



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

(11) PI 0915450-7 B1



(22) Data do Depósito: 10/07/2009

(45) Data de Concessão: 10/03/2020

(54) Título: DISPOSITIVO E MÉTODO PARA QUANTIZAR E QUANTIZAR INVERSAMENTE FILTROS DE LPC EM UM SUPERQUADRO

(51) Int.Cl.: G10L 19/12.

(30) Prioridade Unionista: 10/07/2008 US 61/129,669; 27/01/2009 US 61/202,075.

(73) Titular(es): VOICEAGE CORPORATION.

(72) Inventor(es): PHILIPPE GOURNAY; BRUNO BESSETTE; REDWAN SALAMI.

(86) Pedido PCT: PCT CA2009000979 de 10/07/2009

(87) Publicação PCT: WO 2010/003252 de 14/01/2010

(85) Data do Início da Fase Nacional: 10/01/2011

(57) Resumo: DISPOSITIVO E MÉTODO PARA QUANTIZAR E QUANTIZAR INVERSAMENTE FILTROS DE LPC EM UM SUPERQUADRO A presente invenção refere-se a um dispositivo e um método para quantizar, em um superquadro que inclui uma sequência de quadros, os filtros de LPC calculados durante os quadros da sequência. O dispositivo e método de quantização de filtro de LPC compreende: um quantizador absoluto para primeiro quantizar um dos filtros de LPC utilizando uma quantização absoluta; e pelo menos um quantizador dos os outros filtros de LPC utilizando um modo de quantização selecionado do grupo que consiste em quantização absoluta e quantização diferencial em relação a pelo menos um filtro anteriormente quantizado entre os filtros de LPC. Para a quantização inversa, pelo menos o primeiro filtro de LPC quantizado é recebido e um quantizador inverso quantiza inversamente o primeiro filtro de LPC quantizado utilizando uma quantização inversa absoluta. Se qualquer filtro de LPC quantizado outro que o primeiro filtro de LPC quantizado for recebido, um quantizador inverso quantiza inversamente este filtro de LPC quantizado utilizando uma de uma quantização inversa absoluta e uma quantização inversa diferencial em relação a pelo menos um filtro de LPC quantizado anteriormente recebido.

**Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "DISPOSITIVO E MÉTODO PARA QUANTIZAR E QUANTIZAR INVERSA-MENTE FILTROS DE LPC EM UM SUPERQUADRO".**

**CAMPO DA INVENÇÃO**

[001] A presente invenção refere-se à codificação e à decodificação de um sinal de som, por exemplo, um sinal de áudio. Mais especificamente, a presente invenção refere-se a um dispositivo e método para a quantização e quantização inversa de filtros de LPC (Coeficientes de Predição Linear) por exemplo, em um superquadro.

**ANTECEDENTES DA INVENÇÃO**

[002] A demanda por técnica de codificação de voz e de áudio digital eficientes com um bom equilíbrio em qualidade subjetiva e taxa de bits está crescendo em várias áreas de aplicação tais como teleconferências, multimídia, e comunicação sem fio.

[003] Um codificador de fala converte um sinal de fala em um fluxo de bits digital o qual é transmitido por um canal de comunicação ou armazenado em um meio de armazenamento. O sinal de fala a ser codificado é digitalizado, e é amostrado e quantizado utilizando, por exemplo, 16 bits por amostras. Um desafio do codificador de fala é representar as amostras digitais com um menor número de bits enquanto mantendo uma boa qualidade de fala subjetiva. Um decodificador ou sintetizador de fala converte o fluxo de bits transmitido ou armazenando de volta para um sinal de som.

[004] A codificação de Predição Linear Excitada em Código (CELP) é uma das melhores técnicas para conseguir um bom compromisso entre qualidade subjetiva e a taxa de bits. A técnica de codificação de CELP é uma base para diversos padrões de codificação de fala em aplicações tanto sem fio quanto com fio. Na codificação de CELP o sinal de fala é amostrado e processado em sucessivos blocos de L amostras usualmente denominados quadros, onde L é um númer-

ro predeterminado de amostras que corresponde tipicamente a 10-30 ms de fala. Um filtro de predição linear (LP) é computado e transmitido a cada quadro; o filtro de LP é também conhecido como filtro de LPC (coeficientes de predição linear). A computação do filtro de LPC tipicamente utiliza uma antecipação, por exemplo, um segmento de fala 5-15 ms do quadro subsequente. O quadro de L amostras está dividido em blocos menores denominados subquadros. Em cada subquadro, um sinal de excitação é usualmente obtido de dois componentes, uma excitação passada e uma excitação de livro de código fixo, inovadora. A excitação passada é frequentemente referida como a excitação de livro de código adaptável ou de livro de código de passo. Os parâmetros que caracterizam o sinal de excitação são codificados e transmitidos para o decodificador, onde o sinal de excitação é reconstruído e utilizado como a entrada do filtro de LPC.

[005] Em aplicações tais como os fluxos contínuos de multimídia e difusão, pode ser requerido codificar a fala, a música, e o conteúdo misturado a uma baixa taxa de bits. Para este propósito, modelos de codificação foram desenvolvidos os quais combinam uma codificação de CELP otimizada para os sinais de fala com uma codificação de transformação otimizada para os sinais de áudio. Um exemplo de tais modelos é o AMR-WB+ [1], o qual comuta entre CELP e TCX (Excitação Codificada de Transformada). De modo a aperfeiçoar a qualidade de música e de conteúdo misturado, um longo retardo é utilizado para permitir uma resolução de frequência mais fina no domínio de transformação. Em AMR-WB+, um assim denominado superquadro é utilizado o qual consiste em quatro quadros de CELP (tipicamente 80 ms).

[006] Apesar dos parâmetros de codificação de CELP serem transmitidos uma vez a cada 4 quadros em AMR-WB+, a quantização do filtro de LPC é executada separadamente em cada quadro. Também, o filtro de LPC é quantizado com um número fixo de bits por

quadro no caso de quadros de CELP.

[007] Para superar a vantagem acima apresentada, existe uma necessidade para uma técnica que utilize uma quantização de taxa de bits variável dos filtros de LPC a qual explore a estrutura de superquadro de modo a reduzir o número de bits envolvidos na quantização dos filtros de LPC. Também, tal técnica será relevante para os modelos de codificação de voz e de áudio os quais utilizam tanto um superquadro quanto uma estrutura de múltiplos modos tal como o AMR-WB+ [1] e USAC sendo desenvolvido em MPEG.

## SUMÁRIO DA INVENÇÃO

[008] De acordo com um primeiro aspecto da presente invenção, está provido um método para quantizar, em um superquadro que inclui uma sequência de quadros, os filtros de LPC calculados durante os quadros da sequência, em que o método de quantização de filtro de LPC compreende: primeiro quantizar um dos filtros de LPC utilizando uma quantização absoluta; e quantizar os outros filtros de LPC utilizando um modo de quantização selecionado do grupo que consiste em quantização absoluta e quantização diferencial em relação a pelo menos um filtro anteriormente quantizado entre os filtros de LPC.

[009] De acordo com um segundo aspecto da presente invenção, está provido um dispositivo para quantizar, em um superquadro que inclui uma sequência de quadros, os filtros de LPC calculados durante os quadros da sequência, em que o dispositivo de quantização de filtro de LPC compreende: um meio para primeiro quantizar um dos filtros de LPC utilizando uma quantização absoluta; e um meio para quantizar os outros filtros de LPC utilizando um modo de quantização selecionado do grupo que consiste em quantização absoluta e quantização diferencial em relação a pelo menos um filtro anteriormente quantizado entre os filtros de LPC.

[0010] De acordo com um terceiro aspecto da presente invenção,

está provido um método para quantizar inversamente pelo menos um filtro de LPC em um superquadro que inclui uma sequência de quadros cada um associado com um filtro de LPC, em que um dos filtros de LPC é primeiro quantizado utilizando uma quantização absoluta e os outros filtros de LPC são subsequentemente quantizados utilizando um processo de quantização selecionado do grupo que consiste em quantização absoluta e quantização diferencial em relação a pelo menos um filtro anteriormente quantizado entre os filtros de LPC, e em que o método para quantizar inversamente o pelo menos um filtro de LPC compreende: receber pelo menos o primeiro filtro de LPC quantizado; quantizar inversamente o primeiro filtro de LPC quantizado utilizando uma quantização inversa absoluta; e se algum filtro de LPC quantizado outro que o primeiro filtro de LPC quantizado for recebido, quantizar inversamente o dito filtro de LPC quantizado utilizando uma de quantização inversa absoluta e quantização inversa diferencial em relação a pelo menos um filtro de LPC quantizado anteriormente recebido.

[0011] De acordo com um quarto aspecto da presente invenção, está provido um dispositivo para quantizar inversamente pelo menos um filtro de LPC em um superquadro que inclui uma sequência de quadros cada um associado com um filtro de LPC, em que um dos filtros de LPC é primeiro quantizado utilizando uma quantização absoluta e os outros filtros de LPC são subsequentemente quantizados utilizando um processo de quantização selecionado do grupo que consiste em quantização absoluta e quantização diferencial em relação a pelo menos um filtro anteriormente quantizado entre os filtros de LPC, e em que o dispositivo para quantizar inversamente o pelo menos um filtro de LPC compreende: um meio para receber pelo menos o primeiro filtro de LPC quantizado; um meio para quantizar inversamente o primeiro filtro de LPC quantizado utilizando uma quantização inversa absoluta; e se algum filtro de LPC quantizado outro que o primeiro filtro de

LPC quantizado for recebido, um meio para quantizar inversamente o dito filtro de LPC quantizado utilizando uma de quantização inversa absoluta e quantização inversa diferencial em relação a pelo menos um filtro de LPC quantizado anteriormente recebido.

[0012] Os acima e outros objetivos, vantagens e características da presente invenção ficarão mais aparente quando da leitura da descrição não restritiva seguinte de suas modalidades ilustrativas, dadas por meio de exemplo somente com referência aos desenhos acompanhantes.

## BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[0013] Nos desenhos anexos:

[0014] figura 1 é um diagrama de blocos que ilustra um quantizador de filtro de LPC diferencial absoluto e de múltiplas referências e um método de quantização;

[0015] figura 2 é um diagrama esquemático que ilustra um esquema de quantização de loop aberto;

[0016] figura 3 é um fluxograma que ilustra um dispositivo e método para determinar os filtros de LPC a serem transmitidos em uma configuração na qual quatro (4) filtros de LPC são utilizados e transmitidos em um superquadro;

[0017] figura 4a é uma janela de análise de LPC típica e uma posição de centro de análise de LPC típica quando um filtro de LPC é estimado por quadro (ou superquadro), em um codec baseado em LPC, em que LPC0 corresponde ao último filtro de LPC calculado durante o quadro (ou superquadro) anterior;

[0018] figura 4b é uma janela de análise de LPC típica quando quatro (4) filtros de LPC são estimados por quadro (ou superquadro), em um codec baseado em LPC, em que a janela de análise de LPC está centrada no final do quadro;

[0019] figura 5 um fluxograma que ilustra um exemplo de um es-

quema de quantização fora do loop;

[0020] figura 6 é um diagrama de blocos esquemático de um quantizador de LPC algébrico ponderado e um método de quantização;  
 [0021] figura 7 é um diagrama de blocos esquemático de um quantizador inverso de LPC algébrico ponderado e um método de quantização inversa;

[0022] figura 8 é um diagrama de blocos esquemático de um quantizador e um método de quantização; e

[0023] figura 9 é um diagrama de blocos esquemático de um decodificador e um método de decodificação.

### **DESCRIÇÃO DETALHADA**

#### **QUANTIZAÇÃO DIFERENCIAL COM UMA ESCOLHA DE REFERÊNCIAS POSSÍVEIS**

[0024] Uma quantização diferencial com uma escolha entre diversas referências possíveis é utilizada. Mais especificamente, um filtro de LPC é diferencialmente quantizado em relação a diversas referências possíveis.

[0025] Filtros de LPC consecutivos são conhecidos por exibirem um certo grau de correlação. Para se aproveitar desta correlação, os quantizadores de LPC geralmente fazem uso de predição. Ao invés de quantizar o vetor de Coeficientes de Predição Linear (vetor de LPC) que representa o filtro de LPC diretamente, um quantizador diferencial (ou preditivo) primeiro computa um valor predito deste vetor de LPC e, então, quantiza a diferença (frequentemente denominada residual de predição) entre o vetor de LPC original e o vetor de LPC predito.

[0026] A predição está normalmente baseada em valores anteriores do filtro de LPC. Dois tipos de preditores são comumente utilizados: preditores de média móvel (MA) e autorregressivos (AR). Apesar dos preditores AR serem frequentemente mais eficientes na redução de norma L2 (quadrado médio) dos dados a serem quantizados do que

os preditores MA, os últimos são algumas vezes úteis porque estes têm menos tendência à propagação de erro no caso de erros de transmissão [2].

[0027] Como a norma L2 do residual de predição é na média mais baixa do que a norma L2 do vetor de LPC original (a razão entre os dois dependendo do grau de preditabilidade do filtro de LPC), um quantizador diferencial (ou preditivo) pode conseguir o mesmo grau de desempenho que um quantizador absoluto, mas a uma taxa de bits mais baixa.

[0028] Na média, a predição é realmente eficiente na redução da norma L2 dos dados a serem quantizados. Este comportamento não é constante, no entanto; a predição é muito mais eficiente durante os segmentos de sinal estáveis do que durante os segmentos transicionais. A predição pode até levar a valores de norma L2 aumentados quando os filtros de LPC mudam rapidamente. Algum aperfeiçoamento de desempenho pode ser conseguido pela consideração de dois preditores diferentes, um para os segmentos altamente preditivos, ou outro para segmentos menos preditivos [3, 4]. Como mencionado na descrição acima, esta técnica utiliza somente valores passados do filtro de LPC.

