro elemento por codificação de entropia do símbolo associado ao primeiro elemento usando a mesma tabela de probabilidade que é usada para codificar o pelo menos um segundo elemento.

9. Meio de armazenamento legível por computador não transitório, **caracterizado pelo fato de que** compreende instruções, em que, quando executadas por um dispositivo, as instruções fazem com que o dispositivo execute o método da reivindicação 1

10. Método para decodificar um vetor de símbolos codificados por entropia em um sistema de decodificação de áudio em um vetor de parâmetros relativos a uma quantidade não periódica, o vetor de símbolos codificados por entropia compreendendo um primeiro símbolo codificado por entropia e pelo menos um segundo símbolo codificado por entropia e o vetor de parâmetros compreendendo um primeiro elemento e pelo menos um segundo elemento **caracterizado pelo fato de que** compreende as etapas de:

representar cada símbolo codificado por entropia no vetor de símbolos codificados por entropia por um símbolo que pode tomar N valores inteiros, utilizando uma tabela de probabilidades;

associar o primeiro símbolo codificado por entropia com um valor de índice;

associar cada um de pelo menos um segundo símbolo codificado por entropia com um valor de índice, o valor de índice de pelo menos um segundo símbolo codificado de entropia sendo calculado por:

calcular a soma do valor do índice associado ao símbolo codificado por entropia precedendo o segundo símbolo codificado por entropia no vetor de símbolos codificados por entropia e o símbolo que representa o segundo símbolo codificado por entropia;

aplicar o módulo N à soma;

representar pelo menos um segundo elemento do vetor de parâmetros por um valor de parâmetro correspondente ao valor do índice associado com o pelo menos um segundo símbolo codificado por entropia

em que a etapa de representar cada símbolo codificado por entropia no vetor de símbolos codificados por entropia por um símbolo é realizada usando a mesma tabela de probabilidade para todos os símbolos codificados por entropia no vetor de símbolos codificados por entropia, em que o valor de índice associado ao primeiro símbolo codificado por entropia é calculado por:

deslocar o símbolo que representa o primeiro símbolo codificado por entropia no vetor de símbolos codificados por entropia adicionando um valor compensado ao símbolo;

aplicando o módulo N ao símbolo deslocado;

em que o método ainda compreende a etapa de:

representar o primeiro elemento do vetor de parâmetros por um valor de parâmetro correspondente ao valor de índice associado ao primeiro símbolo codificado por entropia.

11. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** a tabela de probabilidades é traduzida para um livro de código de Huffman e cada símbolo codificado por entropia corresponde a uma palavra de código no livro de código de Huffman.

12. Método, de acordo com a reivindicação 11, **caracterizado pelo fato de que** cada palavra de código no livro de códigos de Huffman é associada a um índice de livro de códigos e a etapa de representação de cada símbolo codificado por entropia no vetor de símbolos codificados por entropia por um símbolo compreender a representação do símbolo codificado por entropia pelo índice do livro de códigos que está associada à palavra de código correspondente ao símbolo codificado por entropia.

13. Método, de acordo com a reivindicação 10, **caracterizado pelo fato de que** cada símbolo codificado por entropia no vetor de símbolos codificados por entropia corresponde a diferentes bandas de frequência usadas no sistema de decodificação de áudio em um intervalo de tempo específico

14. Método, de acordo com a reivindicação 10, **caracterizado pelo fato de que** cada símbolo codificado por entropia no vetor de símbolos codificados por entropia corresponde a diferentes intervalos de tempo usados no sistema de decodificação de áudio em uma banda de frequências específica.

15. Método, de acordo com a reivindicação 10, **caracterizado pelo fato de que** o vetor de parâmetros corresponde a um elemento em uma matriz upmix usada pelo sistema de decodificação de áudio.

16. Meio de armazenamento legível por computador não transitório **caracterizado pelo fato de que** compreende instruções que, quando executadas por um dispositivo, as instruções fazem com que o dispositivo execute o método da reivindicação 10.