[0029] Para superar este problema, é proposto quantizar diferencialmente um filtro de LPC em relação a uma referência, por exemplo, um filtro de referência, escolhido entre um número de possíveis referências. Os filtros de referência possível já são filtros de LPC quantizados anteriores ou futuros (com isto disponíveis no codificador como no codificador), ou os resultados de várias operações de extração ou interpolação aplicadas a filtros de LPC já quantizados anteriores ou futuros. O filtro de referência que provê a distorção inferior a uma dada taxa, ou a taxa de bits mais baixa para um dado nível de distorção alvo, é selecionado.

[0030] A figura 1 é um diagrama de blocos que ilustra um dispositivo e método de quantização de filtro de LPC de múltiplas referências. Um dado de filtro de LPC 101 representado por um vetor de Coeficientes de Predição Linear é inserido no dispositivo e método de quantização de filtro de LPC de múltiplas referências. O filtro de LPC de entrada 101 é diferencialmente quantizado com relação a uma referência escolhida entre um número de possíveis referências 1, 2, ..., n. As possíveis referências compreendem:

- filtros de LPC quantizados anteriores ou futuros;
- o resultado de operações de extração ou de interpolação aplicadas aos filtros de LPC quantizados anteriores ou futuros; ou
- qualquer valor quantizado disponível tanto no codificador quanto no decodificador.

[0031] Como um exemplo não limitativo, a entrada do filtro de LPC 101 pode ser diferencialmente quantizada com relação ao filtro de LPC quantizado anterior, o filtro de LPC quantizado seguinte, ou um valor médio daqueles dois filtros de LPC quantizados anterior e seguinte. Uma referência pode também ser um filtro de LPC quantizado utilizando um quantizador absoluto, ou o resultado de qualquer tipo de extração, extração ou predição (AR ou MA) aplicada a filtros de LPC já quantizados.

[0032] Operações 102 e 1031, 1032, ..., 103n: Ainda referindo-se à figura 1, o filtro de LPC de entrada 101 é suprido para um quantizador absoluto (Operação 102) e para os quantizadores diferenciais (Operações 1031, 1032, ..., 103n). O quantizador absoluto (Operação 102) quantiza o valor absoluto (não uma diferença) do filtro de LPC de entrada 101. Os quantizadores diferenciais (Operações 1031, 1032, ..., 103n) são projetados para quantizar diferencialmente o filtro de LPC de entrada 101 com relação a respectivas referências 1, 2, ..., n.

[0033] Operação 104: o dispositivo e método de quantização de

filtro de LPC de múltiplas referências da figura 1 comprehende um seletor para selecionar uma referência entre as referências 1, 2, ..., n que provenha o nível de distorção mais baixo a uma dada taxa de bits, ou a taxa de bits mais baixa para um dado nível de distorção alvo. Mais especificamente, o seletor (Operação 104) utiliza um critério de seleção que minimiza a taxa de bits para conseguir um certo nível de distorção alvo, ou que minimiza o nível de distorção produzido a uma dada taxa de bits.

[0034] Na Operação 104, a seleção de uma referência entre as referências 1, 2, ..., n a ser realmente utilizada no processo de quantização diferencial podem ser executadas em loop fechado ou loop aberto.

[0035] Em loop fechado, todas as referências possíveis são tentadas e a referência que otimiza um certo critério de distorção ou taxa de bits é escolhida. Por exemplo, a seleção de loop fechado pode estar baseada na minimização de um erro quadrado médio ponderado entre o vetor de LPC de entrada e o vetor de LPC quantizado que corresponde a cada referência. Também, a distorção espectral entre o vetor de LPC de entrada e o vetor de LPC quantizado pode ser utilizada. Alternativamente, a quantização que utiliza as possíveis referências são executadas enquanto mantendo uma distorção sob um certo limite, e a referência que ambos atendem com este critério e utiliza o menor número de bits é escolhida. Como será explicado na descrição seguinte, um quantizador de vetor algébrico de taxa de bits variável pode ser utilizado para quantizar o vetor residual escalado (a diferença entre o vetor de LPC de entrada e a referência) o qual utiliza uma certa quantidade de bits com base na energia do vetor residual escalado. Neste caso, a referência a qual gera o menor número de bits é escolhida.

[0036] Em loop aberto, o seletor da Operação 104 predetermina a

referência com base no valor dos coeficientes de produção linear do filtro de LPC de entrada a ser quantizado e dos Coeficientes de Predição Linear dos filtros de LPC de referência disponíveis. Por exemplo, a norma L2 do vetor residual é computada para todas as referências e a referência que gera o menor valor é escolhida.

[0037] Operação 105: Após a seleção de uma das referências 1, 2, ..., n pela Operação 104, um transmissor (Operação 105) comunica ou sinaliza para o decodificador (não mostrado) o filtro de LPC quantizado (não mostrado) como um índice indicativo do modo de quantização (suboperação 1051), por exemplo uma quantização absoluta ou diferencial. Também, quando a quantização diferencial é utilizada, o transmissor (Operação 105) comunica ou sinaliza para o decodificador os índices representativos da referência selecionada e do quantizador diferencial associado das Operações 1031, 1032, ..., 103n (suboperação 1052). Alguns bits específicos são transmitidos para o decodificador para tal sinalização.

[0038] Utilizando um número de diferentes referências possíveis torna a quantização diferencial mais eficiente em termos de redução da norma L2 de residual de predição comparado com restringir a valores passados somente como na predição convencional. Também, para um dado nível de distorção alvo, esta técnica é mais eficiente em termos de taxa de bits média.

### **QUANTIZAÇÃO ABSOLUTA OU DIFERENCIAL COMUTADA**

[0039] De acordo com um segundo aspecto, uma quantização absoluta / diferencial (ou preditiva) comutada é utilizada. A figura 1 ilustra um exemplo de um esquema absoluto / diferencial o qual seleciona entre um quantizador absoluto (Operação 102) e n quantizadores diferenciais (Operações 1031, 1032, ..., 103n) utilizando as respectivas referências diferentes 1, 2, ..., n. Novamente, a seleção de um quantizador pode ser feita pelo seletor da Operação 104 entre os quantiza-

dores absolutos e diferenciais (Operações 102 e 1031, 1032, ..., 103n), em que o quantizador selecionado, de acordo com o critério de seleção, minimizará o nível de distorção produzido a uma dada taxa de bits ou minimizará a taxa de bits para conseguir um nível de distorção alvo.

[0040] Alguns filtros de LPC podem ser codificados utilizando o quantizador absoluto (Operação 102). Os outros filtros de LPC são codificados diferencialmente com relação a um ou diversos filtros de LPC de referência nos quantizadores diferenciais (Operações 1031, 1032, ..., 103n).

[0041] O quantizador absoluto (Operação 102) pode ser utilizado como uma solução de rede de segurança para os filtros de LPC de outro modo diferencialmente quantizados, por exemplo, no caso de grandes desvios de LPC ou quando o quantizador absoluto (Operação 102) é mais eficiente dos que os quantizadores diferenciais (Operações 1031, 1032, ..., 103n) e, termos de taxa de bits. O(s) filtro(s) de LPC de referência pode(m) estar todos dentro do mesmo superquadro para evitar introduzir dependências entre os superquadros o que usualmente apresentam problemas no caso de erros de transmissão (perdas de pacote ou apagamentos de quadro).

[0042] Como explicado na descrição acima, a utilização de predição em quantização de LPC leva a uma norma L2 reduzida dos dados a serem quantizados e consequentemente a redução em taxa de bits média para conseguir um certo nível de desempenho. A predição não é sempre igualmente eficiente, no entanto. Em LPC comutado [3, 4], uma pré-classificação do filtro de LPC é executada e diferentes preditores são utilizados dependendo da preditabilidade do filtro de LPC a ser quantizado. No entanto, esta técnica foi desenvolvida no contexto de uma taxa de bits fixa, os dois quantizadores diferenciais requerendo o mesmo número de bits para codificar um filtro de LPC.

[0043] Também, podem ser providos um ou diversos quantizado-

res absolutos (Operação 102). Mais ainda, podem ser providos um ou diversos quantizadores (preditivos) diferenciais (Operações 1031, 1032, ..., 103n). Diversos quantizadores diferenciais (Operações 1031, 1032, ..., 103n) envolvem diversas possíveis referências tais como 1, 2, ..., n e/ou diversos tamanhos e/ou estruturas de quantizador diferencial.

[0044] Como descrito na descrição acima, quando diversos quantizadores diferenciais (Operações 1031, 1032, ..., 103n) são utilizados, a seleção do quantizador diferencial real a ser utilizado pode ser executada em um processo de seleção de loop aberto ou de loop fechado.

[0045] Quando a quantização diferencial não consegue obter um nível alvo de distorção, ou quando a quantização absoluta requer um número de bits menor do que a quantização diferencial para conseguir aquele nível de distorção, a quantização é utilizada como uma solução de rede de segurança. Um ou diversos bits, dependendo do número de quantizadores absolutos e diferenciais possíveis é(são) transmitido(s) através do transmissor (Operação 105) para indicar para o decodificador (não mostrado) o quantizador real que está sendo utilizado.

[0046] A quantização absoluta / diferencial combina as vantagens da quantização preditiva (redução em taxa de bits associada com a redução da norma L2 dos dados a serem quantizados) com a generalidade da quantização absoluta (a qual é utilizada como uma rede de segurança no caso da quantização diferencial (ou preditiva) não atingir um alvo, por exemplo, um nível de distorção imperceptível).

[0047] Quando diversos quantizadores diferenciais (Operações 1031, 1032, ..., 103n) estão incluídos, estes quantizadores diferenciais podem fazer uso ou de um mesmo preditor ou de preditores diferentes. Especificamente, mas não exclusivamente, estes diversos quantizadores diferenciais podem utilizar os mesmos coeficientes de predição ou coeficientes de predição diferentes.

[0048] O decodificador comprehende um meio para receber e extraír do fluxo de bits, por exemplo, um demultiplexador, (a) o filtro de LPC quantizado e (b) o índice (índices) ou informações:

- sobre o modo de quantização para determinar se o filtro de LPC foi quantizado utilizando uma quantização absoluta ou uma quantização diferencial; e
- sobre a referência entre a pluralidade de possíveis referências que foram utilizadas para quantizar o filtro de LPC.

[0049] Se as informações sobre o modo de quantização indicarem que o filtro de LPC foi quantizado utilizando uma quantização absoluta, um quantizador inverso absoluto (não mostrado) está provido para quantizar inversamente o filtro de LPC quantizado. Se as informações sobre o modo de quantização indicarem que o filtro de LPC foi quantizado utilizando uma quantização diferencial, um quantizador inverso diferencial (não mostrado) então quantiza inversamente o filtro de LPC diferencialmente quantizado de múltiplas referências utilizando a referência que corresponde às informações de referência extraídas.

### **ESQUEMA DE QUANTIZAÇÃO FORA DO LOOP**

[0050] O codec AMR-WB+ é um codec híbrido que comuta entre um modelo de codificação de domínio de tempo com base no esquema de codificação de ACELP, e um modelo de codificação de domínio de transformada denominado TCX. O AMR-WB+ procede como segue [1]:

- o sinal de entrada é segmentado em superquadros de quatro (4) quadros;
- cada superquadro é codificado utilizando uma combinação de quatro (4) modos de codificação possíveis, cada modo de codificação cobrindo uma duração diferente:
  - ACELP (que cobre uma duração de um (1) quadro);
  - TCX256 (que cobre uma duração de um (1) quadro);

- TCX512 (que cobre uma duração de dois (2) quadros);
- TCX1024 (que cobre uma duração de quatro (4) quadros).

[0051] Existem, portanto, 26 combinações de modo possíveis para codificar cada superquadro.

[0052] Para um dado superquadro, a combinação de modos a qual minimiza o erro ponderado total é determinada por um procedimento de seleção de modo de "loop fechado". Mais especificamente, ao invés de testar as 26 combinações, a seleção do modo é executada através de onze (11) diferentes tentativas (pesquisa de árvore, vide Tabela 1). No codec AMR-WB+ a seleção de loop fechado está baseada em minimizar o erro quadrado médio entre a entrada e o sinal de codec em um domínio ponderado (ou maximizar a razão de sinal para ruído de quantização).

Tentativa	Quadro 1	Quadro 2	Quadro 3	Quadro 4
1	ACELP			
2	TCX256			
3		ACELP		
4		TCX256		
5	TCX512			
6			ACELP	
7			TCX256	
8				ACELP
9				TCX256
10			TCX512	
11	TCX1024			

**Tabela 1 - As 11 tentativas para seleção de modo de loop fechado em AMR-WB+**

[0053] Os filtros de LPC são um dos vários parâmetros transmitidos pelo codec de AMR-WB+. A seguir estão alguns elementos chave relativos à quantização e transmissão destes filtros de LPC.

[0054] Apesar dos diferentes modos de codificação não cobrirem o mesmo número de quadros, o número de filtros de LPC transmitidos para o decodificador é o mesmo para todos os modos de codificação e igual a 1. Somente o filtro de LPC que corresponde ao final do segmento coberto é transmitido. Mais especificamente, no caso de TCX1024, um (1) filtro de LPC é calculado e transmitido por uma duração de quatro (4) quadros. No caso de TCX512, um (1) filtro de LPC é calculado e transmitido por uma duração de dois (2) quadros. No caso de TCX256 ou ACELP, um (1) filtro de LPC é calculado e transmitido pela duração de um (1) quadro.

[0055] O codec de AMR-WB+ utiliza um primeiro quantizador de LPC preditivo (média móvel de primeira ordem). A operação do último quantizador depende do filtro de LPC anteriormente transmitido, e consequentemente do modo de codificação anteriormente selecionado. Portanto, como a combinação de modos exata não é conhecida até que o superquadro inteiro seja codificado, alguns filtros de LPC são codificados diversas vezes antes que a combinação de modos final seja determinada.

[0056] Por exemplo, o filtro de LPC localizado no final do quadro 3 é transmitido para o decodificador somente quando o terceiro quadro é codificado como ACELP ou TCX256. Este não é transmitido quando os quadros 3 e 4 são juntamente codificados utilizando o TCX512. Com referência ao filtro de LPC localizado no final do quadro 2, este é transmitido em todas as combinações de modos exceto em TCX1024. Portanto, a predição executada quando quantizando o último filtro de LPC dos superquadros depende dos modos de combinação para todo o superquadro.

[0057] O princípio da técnica descrita é que a ordem na qual os filtros de LPC são quantizados é escolhida de modo que, uma vez que a decisão de loop fechado é finalizada, as informações de quantização

que correspondem aos filtros de LPC desnecessários podem ser puladas da transmissão sem nenhum efeito sobre o modo que os outros filtros serão transmitidos e decodificados no decodificador. Para cada filtro de LPC a ser quantizado utilizando a estratégia de quantização diferencial acima descrita, isto impõe algumas restrições sobre os filtros de LPC de referência possíveis.

[0058] O seguinte exemplo é dado com referência à figura 2.

[0059] Operação 1 da figura 2: para evitar quaisquer dependências intersuperquadros, pelo menos um filtro de LPC é quantizado utilizando um quantizador de LPC absoluto. Como o filtro LPC4 do quadro 4 do superquadro é sempre transmitido qualquer que seja a combinação de modo de codificação determinada pelo procedimento de seleção de loop fechado, é conveniente quantizar aquele filtro LPC4 utilizando um quantizador absoluto.

[0060] Operação 2 da figura 2: o próximo filtro de LPC a ser quantizado é o filtro LPC2 do quadro 2 do superquadro o qual é transmitido para todas as combinações de modos exceto para TCX1024. Um quantizador diferencial pode ser utilizado, por exemplo, para codificar a diferença entre o filtro LPC2 e a versão quantizada absoluta do filtro LPC4. O mesmo quantizador absoluto que utilizado para codificar o filtro LPC4 pode também ser utilizado como uma solução de rede de segurança, por exemplo, no caso de grandes desvios de LPC ou quando o quantizador de LPC absoluto é mais eficiente do que o quantizador diferencial em termos de taxa de bits e/ou nível de distorção.

[0061] Operação 3 da figura 2: os dois filtros de LPC restantes (o filtro LPC1 do quadro 1 do superquadro e o filtro LPC3 do quadro 3 do superquadro) são também quantizados utilizando a mesma estratégia de quantização diferencial / absoluta. Ambos os filtros de LPC podem ser quantizados em relação à versão quantizada do filtro LPC2. Algumas estratégias alternativas estão aqui abaixo fornecidas.

[0062] A figura 5 é um fluxograma que ilustra em mais detalhes um exemplo de um esquema de quantização de fora do loop.

[0063] Operação 501: um quantizador absoluto quantiza o filtro LPC4.

[0064] Operação 502: a Operação 502 é opcional e utilizada em um primeiro quadro de codificação baseado em LPC após um quadro de codificação não baseado em LPC. Um quantizador absoluto quantiza o filtro LPC0 ou um quantizador diferencial quantiza diferencialmente o filtro LPC0 em relação ao filtro LPC4 quantizado. O filtro LPC0 é o último filtro de LPC (LPC4) do superquadro anterior e pode ser utilizado como uma referência possível para quantizar os filtros LPC1 a LPC4.

[0065] Operação 503: um quantizador absoluto quantiza o filtro LPC2 ou um quantizador diferencial quantiza diferencialmente o filtro LPC2 em relação ao filtro LPC4 quantizado utilizado como referência.

[0066] Operação 504: um quantizador absoluto quantiza o filtro LPC1, um quantizador diferencial quantiza diferencialmente o filtro LPC1 em relação ao filtro LPC2 quantizado utilizado como referência, ou um quantizador diferencial quantiza diferencialmente o filtro LPC1 em relação a (filtro LPC2 quantizado + filtro LPC0 quantizado) /2 utilizado como referência.

[0067] Operação 505: um quantizador absoluto quantiza o filtro LPC3, um quantizador diferencial quantiza diferencialmente o filtro LPC3 em relação ao filtro LPC2 quantizado utilizado como referência, um quantizador diferencial quantiza diferencialmente o filtro LPC3 em relação ao filtro LPC2 quantizado como referência ou um quantizador diferencial quantiza diferencialmente o filtro LPC3 em relação a (filtro LPC2 quantizado + filtro LPC4 quantizado) /2 utilizado como referência.

[0068] A figura 3 é um fluxograma que ilustra a determinação de

filtros de LPC a serem transmitidos em uma configuração onde quatro (4) filtros de LPC podem ser calculados e transmitidos em um superquadro.

[0069] Primeiro de tudo deve ter-se em mente que o filtro LPC1 quantizado é transmitido somente quando ACELP o/ou TCX256 é selecionado para a primeira metade do superquadro. Similarmente, o filtro LPC3 é transmitido somente quando ACELP o/ou TCX256 é selecionado para a segunda metade daquele superquadro.

[0070] Operação 301: o filtro LPC1 do quadro 1 do superquadro, o filtro LPC2 do quadro 2 do superquadro, o filtro LPC3 do quadro 3 do superquadro, e o filtro LPC4 do quadro 4 do superquadro são quantizados utilizando, por exemplo, a estratégia de quantização ilustrada e descrita em relação às figuras 2 e 5. É claro, outras estratégias de quantização são possíveis.

[0071] Operação 302: uma seleção de loop fechado dos modos de codificação como aqui acima descrito é executada.

[0072] Operação 303. o filtro LPC4 quantizado é transmitido para o decodificador, por exemplo, através do transmissor 105 da figura 1. O decodificador compreende:

- um meio para receber e extrair do fluxo de bits recebido, por exemplo, um demultiplexador, o filtro LPC4 quantizado; e
- um quantizador inverso absoluto suprido com o filtro LPC4 quantizado para uma quantização inversa do filtro LPC4 quantizado.

[0073] Operação 304: se o superquadro for codificado utilizando o modo TCX1024, nenhuma transmissão adicional é requerida.

[0074] Operação 305: se o primeiro, o segundo, o terceiro e o quarto quadros do superquadro não forem codificados utilizando o modo TCX1024, o filtro LPC2 quantizado e um índice indicativo de um do modo de quantização absoluta e do modo de quantização diferencial são transmitidos para o decodificador, por exemplo, através do

transmissor 105 da figura 1. O decodificador comprehende:

- um meio para receber e extrair do fluxo de bits recebido, por exemplo, um demultiplexador, o filtro LPC2 quantizado e o índice indicativo de um do modo de quantização absoluta e do modo de quantização diferencial; e

- um quantizador inverso absoluto suprido com o filtro LPC2 quantizado e o índice indicativo do modo de quantização absoluta para quantizar inversamente o filtro LPC2 quantizado, ou um quantizador inverso diferencial suprido com o filtro LPC2 quantizado e o índice indicativo do modo de quantização diferencial para quantizar inversamente o filtro LPC2 quantizado.

[0075] Operação 306: se os quadros 1 e 2 do superquadro forem codificados utilizando o modo TCX512, o filtro LPC1 quantizado não é transmitido para o decodificador.

[0076] Operação 307: se os quadros 1 e 2 do superquadro não forem codificados utilizando o modo TCX512, isto é, se os quadros 1 e 2 do superquadro forem codificados utilizando ACELP ou TCX256, o filtro LPC1 quantizado, e um índice indicativo de um do modo de quantização absoluta, do modo de quantização diferencial relativo ao filtro LPC2 quantizado utilizado como referência, e o modo de quantização diferencial relativo a  $(\text{filtro LPC2 quantizado} + \text{filtro LPC0 quantizado})/2$  utilizado como referência são transmitidos para o decodificador, por exemplo, através do transmissor 105 da figura 1. O decodificador comprehende:

- um meio para receber e extrair do fluxo de bits recebido, por exemplo, um demultiplexador, o filtro LPC1 quantizado e o índice indicativo de um do modo de quantização absoluta, do modo de quantização diferencial relativo ao filtro LPC2 quantizado utilizado como referência, e o modo de quantização diferencial relativo a  $(\text{filtro LPC2 quantizado} + \text{filtro LPC0 quantizado})/2$  utilizado como referência; e

- um quantizador inverso absoluto suprido com o filtro LPC1 quantizado e o índice indicativo de um do modo de quantização absoluta, do modo de quantização referencial relativo ao filtro LPC2 quantizado utilizado como referência, e o modo de quantização diferencial relativo a ( $\text{filtro LPC2 quantizado} + \text{filtro LPC0 quantizado}$ ) /2 utilizado como referência para quantizar inversamente o filtro LPC1 quantizado.

[0077] Operação 308: se os quadros 3 e 4 do superquadro forem codificados utilizando o modo TCX512, o filtro LPC3 quantizado não é transmitido para o decodificador.

[0078] Operação 309: se os quadros 3 e 4 do superquadro não forem codificados utilizando o modo TCX512, isto é, se os quadros 3 e 4 do superquadro forem codificados utilizando ACELP ou TCX256, o filtro LPC3 quantizado, e um índice indicativo de um do modo de quantização absoluta, do modo de quantização diferencial relativo ao filtro LPC2 quantizado utilizado como referência, do modo de quantização diferencial relativo ao filtro LPC4 quantizado utilizado como referência, e do modo de quantização diferencial relativo a ( $\text{filtro LPC2 quantizado} + \text{filtro LPC4 quantizado}$ ) /2 utilizado como referência são transmitidos para o decodificador, por exemplo, através do transmissor 105 da figura 1. O decodificador comprehende:

- um meio para receber e extraír do fluxo de bits recebido, por exemplo, um demultiplexador, o filtro LPC3 quantizado e o índice indicativo de um do modo de quantização absoluta, do modo de quantização diferencial relativo ao filtro LPC2 quantizado utilizado como referência, do modo de quantização diferencial relativo ao filtro LPC4 quantizado utilizado como referência, e do modo de quantização diferencial relativo a ( $\text{filtro LPC2 quantizado} + \text{filtro LPC4 quantizado}$ ) /2 utilizado como referência; e

- um quantizador inverso absoluto suprido com o filtro LPC3 quantizado e o índice indicativo de um do modo de quantização abso-

luta, do modo de quantização referencial relativo ao filtro LPC2 quantizado utilizado como referência, do modo de quantização diferencial relativo ao filtro LPC4 quantizado utilizado como referência, e do modo de quantização diferencial relativo a (filtro LPC2 quantizado + filtro LPC4 quantizado) /2 utilizado como referência para quantizar inversamente o filtro LPC3 quantizado.

[0079] Alguns benefícios da solução acima descrita compreendem:

- quantizar o conjunto inteiro de filtros de LPC antes da seleção de loop fechado dos modos de codificação economiza complexidade;

- utilizar um quantizador diferencial no esquema de quantização global conserva parte da economia de taxa de bits que foi ganha, por exemplo, pelo quantizador preditivo no esquema de quantização AMR-WB+ original.

[0080] As seguintes variantes podem ser utilizadas para construir os filtros de LPC de referência que são utilizados nos quantizadores diferenciais (Operações 103<sub>1</sub>, 103<sub>2</sub>, ..., 103<sub>n</sub>):

- se a dependência intersuperquadro não for um problema, o último filtro de LPC (LPC4) do superquadro anterior (LPC0) pode ser utilizado como uma possível referência para codificar os filtros LPC1 a LPC4;

- quando diferentes filtros de LPC de referência estão disponíveis, por exemplo, o filtro LPC0 e LPC4 quando codificando o filtro LPC2, um padrão de bits específico pode ser transmitido para o decodificador para indicar qual das referências é realmente utilizada. Por exemplo, a seleção da referência pode ser executada como aqui acima descrito com referência à figura 1, por exemplo, com base em uma distância ou uma medição de taxa de bits.

- quando diferentes filtros de LPC de referência estão disponíveis, filtros de LPC de referência secundários adicionais podem

ser obtidos pela aplicação de vários esquemas de extrapolações ou interpolações aos filtros de LPC de referência já disponíveis. Um padrão de bits específico pode ser transmitido para indicar a estratégia de interpolação ou extração real selecionada pelo codificador. Por exemplo, o filtro LPC3 pode ser quantizado diferencialmente com relação às versões quantizadas ou do filtro LPC2 ou LPC4, ou mesmo com relação a um valor interpolado (por exemplo, médio) entre estes dois filtros LPC2 e LPC4 quantizados (vide Operação 505 da figura 5).

[0081] O esquema de quantização "fora do loop" acima descrito pode ser estendido para codificar mais do que quatro (4) filtros de LPC: por exemplo, para quantizar e transmitir o filtro LPC0 juntamente com o superquadro. Neste caso, o filtro LPC0 que corresponde ao último filtro de LPC (LPC4) calculado durante o superquadro anterior poderia ser, como um exemplo não limitativo, quantizado em relação ao filtro LPC4 já que este filtro LPC4 está sempre disponível como uma referência. O filtro LPC0 quantizado é transmitido para o decodificador juntamente com um índice indicativo de um do modo de quantização absoluta e do modo de quantização diferencial. O decodificador comprehende:

- um meio para receber e extraer do fluxo de bits recebido, por exemplo, um demultiplexador, o filtro LPC0 quantizado, e o índice indicativo de um do modo de quantização absoluta e do modo de quantização diferencial; e

- um quantizador inverso absoluto suprido com o filtro LPC0 quantizado e o índice indicativo do modo de quantização absoluta para quantizar inversamente o filtro LPC0 quantizado ou um quantizador inverso diferencial suprido como o filtro LPC0 quantizado, e o índice indicativo do modo de quantização diferencial para quantizar inversamente o filtro LPC0 quantizado.