17. Decodificador para decodificar um vetor de símbolos codificados por entropia em um sistema de decodificação de áudio em um vetor de parâmetros referentes a uma quantidade não periódica, o vetor de símbolos codificados por entropia compreendendo um primeiro símbolo codificado por entropia e pelo menos um segundo símbolo codificado por entropia e o vetor de parâmetros compreendendo um primeiro elemento e pelo menos um segundo elemento, **caracterizado pelo fato de que** compreende:

um componente de recebimento, configurado para receber o vetor de símbolos codificados por entropia;

um componente de indexação configurado para representar cada símbolo codificado por entropia no vetor de símbolos codificados

por entropia por um símbolo que pode assumir N valores inteiros usando uma tabela de probabilidade;

um componente de associação configurado para associar o primeiro símbolo codificado por entropia com um valor de índice;

o componente de associação ainda configurado para associar cada um do pelo menos um segundo símbolo codificado por entropia com um valor de índice, o valor de índice do pelo menos um segundo símbolo codificado por entropia sendo calculado por:

calcular a soma do valor do índice associado ao símbolo codificado por entropia precedendo o segundo símbolo codificado por entropia no vetor de símbolos codificados por entropia e o símbolo que representa o segundo símbolo codificado por entropia;

aplicando o módulo N à soma;

um componente de decodificação configurado para representar o pelo menos um segundo elemento do vetor de parâmetros por um valor de parâmetro correspondente ao valor de índice associado a pelo menos um segundo símbolo codificado por entropia,

em que o componente de indexação é configurado para representar cada símbolo codificado por entropia no vetor de símbolos codificados de entropia por um símbolo usando a mesma tabela de probabilidade para todos os símbolos codificados por entropia no vetor de símbolos codificados por entropia, em que o valor de índice associado com o primeiro símbolo codificado por entropia é calculado por:

deslocar o símbolo que representa o primeiro símbolo codificado por entropia no vetor de símbolos codificados por entropia adicionando um valor deslocado ao símbolo;

aplicando o módulo N ao símbolo deslocado;

em que o componente de decodificação é configurado para representar o primeiro elemento do vetor de parâmetros por um valor de parâmetro correspondente ao valor de índice associado ao primeiro