[0082] Transmitir o filtro LPC0 para o decodificador é útil para ini-

cializar um codec baseado em LPC no caso de comutar de um modo de codificação não baseado em LPC para um modo de codificação baseado em LPC. Exemplos de modos de codificação não baseados em LPC são: módulo de código de pulso (PCM), e codificação de transformada utilizada, por exemplo, por MP3 e pelo codec de áudio avançado AAC. Exemplos dos modos de codificação baseados em LPC são: predição linear excitada em código (CELP) e CELP algébrico (ACELP) utilizado pelo codec AMR-WB+ [1].

[0083] Nos codecs baseados em LPC, um ou diversos filtros de LPC por quadro (ou por superquadro) são estimados e transmitidos para o decodificador. Quando um único filtro de LPC por quadro é estimado e transmitido, este filtro de LPC é mais frequentemente estimado utilizando uma janela de análise de LPC centrada no final do quadro como representado na figura 4a. Quando diversos filtros de LPC são transmitidos por quadro (ou por superquadro como no codec AMR-WB+), estes são mais frequentemente estimados em posições regularmente espaçadas sobre o comprimento do quadro como representado na figura 4b. O filtro LPC0 nas figuras 4a e 4b é de fato o último filtro de LPC do quadro (ou superquadro) anterior o qual é quantizado e transmitido para o decodificador.

[0084] Os codecs baseados em LPC típicos geralmente utilizam valores interpolados para os filtros de LPC. No exemplo da figura 4a, por exemplo, o codec baseado em LPC tipicamente dividiria o quadro em quatro (4) subquadros e utilizaria um filtro de LPC interpolado diferente para cada subquadro, o filtro de LPC do primeiro subquadro sendo mais próximo do filtro LPC0 e o filtro de LPC do 4o subquadro sendo mais próximo do filtro LPC1.

[0085] Em um codec o qual comuta de um modo codificação não baseado em LPC para um modo de codificação baseado em LPC, o filtro LPC0 utilizado para operar o codec baseado em LPC normalmen-

te não está disponível no primeiro quadro após a comutação do modo de codificação não baseado em LPC para o modo de codificação baseado em LPC.

[0086] Neste contexto, está proposto prover um valor para o filtro LPC0 o qual esteja disponível tanto no codificador quanto no decodificador quando codificando e decodificando o primeiro quadro após a comutação do modo de codificação não baseado em LPC para o modo de codificação baseado em LPC. Mais especificamente, o valor do filtro LPC0 é obtido no decodificador dos parâmetros transmitidos do codificador.

[0087] De acordo com uma primeira solução, o filtro LPC0 é determinado no codificador (utilizando a análise de LPC bem-conhecida daqueles versados na técnica), quantizado e transmitido para o decodificador após a comutação do modo de codificação não baseado em LPC para o modo de codificação baseado em LPC ter sido decidida. O decodificador utiliza o valor quantizado transmitido e o filtro LPC0. Para quantizar o filtro LPC0 eficientemente, o esquema de quantização fora do loop como acima descrito, estendido para mais do que quatro (4) filtros de LPC pode ser utilizado.

[0088] O seguinte descreve a segunda e a terceira soluções para estimar o filtro LPC0 e o decodificador de parâmetros transmitidos:

- estimativa do filtro LPC0 dos outros filtros de LPC transmitidos utilizando, por exemplo, uma extração; e

- estimativa do filtro LPC0 dos outros parâmetros transmitidos. Por exemplo, o filtro LPC0 pode ser estimado aplicando o procedimento de análise de LPC convencional no sinal decodificado passado, e mais especificamente a saída do decodificador comutado antes da comutação do modo de codificação não baseado em LPC para o modo de codificação baseado em LPC.

## **QUANTIZAÇÃO COM UM QUANTIZADOR DE VETOR ALGÉBRICO**

## UNIFORME

[0089] O princípio de quantização de vetor estocástico é pesquisar um livro de códigos de vetores pelo vizinho mais próximo (geralmente em termos de distância Euclidiana ou distância Euclidiana ponderada) do vetor a ser quantizado. Quando quantizando os filtros de LPC nos domínios de LSF (Frequência Espectral de Linha) ou ISF (Frequência Espectral de Imitância), uma distância Euclidiana ponderada é geralmente utilizada, cada componente do vetor sendo ponderado diferentemente dependendo de seu valor e do valor dos outros componentes [5]. O propósito desta ponderação é fazer a minimização da distância Euclidiana comportar-se tão proximamente quanto possível como uma minimização da distorção espectral. Ao contrário de um quantizador estocástico, um quantizador de vetor algébrico uniforme não executa uma pesquisa exaustiva de um livro de códigos. É, portanto, difícil introduzir uma função de ponderação na computação de distância.

[0090] Na solução aqui proposta, os filtros de LPC são quantizados, como um exemplo não limitativo, no domínio de LSF. Um meio apropriado para converter o filtro de LPC no domínio de quantização de LSF para formar o vetor de LSF de entrada está, portanto, provido. Mais especificamente, o vetor residual de LSF, isto é, a diferença entre o vetor de LSF de entrada e uma aproximação de primeiro estágio deste vetor de LSF de entrada, é torcida utilizando uma função de ponderação computada da aproximação de primeiro estágio, em que a aproximação de primeiro estágio utiliza um quantizador absoluto estocástico do vetor de LSF de entrada, um quantizador diferencial do vetor de LSF de entrada, um interpolador do vetor de LSF de entrada, ou outro elemento que forneça uma estimativa do vetor de LSF de entrada a ser quantizado. Torcer significa que diferentes pesos são aplicados aos componentes do vetor residual de LSF. Como a aproximação de primeiro estágio está também disponível no codificador, os pesos

inversos podem também ser computados no decodificador e a torcedura inversa pode ser aplicada no vetor residual de LSF quantizado. A torcedura do vetor residual de LSF de acordo com um modelo que minimiza a distorção espectral é útil quando o quantizador é uniforme. Os LSFs quantizados recebidos no decodificador são uma combinação da aproximação de primeiro estágio com uma quantização de taxa de bits variável, por exemplo, AVQ (Quantização de Vetor Algébrica), um refinamento o qual é torcido inverso no decodificador.

[0091] Alguns benefícios da solução proposta são os seguintes:

- com uma boa função de ponderação, um quantizador uniforme pode prover uma distorção espectral relativamente uniforme.

- As vantagens da quantização de vetor de taxa de bits variável, por exemplo, AVQ (Quantização de Vetor Algébrica), sobre SVQ (Quantização de Vetor Estocástica) são um menor número de tabelas (memória), menor complexidade e granularidade de taxa de bits mais alta.

- Outra vantagem em favor da quantização de vetor de taxa de bits variável, por exemplo, AVQ (Quantização de Vetor Algébrica), é o seu tamanho de livro de códigos ilimitado; isto garante a mesma distorção espectral para qualquer tipo de sinal.

[0092] O princípio geral para a quantização de um dado filtro de LPC é dado na figura 6. Neste exemplo não limitativo, o filtro de LPC é quantizado no domínio de LSF.

[0093] Operação 601: uma calculadora computa uma aproximação de primeiro estágio 608 do vetor de LSF de entrada 607.

[0094] Operação 602: um subtrator subtrai a aproximação de primeiro estágio 608 da Operação 601 do vetor de LSF de entrada 607 para produzir um vetor de LSF residual 609.

[0095] Operação 603: uma calculadora deriva uma função de ponderação de LSF 610 da aproximação de primeiro estágio 608 da Ope-

ração 601.

[0096] Operação 604: um multiplicador, ou torcedor, aplica a função de ponderação de LSF 610 da Operação 603 no vetor de LSF residual 609 da Operação 602.

[0097] Operação 605: um quantizador de taxa de bits variável, por exemplo, um quantizador de vetor algébrico (AVQ) quantiza o vetor de LSF residual 611 ponderado resultante para suprir um vetor de LSF residual ponderado quantizado 612.

[0098] Operação 606: um multiplexador é responsivo à aproximação de primeiro estágio 608 da Operação 601 e o vetor de LSF residual ponderado quantizado 612 da Operação 605 para multiplexar e transmitir os índices codificados 613 correspondentes.

[0099] A aproximação de primeiro estágio (Operação 601) pode ser calculada em diferentes modos. Como um exemplo não limitativo, a calculadora da aproximação de primeiro estágio 608 pode ser um quantizador de vetor estocástico absoluto do vetor de LSF de entrada 607 com um menor número de bits, ou um quantizador diferencial do vetor de LSF de entrada 607 utilizando uma referência como acima explicado onde a aproximação de primeiro estágio é a própria referência. Por exemplo, quando quantizando o vetor LPC1 como na figura 5, Operação 504, a calculadora da aproximação de primeiro estágio 608 pode ser um quantizador absoluto com 8 bits, ou um filtro LPC2 quantizado ou (filtro LPC2 quantizado + filtro LPC0 quantizado) /2.

[00100] O cálculo é o propósito da função de ponderação (Operação 603) estão aqui abaixo descritos.

[00101] O quantizador inverso correspondente está ilustrado na figura 7.

[00102] Operação 701: os índices codificados 707 do codificador são demultiplexados por um demultiplexador.

[00103] Operação 702: os índices codificados demultiplexados in-

cluem a aproximação de primeiro estágio 708.

[00104] Operação 703: como a aproximação de primeiro estágio está disponível no decodificador como no codificador (Operação 702), uma calculadora pode ser utilizado para calcular a função de ponderação de LSF inversa 709.

[00105] Operação 704: Índices decodificados 710 representativos do vetor de LSF residual ponderado quantizado são supridos para um quantizador de vetor inverso de taxa de bits variável, por exemplo, um quantizador de vetor inverso algébrico (AVQ inverso) para recuperar o vetor de LSF residual ponderado 711.

[00106] Operação 705: um multiplicador multiplica o vetor de LSF residual ponderado 711 da Operação 704 pela função de ponderação de LSF inversa 709 da Operação 703 para recuperar o vetor de LSF residual 712.

[00107] Operação 706: um somador soma a aproximação de primeiro estágio 708 da Operação 702 com o vetor de LSF residual 712 da Operação 705 para formar o vetor de LSF decodificado 713. O vetor de LSF decodificado 713 é uma combinação da aproximação de primeiro estágio da Operação 702 com o refinamento de quantização inversa de taxa de bits variável (Operação 704) a qual é ponderada inversa (Operação 705) no decodificador.

#### *Aproximação de primeiro estágio*

[00108] Como acima explicado um dado filtro de LPC pode ser quantizado utilizando diversos modos de quantização incluindo a quantização absoluta e a quantização diferencial utilizando diversas referências. A aproximação de primeiro estágio depende do modo de quantização. No caso de quantização absoluta, a aproximação de primeiro estágio pode utilizar um quantizador de vetor com um pequeno número de bits (por exemplo, 8 bits). No caso de quantização diferencial, a aproximação de primeiro estágio constitui a própria referência.

Por exemplo, quando quantizando o vetor LPC3 como ilustrado na figura 5 (Operação 505), a aproximação de primeiro estágio pode ser uma das seguintes:

- VQ de 8 bits (quantização absoluta);
- filtro LPC2 quantizado (quantização diferencial utilizando o filtro LPC2 quantizado como referência);
- filtro LPC4 quantizado (quantização diferencial utilizando o filtro LPC4 quantizado como referência); ou
- média de filtros LPC2 e LPC4 quantizados (quantização diferencial utilizando (filtro LPC2 quantizado + filtro LPC4 quantizado) /2 como referência).

[00109] Como um exemplo não limitativo, no caso de um filtro de LPC de  $p^{\text{o}}$  ordem expresso com parâmetros de LSF, no modo de quantização absoluta, a aproximação de primeiro estágio é calculada utilizando um quantizador de vetor estocástico de 8 bits,  $p$  dimensional aplicado ao vetor de LSF de entrada. Uma pesquisa de livro de códigos utiliza uma distância Euclidiana ponderada na qual cada componente da diferença ao quadrado entre o vetor de LSF de entrada e a entrada de livro de códigos é multiplicado pelo peso  $wt(i)$ . Por exemplo, o peso  $wt(i)$  pode ser dado pelo seguinte expressão:

$$wt(i) = \frac{1}{d_i} + \frac{1}{d_{i+1}}, \quad i = 0, \dots, p-1$$

com:

$$\begin{aligned} d_0 &= f(0) \\ d_p &= SF/2 - f(p-1) \\ d_i &= f(i) - f(i-1), \quad i = 1, \dots, p-1 \end{aligned}$$

onde  $f(i)$ ,  $i = 0, \dots, p-1$  é o vetor de LSF de entrada a ser quantizado,  $p$  é a ordem de análise de LP, e  $SF$  é a frequência de amostragem interna do codec baseado em LPC (em Hz).

[00110] Nos modos de quantização diferencial, a aproximação de

primeiro estágio está baseada em filtros de LPC já quantizados.

[00111] Como explicado com referência à figura 5, o conjunto de filtros de LPC é quantizado na seguinte ordem: LPC4, LPC2, LPC1 e então LPC3. Quando requerido, o filtro LPC0 opcional é quantizado após o filtro LPC4. Portanto, a quantização diferencial do filtro LPC2 pode somente ser feita com relação a LPC4, enquanto que a quantização diferencial do filtro LPC3 pode ser feita com relação a LPC2, LPC4, ou uma combinação tanto de LPC2 quanto de LPC4; o LPC1 não é considerado uma boa escolha porque este não está adjacente a LPC3.

[00112] Para cada aproximação de primeiro estágio  $f_{1^o}(i)$ , o vetor de LSF residual é calculado como:

$$r(i) = f(i) - f_{1st}(i), \quad i = 0, \dots, p-1$$

[00113] Como mostrado na figura 6, o vetor de LSF residual 609 da Operação 602 é ponderado (Operação 604) com a função de ponderação 610 da Operação 603 computado com base na aproximação de primeiro estágio  $f_{1^o}(i)$  para obter um vetor de LSF residual torcido 611 (Operação 604). O vetor de LSF residual torcido 611 é então quantizado utilizando um quantizador de taxa de bits variável, por exemplo, um quantizador de vetor algébrico (Operação 605).

[00114] Por exemplo, os pesos aplicados aos componentes do  $p^o$  vetor de LSF residual pode ser dado pela seguinte relação:

$$\left| w(i) = \frac{1}{W} \cdot \frac{400}{\sqrt{d_i \cdot d_{i+1}}}, \quad i = 0, \dots, p-1 \right|$$

com:

$$d_0 = f_{1^o}(0)$$

$$d_p = SF/2 - f_{1^o}(p-1)$$

$$d_i = f_{1^o}(i) - f_{1^o}(i-1), \quad i = 1, \dots, p-1$$

[00115] onde  $f_{1^o}(i)$  é a aproximação de primeiro estágio, SF é a frequência de amostragem interna em Hz do codec baseado em LPC, e

$W$  é um fator de escalagem o qual depende do modo de quantização. O valor de  $W$  é escolhido de modo a obter uma certa distorção espectral alvo e/ou uma certa taxa de bits média alvo uma vez que o vetor de LSF residual torcido é quantizado com o quantizador de taxa de bits variável. Como um exemplo não limitativo, o quantizador de vetor de taxa de bits variável escolhe a taxa de bits para um certo vetor com base em sua energia média.

[00116] Em um exemplo ilustrativo, os quatro (4) filtros de LPC em um superquadro, assim como o filtro LPC0 opcional são quantizados de acordo com a figura 5. A Tabela 2 mostra o fator de escalagem utilizado para cada modo de quantização, e a codificação do índice de modo utilizado neste exemplo. Nota-se que o modo de quantização especifica qual da quantização absoluta ou diferencial é utilizada, e no caso de quantização diferencial este especifica o filtro de referência utilizado. Como acima explicado o filtro de referência utilizado na quantização diferencial é a aproximação de primeiro estágio real para a quantização de taxa de bits variável.

Filtro	Modo de quantização	Aproximação de primeiro estágio	Modo codificado	$W$
LPC4	Absoluto	VQ de 8 bits	(nenhum)	60
LPC0	Absoluto	VQ de 8 bits	0	60
	LPC4 relativo	LPC4 quantizado	1	63
LPC2	Absoluto	VQ de 8 bits	0	60
	LPC4 relativo	LPC4 quantizado	1	63
LPC1	Absoluto	VQ de 8 bits	00	60
	(LPC0 + LPC2)/2 Relativo (Nota 1)	LPC0 + LPC2) /2 Quantizado	01	65
	LPC2 relativo	LPC2 quantizado	10	64
LPC3	Absoluto	VQ de 8 bits	10	60
	(LPC2 + LPC4) /2 Relativo	(LPC2 + LPC4) /2 Quantizado	0	65

	LPC2 relativo	LPC2 quantizado	110	64
	LPC4 relativo	LPC4 quantizado	111	64

Nota 1: neste modo, não existe o quantizados de AVQ de segundo estágio

**Tabela 2 - Modos de quantização absoluta e relativa possíveis e sinalização de fluxo de bits correspondente, e o fator de escalamen-  
gem e a função de ponderação**

[00117] A figura 8 é um diagrama de blocos esquemático que expli-  
ca o procedimento de quantização aqui acima descrito.

[00118] Operações 801, 8011, 8012, ..., 801n: O vetor de LSF de  
entrada 800 é suprido para um quantizador absoluto (Operação 801)  
para executar, por exemplo, uma quantização de vetor absoluta de 8  
bits do vetor de LSF de entrada 800. O vetor LSF de entrada é tam-  
bém suprido para os quantizadores diferenciais (Operações 8011,  
8012, ..., 801n) para executar uma quantização diferencial do vetor de  
LSF de entrada 800. Os quantizadores diferenciais utilizam respectivas  
referências diferentes como explicado na descrição acima com refe-  
rência à figura 1. O VQ de 8 bits na Operação 801 e as referências nas  
Operações 8011, 8012, ..., 801n representam a aproximação de pri-  
meiro estágio.

[00119] Nas Operações 802, 8021, 8022, ..., 802n, uma calculadora  
calcula um vetor de LSF residual do vetor de aproximação de primeiro  
estágios das Operações 801, 8011, 8012, ..., 801n, respectivamente.  
O vetor residual é calculado como a diferença entre o vetor de entrada  
e aproximação de primeiro estágio. Isto corresponde às Operações  
601 e 602 da figura 6.

[00120] Nas Operações 803, 8031, 8032, ..., 803n, uma calculadora  
calcula uma função de ponderação para torcer o vetor de LSF residual  
das Operações 802, 8021, 8022, ..., 802n, respectivamente. Isto cor-  
responde às Operações 601 e 603 na figura 6.

[00121] Nas Operações 804, 8041, 8042, ..., 804n, um torcedor  
multiplica o vetor de LSF residual das Operações 802, 8021, 8022, ...,

802n, respectivamente, pela função de ponderação das Operações 803, 8031, 8032, ..., 803n, respectivamente.

[00122] Nas Operações 805, 8051, 8052, ..., 805n, um quantizador de taxa de bits variável, por exemplo um quantizador de vetor algébrico (AVQ) quantiza o vetor de LSF residual ponderado resultante das Operações 804, 8041, 8042, ..., 804n, respectivamente, para suprir um vetor de LSF residual ponderado quantizado.

[00123] Na Operação 806, a seleção de um modo de quantização é executada por um seletor entre a quantização absoluta (Operação 801) e a quantização diferencial utilizando uma das referências 1, 2, ..., n (Operações 8011, 8012, ..., 801n). Por exemplo, a Operação 806 poderia selecionar o modo de quantização (Operações 801, 8011, 8012, ..., 801n) que gere uma distorção menor para uma dada taxa de bits ou a taxa de bits menor para um nível de distorção alvo. Observando a seleção entre VQ de 8 bits e as referências 1, 2, ..., n, a seleção pode ser executada em loop fechado ou em loop aberto. Em loop fechado, todas as referências possíveis são tentadas e a referência que optimiza um certo critério de distorção ou taxa de bits é escolhida, por exemplo, a menor distorção para uma dada taxa de bits ou a menor taxa de bits para um nível de distorção alvo. Em loop aberto, a Operação 806 predetermina a referência com base no valor dos Coeficientes de Predição Linear do filtro de LPC a ser quantizado e dos Coeficientes de Predição Linear dos filtros de LPC de referência disponíveis.

[00124] Operação 807: Após a seleção na Operação 806, um transmissor (Operação 807) comunica ou sinaliza para o decodificador (não mostrado) um índice indicativo de:

- o modo de quantização (suboperação 807<sub>1</sub>), por exemplo, quantização absoluta ou diferencial; e
- no caso de quantização diferencial, da referência selecionada e do

quantizador diferencial associado das Operações 801<sub>1</sub>, 801<sub>2</sub>, ..., 801<sub>n</sub> ((suboperação 807<sub>2</sub>).

[00125] Alguns bits específicos são transmitidos para o decodificador para tal sinalização.

#### Quantizador de vetor algébrico

[00126] Um possível quantizador de vetor algébrico (AVQ) utilizado, por exemplo, na Operação 605 da figura 6 e nas Operações 805, 8051, 8052, ..., 805n da figura 8 está baseado no quantizador de vetor de treliça de RE8 octodimensional utilizado para quantizar o espectro nos modos de TCX de AMR-WB+ [1].

[00127] Para um LPC de 16a ordem, cada vetor de LSF residual ponderado é dividido em dois subvetores octodimensionais B1 e B2. Cada um destes dois subvetores é quantizado utilizando a proposta de três operações abaixo descrita.

[00128] Os vetores de LSF não têm todos a mesma sensibilidade ao erro de quantização, por meio de que um certo erro de quantização aplicado a um vetor de LSF pode ter mais impacto sobre a distorção espectral do que o mesmo erro de quantização aplicado a outro vetor de LSF. A operação de ponderação dá a mesma sensibilidade relativa para todos os vetores de LSF ponderados. O AVQ tem a particularidade de introduzir o mesmo nível de erro de quantização para os vetores de LSF ponderados (erro de quantização uniforme). Quando executando a quantização inversa, a ponderação inversa a qual é aplicada nos vetores de LSF ponderados quantizados inversos é também obviamente aplicada ao erro de quantização. Assim, o erro de quantização originalmente uniforme é distribuído entre os vetores de LSF quantizados, os vetores de LSF mais sensíveis adquirindo um menor erro de quantização e os vetores de LSF menos sensíveis adquirindo um maior erro de quantização. Como uma consequência, o impacto do erro de quantização sobre a distorção espectral é minimizado.

[00129] Como explicado na Referência [1], o quantizador de RE8 utiliza uma quantização fixa e predeterminada. Como uma consequência, a taxa de bits requerida para codificar um subvetor aumenta com a amplitude deste subvetor.

[00130] O fator de escalagem W controla a amplitude dos vetores de LSF ponderados. Portanto, o fator de escalagem W também controla tanto a taxa de bits necessária para quantizar o vetor de LSF quanto à distorção espectral média.

[00131] Primeira operação: encontrar o vizinho mais próximo em REs de treliça

[00132] Nesta primeira operação, um subvetor octodimensional  $\hat{B}_k$  é arredondado como um ponto na treliça RE8, para produzir a sua versão quantizada,  $\hat{\hat{B}}_k$ . Antes de observar o procedimento de quantização, vale a pena observar as propriedades desta treliça. A treliça RE8 é definida como segue:

[00133]  $RE8 = 2D8 \cup \{2D8 + (1, \dots, 1)\}$

[00134] Isto é conforme a união de uma treliça  $2D_8$  e uma versão da treliça  $2D_8$  deslocada pelo vetor  $(1,1,1,1,1,1,1,1)$ . Portanto, pesquisar pelo vizinho mais próximo na treliça  $RE_8$  é equivalente a pesquisar pelo vizinho mais próximo na treliça  $2D_8$ , quando pesquisando pelo vizinho mais próximo na treliça  $2D_8 + (1,1,1,1,1,1,1,1)$ , e finalmente selecionando o melhor destes dois pontos de treliça. A treliça  $2D_8$  é a treliça  $D_8$  escalada por um fator de 2, com a treliça  $D_8$  definida como:

$$D_8 = \{(x_1, \dots, x_8) \in \mathbb{Z}^8 \mid x_1 + \dots + x_8 \text{ é par}\}$$

[00135] Isto é, os pontos na treliça  $D_8$  são todos inteiros, com a restrição que a soma de todos os componentes é par. Isto também implica que a soma dos componentes de um ponto na treliça  $2D_8$  é um inteiro múltiplo de 4.

[00136] Desta definição da treliça  $RE_8$ , é direto desenvolver um algoritmo rápido para pesquisar pelo vizinho mais próximo em um sub-

vetor octodimensional  $B_k$  entre todos os pontos de treliça na treliça  $RE_8$ . Isto pode ser feito aplicando as seguintes operações. Os componentes do subvetor  $B_K$  são valores de ponto flutuante, e o resultado da quantização,  $\hat{B}_k$ , será um vetor de inteiros.

1.  $z_k = 0,5 * B_k$
2. Arredondar cada componente de  $z_k$  para o inteiro mais próximo, para gerar  $\bar{z}_k$
3.  $y_{1k} = 2^{\bar{z}_k}$
4. Calcular S como a soma dos componentes de  $y_{1k}$
5. Se S não for um inteiro múltiplo de 4 (valores negativos são possíveis), então modificar um de seus componentes como segue:
  - encontrar a posição l onde  $abs(z_k(l) - y_{1k}(l))$  é o mais alto
  - se  $(z_k(l) - y_{1k}(l)) < 0$ , então  $y_{1k}(l) = y_{1k}(l) - 2$
  - se  $(z_k(l) - y_{1k}(l)) > 0$ , então  $y_{1k}(l) = y_{1k}(l) + 2$
6.  $z_k = 0,5 * (B_k - 1,0)$  onde 1,0 denota um vetor no qual todos os componentes são 1's
7. Arredondar cada componente de  $z_k$  para o inteiro mais próximo, para gerar  $\bar{z}_k$
8.  $y_{2k} = 2^{\bar{z}_k}$
9. Calcular S como a soma dos componentes de  $y_{2k}$
10. Se S não for um inteiro múltiplo de 4 (valores negativos são possíveis), então modificar um de seus componentes como segue:
  - encontrar a posição l onde  $abs(z_k(l) - y_{2k}(l))$  é o mais alto
  - se  $(z_k(l) - y_{2k}(l)) < 0$ , então  $y_{2k}(l) = y_{2k}(l) - 2$
  - se  $(z_k(l) - y_{2k}(l)) > 0$ , então  $y_{2k}(l) = y_{2k}(l) + 2$
11.  $y_{2k} = y_{2k} + 1,0$
12. Computar  $e_{1k} = (B_k - y_{1k})^2$  e  $e_{2k} = (B_k - y_{2k})^2$
13. se  $e_{1k} > e_{2k}$ , então o melhor ponto de treliça (o vizinho mais próximo na treliça) é  $y_{1k}$ , de outro modo o melhor ponto de treliça é  $y_{2k}$ .