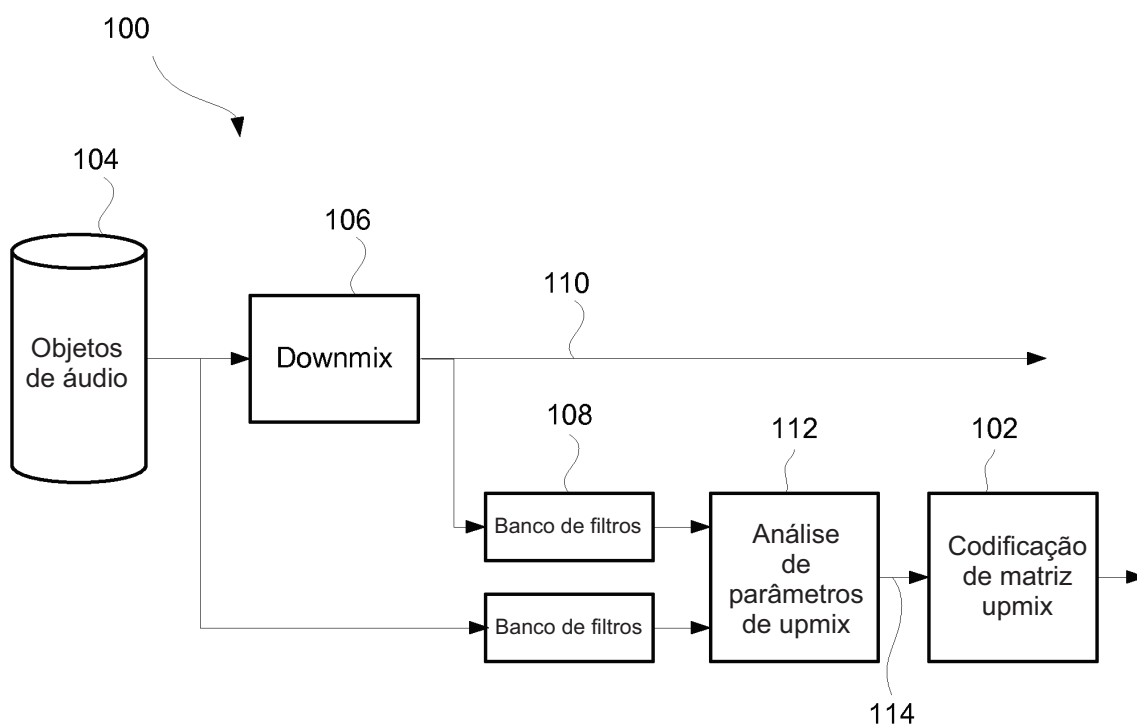
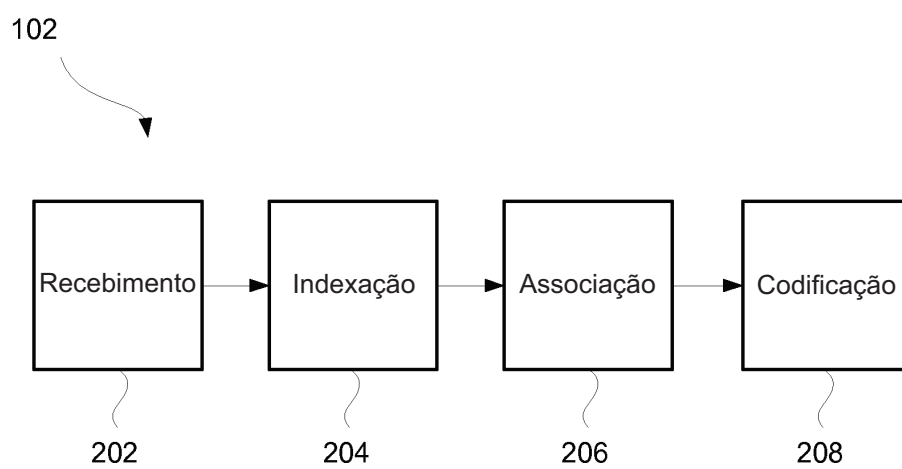
símbolo codificado por entropia.

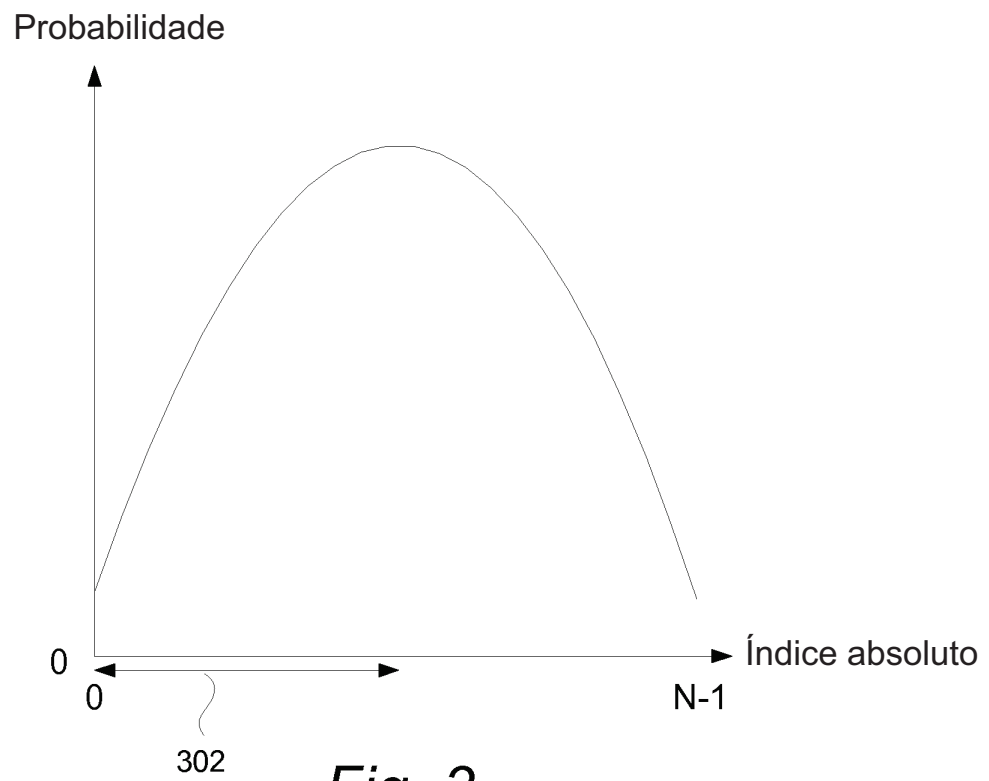
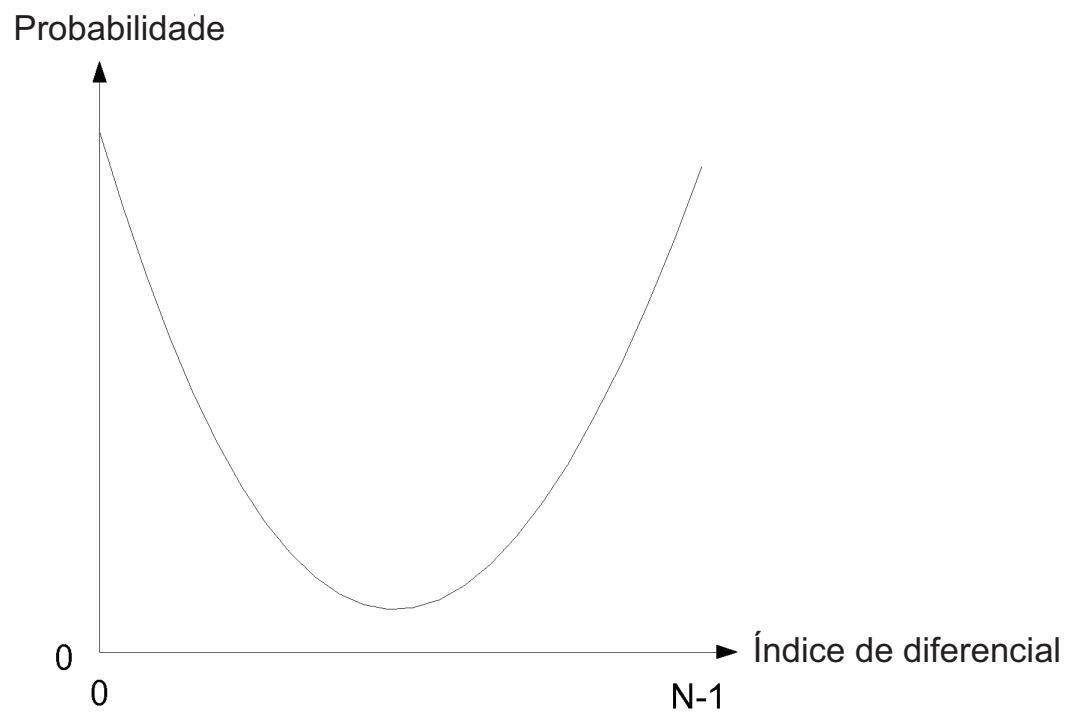
18. Decodificador, de acordo com a reivindicação 17, **caracterizado pelo fato de que** cada símbolo codificado por entropia no vetor de símbolos codificados por entropia corresponde a diferentes bandas de frequência usadas no sistema de decodificação de áudio em um intervalo de tempo específico.