$\hat{B}_k = c_k$  onde  $c_k$  é o melhor ponto de treliça como acima selecionado.

- [00137] Segunda operação: computação de índices
- [00138] Na primeira operação, cada subvetor octodimensional  $B_k$  foi arredondado como um ponto na treliça  $RE_8$ . O resultado é  $\hat{B}_k = c_k$ , a versão quantizada de  $B_k$ . Na presente segunda operação um índice é computado para cada  $c_k$  para transmissão para o decodificador. A computação deste índice é executada como segue.
- [00139] O cálculo de um índice para um dado ponto na treliça  $RE_8$  está baseado em dois princípios básicos:

1. Todos os pontos na treliça  $RE_8$  ficam sobre esferas concêntricas de raio  $\sqrt{8}m$  com  $m = 0, 1, 2, 3$ , etc., e cada ponto de treliça sobre uma dada esfera pode ser gerado pela permutação de coordenadas de pontos de referência denominados líderes. Existem muito poucos líderes sobre uma esfera, comparado com o número total de pontos de treliça os quais ficam sobre a esfera. Livros de códigos de diferentes taxas de bits podem ser construídos incluindo esferas somente até um dado número  $m$ . Ver Referência [6] para mais detalhes, onde os livros de códigos  $Q_0, Q_1, Q_2, Q_3, Q_4$ , e  $Q_5$  são construídos com respectivamente 0, 4, 8, 12, 16 e 20 bits. Com isto, o livro de códigos  $Q_n$  requer  $4n$  bits para indexar qualquer ponto naquele livro de códigos.

- [00140] De um livro de códigos de base C (isto é, um livro de códigos que contém todos os pontos de treliça de um dado conjunto de esferas até um número  $m$ ), um livro de códigos estendido pode ser gerado multiplicando os elementos do livro de códigos de base C por um fator  $M$ , e somando um livro de códigos de segundo estágio denominado a extensão Voronoi. Esta construção é dada por  $y = Mz + v$ , onde  $M$  é o fator de escala,  $z$  é um ponto no livro de códigos de base e  $v$  é a extensão Voronoi. A extensão é computada de tal modo que qualquer ponto  $y = Mz + v$  é também um ponto na treliça  $RE_8$ . O livro de códigos

estendido inclui os pontos de treliça que estendem mais para fora da origem do que o livro de códigos de base.

[00141] No presente caso, o livro de códigos de base C no quantificador de LPC pode ser qualquer livro de códigos  $Q_0$ ,  $Q_2$ ,  $Q_3$  ou  $Q_4$  da Referência [6]. Quando um dado ponto de treliça  $c_k$  não está incluído nestes livros de códigos de base, a extensão Voronoi é aplicada, utilizando desta vez somente o livros de códigos  $Q_3$  ou  $Q_4$ . Note que aqui,  $Q_2 \subset Q_3$  mas  $Q_3 \not\subset Q_4$ .

[00142] Então, o cálculo do índice para cada ponto de treliça  $c_k$ , obtido na primeira operação, é executado de acordo com as seguintes operações.

[00143] **Verificar se  $c_k$  está no livro de códigos de base C.** Isto implica em verificar se  $c_k$  é um elemento dos livros de códigos  $Q_0$ ,  $Q_2$ ,  $Q_3$  ou  $Q_4$  da Referência [6].

- Se  $c_k$  for um elemento do livro de códigos de base C, o índice utilizado para codificar  $c_k$  é assim o número de livro de código  $n_k$  mais o índice  $l_k$  do vetor de código  $c_k$  no livro de códigos  $Q_{n_k}$ . O número de livro de códigos  $n_k$  é codificado como descrito em uma terceira operação. O índice  $l_k$  indica a classificação do vetor de código  $c_k$ , isto é, a permutação a ser aplicada a um líder específico para obter  $c_k$  (ver Referência [7]). Se  $n_k = 0$ , então  $l_k$  não utiliza nenhum bit. De outro modo, o índice  $l_k$  utiliza  $4n_k$  bits.

- Se  $c_k$  não estiver no livro de códigos de base então aplicar a extensão Voronoi através das seguintes suboperações, utilizando desta vez somente o livro de códigos  $Q_3$  ou  $Q_4$  como o livro de códigos de base.

[00144] V0 determinar a ordem de extensão  $r = 1$  e o fator de escala  $M = 2^r = 2$ .

[00145] V1 computar o índice Voronoi  $k$  do ponto de treliça  $c_k$ . O índice Voronoi  $k$  depende da ordem de extensão  $r$  e do fator de escala

M. O índice Voronoi é computado através de operações de módulo de modo que k dependa somente da posição relativa de  $c_k$  em uma região de Voronoi escalada e traduzida:

$$k = \text{mod}_M(c_k G^{-1}).$$

[00146] onde  $G$  é a matriz de gerador e  $\text{mod}_M(\cdot)$  é a operação de módulo M no sentido de **componente**. Com isto, o índice Voronoi k é um vetor de inteiros com cada componente comprometido no intervalo 0 a M-1.

[00147] V2 Computar o vetor de código Voronoi v do índice Voronoi k. Isto pode ser implementado **utilizando** um algoritmo como descrito na Referência [6].

[00148] V3 Computar o vetor de diferença  $w = c_k - v$ . Este vetor de diferença w sempre pertence à treliça escalada  $m\Lambda$ , onde  $\Lambda$  é a treliça  $RE_8$ . Computar  $z = w/M$ , isto é, aplicar a escalagem inversa ao vetor de diferença w. O vetor de código z pertence à treliça  $\Lambda$  já que w pertence a  $M\Lambda$ .

[00149] V4 Verificar se z está no livro de códigos de base C (isto é, em  $Q_3$  ou  $Q_4$ )

[00150] Se z não estiver no livro de códigos de base c, incrementar a ordem de extensão r por 1, multiplicar o fator de escala M por 2, e retornar para a suboperação V1. De outro modo, se z estiver no livro de códigos de base C, então uma ordem de extensão r e um fator de escalagem  $M = 2^r$  suficientemente grande para codificar o índice de  $c_k$  foi encontrado. O índice é formado de três partes: 1) o número de livro de códigos  $n_k$  como um código unário abaixo definido; 2) a classificação  $I_k$  de z no livro de códigos de base correspondente (ou  $Q_3$  ou  $Q_4$ ); e 3) os 8 índices do vetor de índice Voronoi k calculados na suboperação V1, onde cada índice requer exatamente r bits (r é a ordem de extensão Voronoi determinada na suboperação V0). O número de livro de códigos  $n_k$  é codificado como descrito na terceira operação.

[00151] O ponto de treliça  $c_k$  é então descrito como:

$$c_k = M_z + v.$$

[00152] Terceira operação: codificação de comprimento variável dos números de livro de códigos

[00153] Os números de **livros** de códigos  $n_k$  são codificados utilizando um código de comprimento variável o qual depende da posição do filtro de LPC e do modo de quantização, como indicado na Tabela 3.

Filtro	Modo de quantização	Modo de $n_k$
LPC4	Absoluto	0
LPC0	Absoluto	0
	LPC4 relativo	3
LPC2	Absoluto	0
	LPC4 relativo	3
LPC1	Absoluto	0
	(LPC0 + LPC2) /2 relativo	1
	LPC2 relativo	2
LPC3	Absoluto	0
	(LPC2 + LPC4) /2 relativo	1
	LPC2 relativo	2
	LPC4 relativo	2

**Tabela 3 - Modos de codificação para números de livro de códigos  $n_k$**

modos  $n_k$  0 e 3:

[00154] O número de livro de códigos  $n_k$  é codificado como um código de comprimento variável, como segue:

$Q_2 \rightarrow$  o código para  $n_k$  é 00

$Q_3 \rightarrow$  o código para  $n_k$  é 01

$Q_4 \rightarrow$  o código para  $n_k$  é 10

[00155] Outros: o código para  $n_k$  é 11 seguido por:

$Q_5 \rightarrow 0$

$Q_6 \rightarrow 10$

$Q_0 \rightarrow 110$

$Q_7 \rightarrow 1110$

$Q_8 \rightarrow 11110$

etc.

modo  $n_k$  1:

[00156] O número de livro de códigos  $n_k$  é codificado como um código unário como segue:

$Q_0 \rightarrow$  o código unário para  $n_k$  é 0

$Q_2 \rightarrow$  o código unário para  $n_k$  é 10

$Q_3 \rightarrow$  o código unário para  $n_k$  é 110

$Q_4 \rightarrow$  o código unário para  $n_k$  é 1110

modo  $n_k$  2:

[00157] O número de livro de códigos  $n_k$  é codificado como um código de comprimento variável, como segue

$Q_2 \rightarrow$  o código para  $n_k$  é 00

$Q_3 \rightarrow$  o código para  $n_k$  é 01

$Q_4 \rightarrow$  o código para  $n_k$  é 10

Outros: o código para  $n_k$  é 11 seguido por:

$Q_0 \rightarrow 0$

$Q_5 \rightarrow 10$

$Q_6 \rightarrow 110$

etc.

[00158] Decisão de modo de quantização

[00159] Para cada vetor de LSF, todos os modos de quantização absoluta e diferencial possíveis como descrito na Tabela 2 são cada um tentados e, por exemplo, o modo de quantização o qual requer o número de bits mínimo é selecionado. O modo de quantização codifi-

cado e o conjunto correspondente de índices de quantização são transmitidos para o decodificador.

[00160] Como mencionado na descrição acima, o número real de filtros de LPC quantizados transmitidos do codificador para o decodificador não é fixo, mas ao contrário depende da decisão de ACELP/TCX tomada no codificador. Por exemplo, um TCX longo (TCX1024) requer somente a transmissão do filtro LPC4 quantizado enquanto que qualquer combinação que envolva ACELP ou TCX curto (TCX256) requer a transmissão de todos os quatro (4) filtros de LPC quantizados LPC1 a LPC4. Somente os filtros de LPC quantizados que são requeridos pela configuração de modo ACELP/TCX são realmente transmitidos.

[00161] Processo de decodificação de quantizador de vetor algébrico

[00162] Como aqui acima mencionado, o número real de filtros de LPC quantizados codificados dentro do fluxo de bits depende da combinação de modo de ACELP/TCX do superquadro. A combinação de modo de ACELP/TCX é extraída do fluxo de bits e determina os modos de codificação, mod[k] para k = 0 a 3, de cada um dos quatro (4) quadros que compõem o superquadro. O valor de modo é 0 para ACELP, 1 para TCX256, 2 para TCX512, 3 para TCX1024.

[00163] Além dos um (1) a quatro (4) filtros de LPC quantizados do superquadro, o filtro quantizado opcional LPC0 acima descrito é transmitido para o primeiro superquadro de cada segmento codificado utilizando o codec baseado em predição linear.

[00164] A ordem na qual os filtros de LPC quantizados são normalmente encontrados no fluxo de bits é: LPC4, o LPC0 opcional, LPC2, LPC1, e LPC3.

[00165] A condição para a presença de um dado filtro de LPC dentro do fluxo de bits está resumida na Tabela 4.

Filtro de LPC	Presente se
LPC0	1º superquadro codificado utilizando LP
LPC1	$\text{mod}[0] < 2$
LPC2	$\text{mod}[2] < 3$
LPC3	$\text{mod}[2] < 2$
LPC4	Sempre

**Tabela 4 - Condição para a presença de um dado filtro de LPC no fluxo de bits**

[00166] A figura 9 é um diagrama de blocos esquemático que summariza o processo de decodificação.

[00167] Operações 901 e 902: O decodificador comprehende um meio para receber e extrair, por exemplo, um demultiplexador, do fluxo de bits recebido os índices de quantização que correspondem a cada um dos filtros de LPC quantizados requeridos pela combinação de modo de ACELP/TCX. Para um dado filtro de LPC quantizado, um determinador de modo de quantização extraí do fluxo de bits recebido do codificador o índice ou as informações relativas ao modo de quantização, e determina se o modo de quantização é o modo de quantização absoluta ou diferencial como indicado na Tabela 2.

[00168] Operações 903 e 905: Quando as Operações 901 e 902 determinam que o modo de quantização é o modo de quantização absoluta, um extrator extraí do fluxo de bits o índice ou índices que correspondem à operação de primeiro estágio quantizada em VQ estoástico (Operação 903). Uma calculadora então computa a aproximação de primeiro estágio através de quantização inversa (Operação 905).

[00169] Operações 904 e 905: Quando as Operações 901 e 902 determinam que o modo de quantização é o modo de quantização diferencial (não o modo de quantização absoluta), um extrator extraí do fluxo de bits os índices ou informações representativas da referência

entre a pluralidade de possíveis referências, por exemplo, o vetor de LPC de referência (Operação 904). Uma calculadora então computa destas informações a aproximação de primeiro estágio como descrito com referência à Tabela 2 (Operação 905).

[00170] Na operação 906, um extrator de informações de VQ extraí do fluxo de bits recebidos do codificador as informações de VQ de taxa de bits variável, por exemplo, as informações de AVQ. Mais especificamente, como um exemplo não limitativo, as informações de AVQ para os dois subvetores de LSF residuais  $\hat{B}_k$  são extraídas do fluxo de bits. As informações de AVQ normalmente compreendem dois números de livro de códigos codificados e os índices de AVQ correspondentes. A única exceção é quando o filtro LPC1 é diferencialmente quantizado em relação à ( $\text{filtro LPC0 quantizado} + \text{filtro LPC2 quantizado}$ ) /2, já que neste caso não existe nenhuma informação de AVQ presente no fluxo de bits. No caso da última exceção, o vetor de LSF quantizado 909 é emitido como a aproximação de primeiro estágio da Operação 905.

[00171] Operação 907: Um quantizador de vetor algébrico inverso recebe as informações de AVQ extraídas da Operação 906 para quantizar inversamente, ou ponderar inversamente e recuperar a contribuição de AVQ.