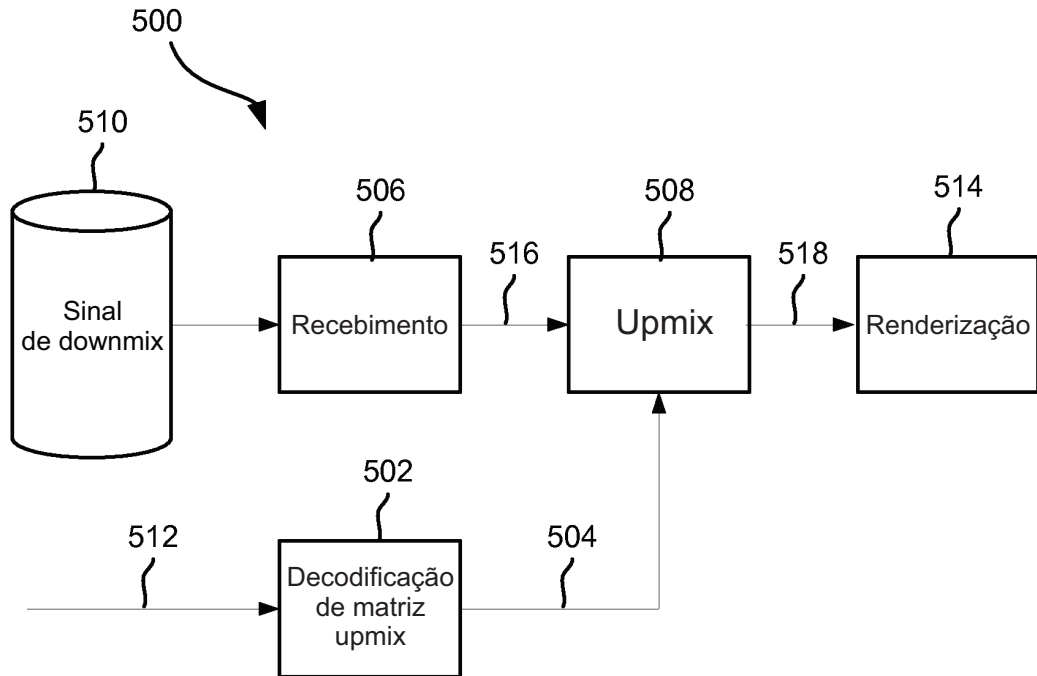
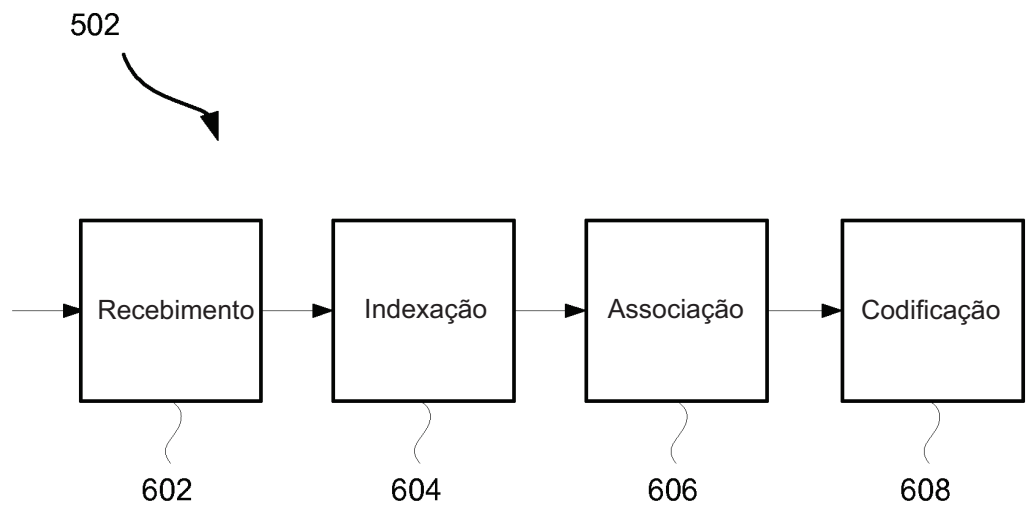
19. Decodificador, de acordo com a reivindicação 17, **caracterizado pelo fato de que** cada símbolo codificado por entropia no vetor de símbolos codificados por entropia corresponde a diferentes intervalos de tempo usados no sistema de decodificação de áudio em uma banda de frequências específicas.

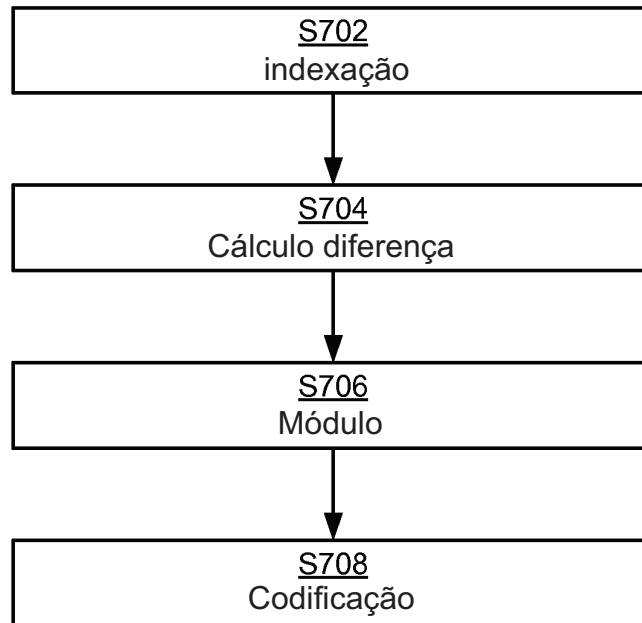
20. Decodificador, de acordo com a reivindicação 17, **caracterizado pelo fato de que** o vetor de parâmetros corresponde a um elemento em uma matriz upmix usada pelo sistema de decodificação de áudio.