[00172] Decodificação de índices de AVQ

[00173] A decodificação dos filtros de LPC envolve decodificar as informações de AVQ extraídas, por exemplo, os parâmetros de AVQ que descrevem cada subvetor quantizado  $\hat{B}_k$  do vetor de LSF residual ponderado. No exemplo acima, cada subvetor  $B_k$  tem uma dimensão 8. Os parâmetros de AVQ para cada subvetor  $B_k$  estão descritos na segunda operação da quantização de vetor algébrico acima descrita.

Para cada subvetor quantizado  $\hat{B}_k$ , três conjuntos de índices binários

são enviados pelo codificador para o decodificador:

a) o número de livro de códigos  $n_k$ , transmitido utilizando um código de entropia como descrito na terceira operação da quantização de vetor algébrico acima descrita;

b) a classificação  $I_k$  de um ponto de treliça selecionado z em um livro de códigos de base, a qual indica qual permutação precisa ser aplicada a um líder específico (ver a segunda operação da quantização de vetor algébrico acima descrita) para obter um ponto de treliça z; e

c) se o subvetor quantizado  $\hat{B}_k$  (um ponto de treliça na treliça  $RE_8$ ) não estava no livro de códigos de base, os 8 índices do vetor de índice de extensão Voronoi k calculados na suboperação V1 da segunda operação da quantização de vetor algébrico acima descrita; dos índices de extensão de Voronoi, um vetor de extensão v pode ser computado como ensinado pela Referência [8]. O número de bits em cada componente do vetor de índice k é dado pela ordem de extensão r, a qual pode ser obtida do valor de código de índice  $n_k$ . O fator de escalagem M da extensão de Voronoi é dado por  $M = 2^r$ .

[00174] Então do fator de escalagem M, o vetor de extensão Voronoi v (um ponto de treliça na treliça  $RE_8$ ) e o ponto de treliça z no livro de códigos de base (também um ponto de treliça na treliça  $RE_8$ ), cada subvetor escalado quantizado  $\hat{B}_k$  pode ser computado utilizando a seguinte relação:

$$\hat{B}_k = Mz + v.$$

[00175] Quando não existe nenhuma extensão Voronoi (isto é,  $n_k < 5$ ,  $M = 1$  e  $z = 0$ ), o livro de códigos de base é qualquer livro de códigos  $Q_0$ ,  $Q_2$ ,  $Q_3$  ou  $Q_4$  da Referência [6]. Nenhum bit é então requerido para transmitir o vetor k. De outro modo, quando a extensão Voronoi é utilizada porque  $\hat{B}_k$  é grande o bastante, então somente  $Q_3$  ou  $Q_4$  da

Referência [6] é utilizado como um livro de códigos de base. A seleção de  $Q_3$  ou  $Q_4$  está implícita no valor de número de livro de códigos  $n_k$ , como descrito na segunda operação da quantização de vetor algébrico acima descrita.

[00176] Operação 908: Um somador soma a aproximação de primeiro estágio da Operação 905 com a contribuição de AVQ inversamente ponderada da Operação 907 para reconstruir e recuperar o vetor de LSF quantizado 909.

[00177] Apesar da presente invenção ter sido definida na descrição acima por meio de suas modalidades ilustrativas, estas modalidades podem ser modificadas à vontade, dentro do escopo das reivindicações anexas, sem afastar do espírito e da natureza da presente invenção.

## BIBLIOGRAFIA

[1] 3GPP Technical Specification TS 26.290, "Audio Codec Processing Functions; Extended Adaptive Multi-Rate - Wideband (AMR-WB+) Codec; Transcoding Functions," Junho 2005.

[2] J. Skoglund, J. Linden, "Predictive VQ for Noisy Channel Spectrum Coding: AR Or MA?," IEEE 1997 International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP'97), pp. 1351-1354, Munich, Germany, Abril 21-24, 1997.

[3] H. Zarrinkoub, P. Mermelstein, "Switched Prediction and Quantization of LSP Frequencies," IEEE 1996 International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP'96), Vol. 2, pp.757-760, 7-10 Maio 1996.

[4] A. V. McCree, "Method for Switched-Predictive Quantization," US Patent No. 6,122,608.

[5] R. Laroia, N. Phamdo, and N. Farvardin, "Robust and Efficient Quantization of Speech LSP Parameters Using Structured Vector Quantizers," IEEE Int. Conf. on Acoustics, Speech and Signal

Processing (ICASSP'1991), pp. 641-644, Washington, DC, Abril 14-17, 1991.

[6] M. Xie and J.-P. Adoul, "Embedded Algebraic Vector Quantization (EAVQ) with Application to Wideband Audio Coding," IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP), Atlanta, GA, U.S.A, Vol. 1, pp. 240-243, 1996.

[7] P. Rault, C. Guillemot, "Indexing Algorithm for  $Z_n$ ,  $A_n$ ,  $D_n$  and  $D_{n+1}$  Lattice Vector Quantizers, IEEE Transactions on Multimedia, Vol. 3, No. 4, Dezembro 2001.

[8] J.H. Conway and N.J.A. Sloane, "A Fast Encoding Method for Lattice Codes and Quantizers," IEEE Trans. Inform. Theory, Vol. IT-29, No. 6, pp. 820-824, Nov. 1983

## REIVINDICAÇÕES

1. Método para quantizar, em um superquadro que inclui uma sequência de quadros, os filtros de LPC (LPC1-LPC4) calculados durante os quadros da sequência, caracterizado pelo fato de que o método de quantização de filtro de LPC comprehende:

primeiro quantizar (501) um dos filtros de LPC (LPC4) utilizando uma quantização absoluta; e

quantizar (503-505) os outros filtros de LPC (LPC1-LPC3) utilizando um processo de quantização fornecendo, para cada um dos filtros de LPC, uma escolha de uma quantização absoluta e de uma quantização diferencial em relação a pelo menos um filtro anteriormente quantizado entre os filtros de LPC.

2. Método para quantizar, em um superquadro que inclui uma sequência de quadros, os filtros de LPC (LPC1-LPC4) calculados durante os quadros da sequência, caracterizado pelo fato de que o método de quantização de filtro de LPC comprehende:

primeiro quantizar (501) um dos filtros de LPC (LPC4) que é sempre transmitido a um decodificador utilizando uma quantização absoluta; e

quantizar (503-505) os outros filtros de LPC (LPC1-LPC3) utilizando um processo de quantização fornecendo, para cada um dos filtros de LPC, uma escolha de uma quantização absoluta e de uma quantização diferencial em relação a pelo menos um filtro anteriormente quantizado entre os filtros de LPC.

3. Método para quantizar, em um superquadro que inclui uma sequência de quadros, os filtros de LPC (LPC1-LPC4) calculados durante os quadros da sequência, em que um dos filtros LPC é calculado durante cada quadro da sequência incluindo um filtro de LPC<sub>último</sub> (LPC4) calculado durante um último quadro da sequência, caracterizado pelo fato de que o método de quantização de filtro de LPC comprehende:

ende:

primeiro quantizar (501) o filtro de LPC<sub>último</sub> (LPC4) utilizando uma quantização absoluta; e

quantizar (503-505) os outros filtros de LPC (LPC1-LPC3) utilizando um processo de quantização fornecendo, para cada um dos filtros de LPC, uma escolha de uma quantização absoluta e de uma quantização diferencial em relação a pelo menos um filtro anteriormente quantizado entre os filtros de LPC.

4. Método para quantizar, em um superquadro que inclui uma sequência de um primeiro quadro durante o qual um filtro LPC1 é calculado, um segundo quadro durante o qual um filtro LPC2 é calculado, um terceiro quadro durante o qual um filtro LPC3 é calculado, e um quarto quadro durante o qual um filtro LPC4 é calculado, os filtros de LPC, caracterizado pelo fato de que o método de quantização de filtro de LPC compreende:

quantizar (501) o filtro LPC4 utilizando uma quantização absoluta;

quantizar (503) o filtro LPC2 utilizando um modo de quantização selecionado de um grupo consistindo de quantização absoluta e de quantização diferencial em relação ao filtro quantizado LPC4;

quantizar (504) o filtro LPC1 utilizando um modo de quantização selecionado de um grupo consistindo de quantização absoluta e de quantização diferencial em relação ao filtro quantizado LPC2;

quantizar (505) o filtro LPC3 utilizando um modo de quantização selecionado de um grupo consistindo de quantização absoluta e de quantização diferencial em relação ao filtro quantizado LPC2, quantização diferencial em relação ao filtro quantizado LPC4, e quantização diferencial em relação a ambos os filtros quantizados LPC2 e LPC4.

5. Método para quantizar filtros de LPC, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que compreende utilizar um

conjunto de modos de codificação para codificar o superquadro, que inclui pelo menos um primeiro modo de codificação que cobre a duração de um quadro, um segundo modo de codificação que cobre a duração de dois quadros, e um terceiro modo de codificação que cobre a duração de quatro quadros.

6. Método para quantizar filtros de LPC, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que o pelo menos um primeiro modo de codificação compreende ACELP e TCX256, o segundo modo de codificação é TCX512, e o quarto modo de codificação é TCX1024.

7. Método para quantizar filtros de LPC, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que que compreende:

transmitir (303) o filtro LPC4 quantizado para um decodificador;

se o primeiro, o segundo, o terceiro e o quarto quadros do superquadro não forem codificados utilizando o terceiro modo de codificação (304), transmitir (305) o filtro LPC2 quantizado para o decodificador;

se o primeiro e o segundo quadros do superquadro forem codificados utilizando o pelo menos um primeiro modo de codificação (306), transmitir (307) o filtro LPC1 quantizado para o decodificador; e

se o terceiro e o quarto quadros do superquadro forem codificados utilizando o pelo menos um primeiro modo de codificação (308), transmitir (309) o filtro LPC3 quantizado para o decodificador.

8. Método para quantizar filtros de LPC, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que compreende selecionar pelo menos um modo de codificação entre o pelo menos um primeiro modo de codificação, o segundo modo de codificação e o terceiro modo de codificação para codificar o primeiro, o segundo, o terceiro e o quarto quadros do superquadro após todos os filtros LPC1, LPC2,

LPC3 e LPC4 terem sido quantizados.

9. Método para quantizar filtros de LPC de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que quantizar (505) o filtro LPC3 utilizando a quantização diferencial em relação a ambos os filtros LPC2 e LPC4 quantizados compreende quantizar (505) diferencialmente o filtro LPC3 em relação a (filtro LPC2 quantizado + filtro LPC4 quantizado) /2.

10. Método para quantizar, em um superquadro que inclui uma sequência de um primeiro quadro durante o qual um filtro LPC1 é calculado, um segundo quadro durante o qual um filtro LPC2 é calculado, um terceiro quadro durante o qual um filtro LPC3 é calculado, e um quarto quadro durante o qual um filtro LPC4 é calculado, os filtros de LPC, caracterizado pelo fato de que o método de quantização de filtro de LPC compreende:

quantizar (501) o filtro LPC4 utilizando uma quantização absoluta;

quantizar (503) o filtro LPC2 utilizando um modo de quantização selecionado de um grupo consistindo de quantização absoluta e de quantização diferencial em relação ao filtro quantizado LPC4;

quantizar (504) o filtro LPC1 utilizando um modo de quantização selecionado de um grupo consistindo de quantização absoluta e de quantização diferencial em relação ao filtro quantizado LPC2;

quantizar (505) o filtro LPC3 utilizando um modo de quantização selecionado de um grupo consistindo de quantização absoluta e de quantização diferencial em relação ao filtro quantizado LPC2, quantização diferencial em relação ao filtro quantizado LPC4, e quantização diferencial em relação a ambos os filtros quantizados LPC2 e LPC4.

em que o método compreende ainda quantizar (502) um filtro LPC0 que corresponde a um último filtro de LPC calculado durante um superquadro anterior, em que quantizar o filtro LPC1 (504) com-

preende utilizar um modo de quantização selecionado do grupo que consiste em quantização absoluta, quantização diferencial em relação ao filtro LPC2 quantizado, e quantização diferencial em relação a ambos os filtros LPC0 e LPC2 quantizados.

11. Dispositivo para quantizar, em um superquadro que inclui uma sequência de quadros, os filtros de LPC (LPC1-LPC4) calculados durante os quadros da sequência, caracterizado pelo fato de que o dispositivo de quantização de filtro de LPC compreende:

um quantizador absoluto (501) para primeiro quantizar um dos filtros de LPC (LPC4) utilizando uma quantização absoluta; e

pelo menos um quantizador (503-505) dos outros filtros de LPC (LPC1-LPC3) utilizando um processo de quantização fornecendo, para cada um dos filtros de LPC, uma escolha de uma quantização absoluta e de uma quantização diferencial em relação a pelo menos um filtro anteriormente quantizado entre os filtros de LPC.

12. Dispositivo para quantizar, em um superquadro que inclui uma sequência de quadros, os filtros de LPC (LPC1-LPC4) calculados durante os quadros da sequência, caracterizado pelo fato de que o dispositivo de quantização de filtro de LPC compreende:

um quantizador absoluto (501) para primeiro quantizar um dos filtros de LPC (LPC4) que é sempre transmitido para um decodificador utilizando uma quantização absoluta; e

um quantizador (503-505) dos outros filtros de LPC (LPC1-LPC3) utilizando um processo de quantização fornecendo, para cada um dos filtros de LPC, uma escolha de uma quantização absoluta e de uma quantização diferencial em relação a pelo menos um filtro anteriormente quantizado entre os filtros de LPC.