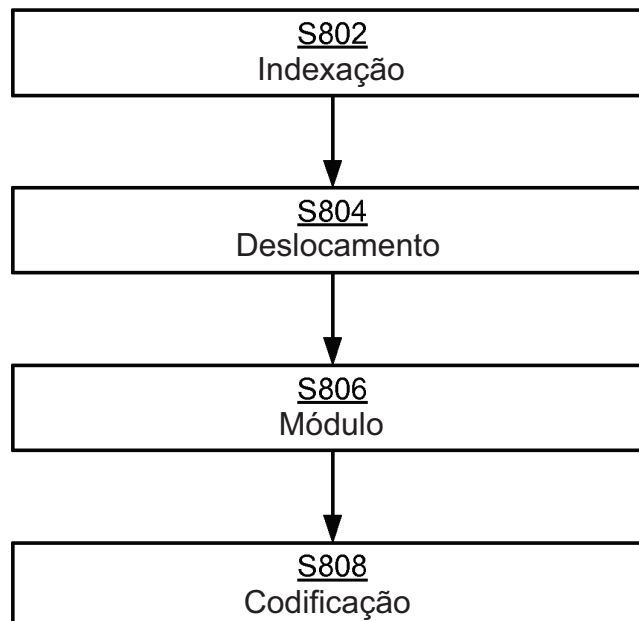
*Fig. 1**Fig. 2*

*Fig. 3**Fig. 4*

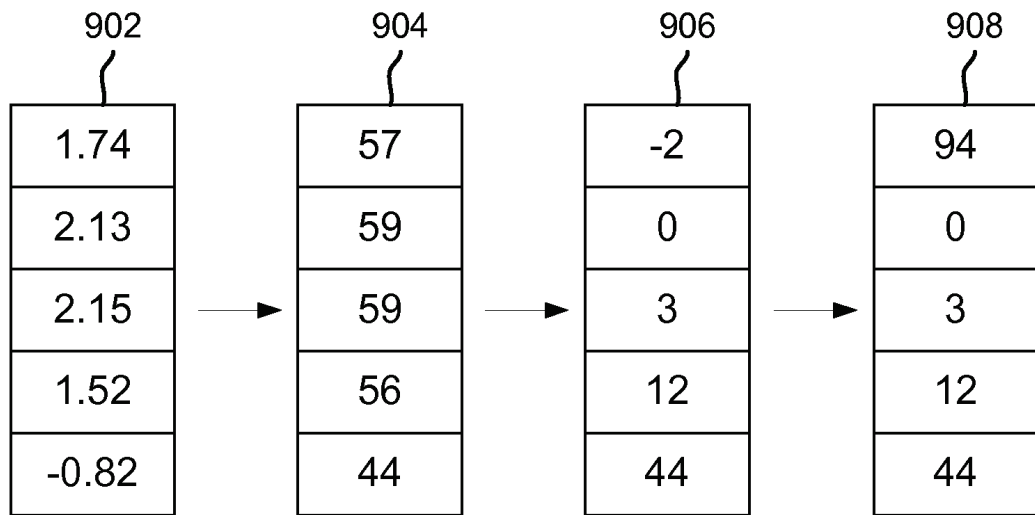
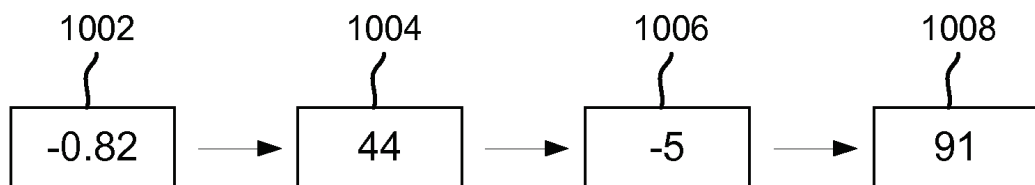
*Fig. 5**Fig. 6*



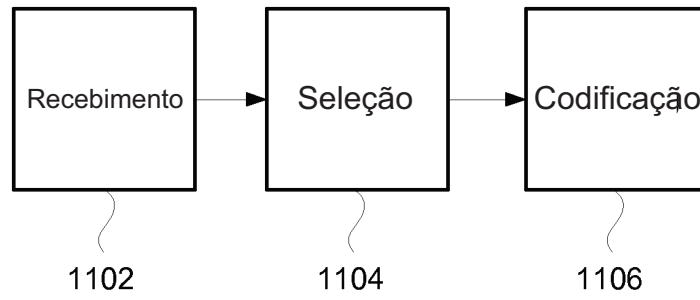
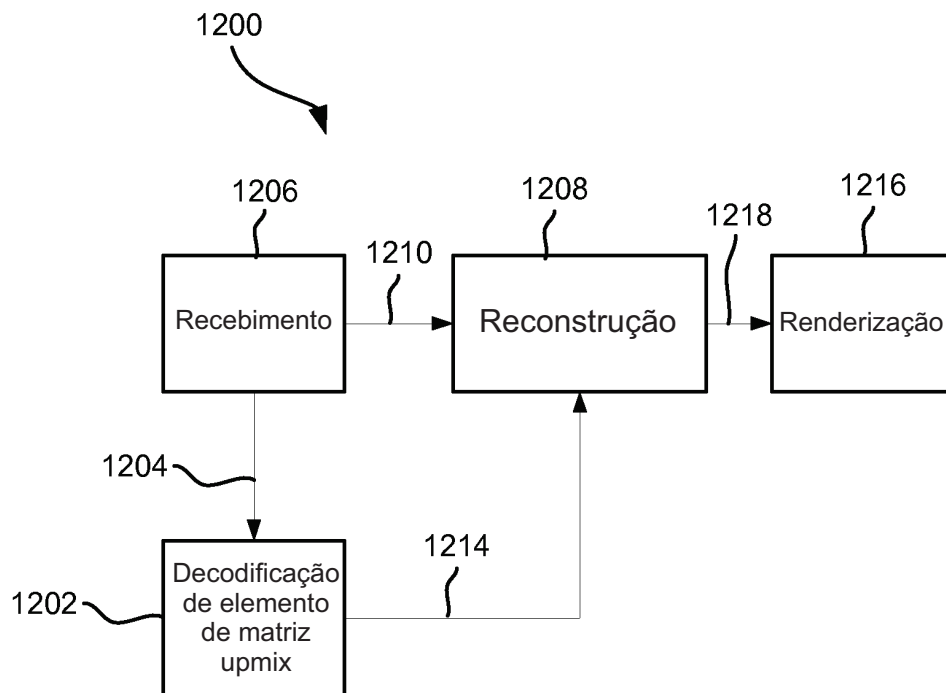
*Fig. 7*

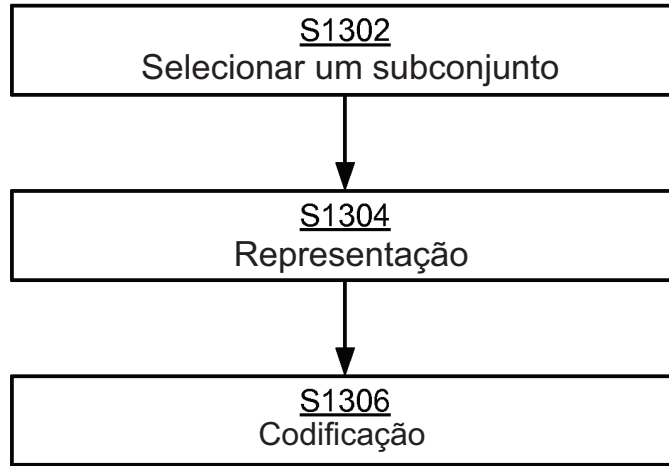
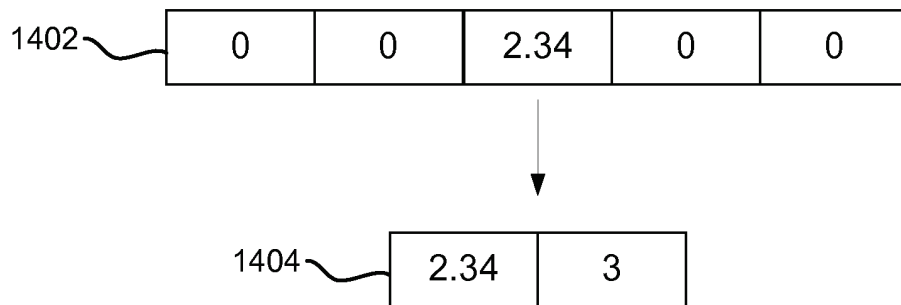
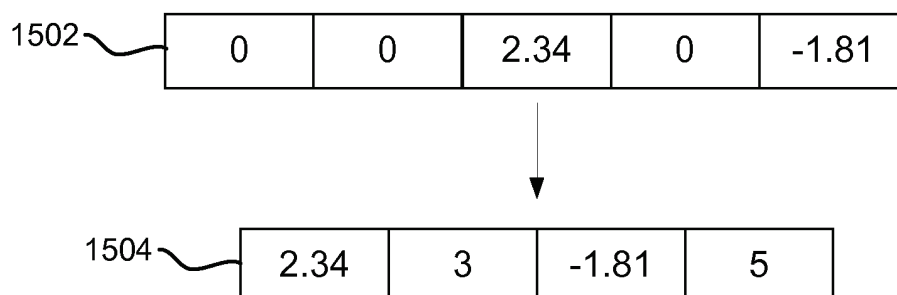


*Fig. 8*

*Fig. 9**Fig. 10*

102'

*Fig. 11**Fig. 12*

*Fig. 13**Fig. 14**Fig. 15*