13. Dispositivo para quantizar, em um superquadro que inclui uma sequência de quadros, os filtros de LPC (LPC1-LPC4) calculados durante os quadros da sequência, em que um dos filtros LPC é

calculado durante cada quadro da sequência incluindo um filtro de LPC<sub>último</sub> (LPC4) calculado durante um último quadro da sequência, caracterizado pelo fato de que o dispositivo de quantização de filtro de LPC comprehende:

um quantizador absoluto (501) para primeiro quantizar o filtro LPC<sub>último</sub> utilizando uma quantização absoluta; e

um quantizador (503-505) dos outros filtros de LPC (LPC1-LPC3) utilizando um processo de quantização fornecendo, para cada um dos filtros de LPC, uma escolha de uma quantização absoluta e de uma quantização diferencial em relação a pelo menos um filtro anteriormente quantizado entre os filtros de LPC.

14. Dispositivo para quantizar, em um superquadro que inclui uma sequência de um primeiro quadro durante o qual um filtro LPC1 é calculado, um segundo quadro durante o qual um filtro LPC2 é calculado, um terceiro quadro durante o qual um filtro LPC3 é calculado, e um quarto quadro durante o qual um filtro LPC4 é calculado, os filtros de LPC (LPC1-LPC4), caracterizado pelo fato de que o dispositivo de quantização de filtro de LPC comprehende:

um quantizador (501) do filtro LPC4 utilizando uma quantização absoluta;

um quantizador (503) do filtro LPC2 utilizando um modo de quantização selecionado do grupo que consiste em quantização absoluta e quantização diferencial em relação ao filtro LPC4 quantizado;

- um quantizador (504) do filtro LPC1 utilizando um modo de quantização selecionado do grupo que consiste em quantização absoluta e quantização diferencial em relação ao filtro LPC2 quantizado; e

- um quantizador (505) do filtro LPC3 utilizando um modo de quantização selecionado do grupo que consiste em quantização absoluta, quantização diferencial em relação ao filtro LPC2 quantizado,

quantização diferencial em relação ao filtro LPC4 quantizado, e quantização diferencial em relação a ambos os filtros LPC2 e LPC4 quantizados.

15. Dispositivo para quantizar filtros de LPC, de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de que compreende utilizar um meio para codificar o superquadro, utilizando um conjunto de modos de codificação que inclui pelo menos um primeiro modo de codificação que cobre uma duração de um quadro, um segundo modo de codificação que cobre uma duração de dois quadros, e um terceiro modo de codificação que cobre uma duração de quatro quadros.

16. Dispositivo para quantizar filtros de LPC, de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de que o pelo menos um primeiro modo de codificação compreende ACELP e TCX256, o segundo modo de codificação é TCX512, e o quarto modo de codificação é TCX1024.

17. Dispositivo para quantizar filtros de LPC, de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de que compreende:

um transmissor (105) do filtro LPC4 quantizado para um decodificador;

se o primeiro, o segundo, o terceiro e o quarto quadros do superquadro não forem codificados utilizando o terceiro modo de codificação (304), o transmissor (105) transmite o filtro LPC2 quantizado para o decodificador;

se o primeiro e o segundo quadros do superquadro forem codificados utilizando o pelo menos um primeiro modo de codificação (306), o transmissor (15) transmite o filtro LPC1 quantizado para o decodificador; e

se o terceiro e o quarto quadros do superquadro forem codificados utilizando o pelo menos um primeiro modo de codificação (308), o transmissor (105) transmite o filtro LPC3 quantizado para o

decodificador.

18. Dispositivo para quantizar filtros de LPC, de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de que compreende um meio para selecionar pelo menos um modo de codificação entre os pelo menos um primeiro modo de codificação, o segundo modo de codificação e o terceiro modo de codificação para codificar o primeiro, o segundo, o terceiro e o quarto quadros do superquadro após todos os filtros LPC1, LPC2, LPC3 e LPC4 terem sido quantizados.

19. Dispositivo para quantizar filtros de LPC, de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de que o quantizador (505) do filtro LPC3 utilizando a quantização diferencial em relação a ambos os filtros LPC2 e LPC4 quantizados quantiza diferencialmente o filtro LPC3 em relação a ( $\text{filtro LPC2 quantizado} + \text{filtro LPC4 quantizado}$ ) /2.

20. Dispositivo para quantizar, em um superquadro que inclui uma sequência de um primeiro quadro durante o qual um filtro LPC1 é calculado, um segundo quadro durante o qual um filtro LPC2 é calculado, um terceiro quadro durante o qual um filtro LPC3 é calculado, e um quarto quadro durante o qual um filtro LPC4 é calculado, os filtros de LPC (LPC1-LPC4), caracterizado pelo fato de que o dispositivo de quantização de filtro de LPC compreende:

um quantizador (501) do filtro LPC4 utilizando uma quantização absoluta;

um quantizador (503) do filtro LPC2 utilizando um modo de quantização selecionado do grupo que consiste em quantização absoluta e quantização diferencial em relação ao filtro LPC4 quantizado;

- um quantizador (504) do filtro LPC1 utilizando um modo de quantização selecionado do grupo que consiste em quantização absoluta e quantização diferencial em relação ao filtro LPC2 quantizado; e

- um quantizador (505) do filtro LPC3 utilizando um modo de quantização selecionado do grupo que consiste em quantização absoluta, quantização diferencial em relação ao filtro LPC2 quantizado, quantização diferencial em relação ao filtro LPC4 quantizado, e quantização diferencial em relação a ambos os filtros LPC2 e LPC4 quantizados;

em que o dispositivo compreende ainda um quantizador (502) de um filtro LPC0 que corresponde a um último filtro de LPC calculado durante um superquadro anterior, em que o quantizador (504) do filtro LPC1 utiliza um modo de quantização selecionado do grupo que consiste em quantização absoluta, quantização diferencial em relação ao filtro LPC2 quantizado, e quantização diferencial em relação a ambos os filtros LPC0 e LPC2 quantizados.

21. Método para quantizar inversamente pelo menos um filtro de LPC em um superquadro que inclui uma sequência de quadros cada um associado com um filtro de LPC (LPC1-LPC4), caracterizado pelo fato de que um dos filtros de LPC (LPC4) é primeiro quantizado utilizando quantização absoluta e os outros filtros de LPC (LPC1-LPC3) são subsequentemente quantizados utilizando fornecendo, para cada um dos outros filtros de LPC, uma escolha de uma quantização absoluta e de uma quantização diferencial em relação a pelo menos um filtro anteriormente quantizado entre os filtros de LPC (LPC1-LPC4), e em que o método para quantizar inversamente o pelo menos um filtro de LPC compreende:

receber pelo menos o primeiro filtro de LPC (LPC4) quantizado;

quantizar inversamente o primeiro filtro de LPC (LPC4) quantizado utilizando uma quantização inversa absoluta; e

se algum filtro de LPC (LPC1-LPC3) quantizado outro que o primeiro filtro de LPC (LPC4) quantizado for recebido, quantizar inver-

samente o dito filtro de LPC quantizado de acordo com a escolha de quantização inversa absoluta e de quantização inversa diferencial em relação a pelo menos um filtro de LPC quantizado anteriormente recebido.

22. Método para quantizar inversamente pelo menos um filtro de LPC, de acordo com a reivindicação 21, caracterizado pelo fato de que:

o superquadro inclui uma sequência de um primeiro quadro associado com um filtro LPC1, um segundo quadro associado com um filtro LPC2, um terceiro quadro associado com um filtro LPC3, e um quarto quadro associado com um filtro LPC4;

o filtro LPC4 é o primeiro filtro de LPC quantizado utilizando uma quantização absoluta, o filtro LPC2 é quantizado utilizando um modo de quantização selecionado do grupo que consiste em quantização absoluta e quantização diferencial em relação ao filtro LPC4 quantizado, o filtro LPC1 é quantizado utilizando um modo de quantização selecionado do grupo que consiste em quantização absoluta e quantização diferencial em relação ao filtro LPC2 quantizado ,e o filtro LPC3 é quantizado utilizando um modo de quantização selecionado do grupo que consiste em quantização absoluta, quantização diferencial em relação ao filtro LPC2 quantizado, uma quantização diferencial em relação ao filtro LPC4 quantizado, e uma quantização diferencial em relação a ambos os filtros LPC2 e LPC4 quantizados.

21. Método para quantizar inversamente pelo menos um filtro de LPC em um superquadro incluindo uma sequência de um primeiro quadro associado com um filtro LPC1, um segundo quadro associado com um filtro LPC2, um terceiro quadro associado com um filtro LPC3, e um quarto quadro associado com um filtro LPC4, caracterizado pelo fato de que o filtro LPC4 é o primeiro filtro de LPC quantizado utilizando uma quantização absoluta, o filtro LPC2 é quantizado

utilizando um modo de quantização selecionado do grupo que consiste em quantização absoluta e quantização diferencial em relação ao filtro LPC4 quantizado, o filtro LPC1 é quantizado utilizando um modo de quantização selecionado do grupo que consiste em quantização absoluta e quantização diferencial em relação ao filtro LPC2 quantizado ,e o filtro LPC3 é quantizado utilizando um modo de quantização selecionado do grupo que consiste em quantização absoluta, quantização diferencial em relação ao filtro LPC2 quantizado, uma quantização diferencial em relação ao filtro LPC4 quantizado, e uma quantização diferencial em relação a ambos os filtros LPC2 e LPC4 quantizados, em que o superquadro é codificado utilizando um conjunto de modos de codificação que inclui pelo menos um primeiro modo de codificação que cobre uma duração de um quadro, um segundo modo de codificação que cobre uma duração de dois quadros, e um terceiro modo de codificação que cobre uma duração de quatro quadros, e em que o método para quantizar inversamente o pelo menos um filtro de LPC compreende:

receber o primeiro filtro LPC4 quantizado;

se o primeiro, o segundo, o terceiro e o quarto quadros do superquadro não forem codificados utilizando o terceiro modo de codificação, receber o filtro LPC2 quantizado e um primeiro índice indicativo de um do modo de quantização absoluta e do modo de quantização diferencial;

se o primeiro e o segundo quadros do superquadro forem codificados utilizando o pelo menos um primeiro modo de codificação, receber o filtro LPC1 quantizado e um segundo índice indicativo de um do modo de quantização absoluta e do modo de quantização diferencial;

se o terceiro e o quarto quadros do superquadro forem codificados utilizando o pelo menos um primeiro modo de codificação,

receber o filtro LPC3 quantizado e um terceiro índice indicativo de um do modo de quantização absoluta e do modo de quantização diferencial;

quantizar inversamente o primeiro filtro LPC (LPC4) quantizado utilizando quantização inversa absoluta;

se o filtro LPC2 quantizado for recebido, quantizar inversamente o filtro LPC2 utilizando, como indicado primeiro índice, uma da quantização inversa absoluta e da quantização inversa diferencial em relação ao filtro LPC4 quantizado;

se o filtro LPC1 quantizado for recebido, quantizar inversamente o filtro LPC1 utilizando, como indicado pelo segundo índice, uma da quantização inversa absoluta e da quantização inversa diferencial em relação ao filtro LPC2 quantizado; e

se o filtro LPC3 quantizado for recebido, quantizar inversamente o filtro LPC3 utilizando, como indicado pelo terceiro índice, uma da quantização inversa absoluta, da quantização inversa diferencial em relação ao filtro LPC2 quantizado, da quantização inversa diferencial em relação ao filtro LPC4 quantizado, e da quantização inversa diferencial em relação a ambos os filtros LPC2 e LPC4 quantizados.

24. Método para quantizar inversamente pelo menos um filtro de LPC, de acordo com a reivindicação 23, caracterizado pelo fato de que o pelo menos um primeiro modo de codificação que cobre uma duração de um quadro compreende ACELP e TCX256, o segundo modo de codificação que cobre uma duração de dois quadros TCX512, e o terceiro modo de codificação que cobre uma duração de quatro quadros TCX1024.

25. Método para quantizar inversamente pelo menos um filtro de LPC, de acordo com a reivindicação 23, caracterizado pelo fato de que quantizar inversamente o filtro LPC3 utilizando uma quantização inversa diferencial em relação a ambos os filtros LPC2 e LPC4

quantizados compreende quantizar inversamente filtro LPC3 em relação a (filtro LPC2 quantizado + filtro LPC4 quantizado) /2.

26. Método para quantizar inversamente pelo menos um filtro de LPC em um superquadro incluindo uma sequência de um primeiro quadro associado com um filtro LPC1, um segundo quadro associado com um filtro LPC2, um terceiro quadro associado com um filtro LPC3, e um quarto quadro associado com um filtro LPC4, caracterizado pelo fato de que o filtro LPC4 é o primeiro filtro de LPC quantizado utilizando uma quantização absoluta, o filtro LPC2 é quantizado utilizando um modo de quantização selecionado do grupo que consiste em quantização absoluta e quantização diferencial em relação ao filtro LPC4 quantizado, o filtro LPC1 é quantizado utilizando um modo de quantização selecionado do grupo que consiste em quantização absoluta e quantização diferencial em relação ao filtro LPC2 quantizado ,e o filtro LPC3 é quantizado utilizando um modo de quantização selecionado do grupo que consiste em quantização absoluta, quantização diferencial em relação ao filtro LPC2 quantizado, uma quantização diferencial em relação ao filtro LPC4 quantizado, e uma quantização diferencial em relação a ambos os filtros LPC2 e LPC4 quantizados, em que o superquadro é codificado utilizando um conjunto de modos de codificação que inclui pelo menos um primeiro modo de codificação que cobre uma duração de um quadro, um segundo modo de codificação que cobre uma duração de dois quadros, e um terceiro modo de codificação que cobre uma duração de quatro quadros, e em que o método para quantizar inversamente o pelo menos um filtro de LPC compreende:

receber o primeiro filtro LPC4 quantizado;

se o primeiro, o segundo, o terceiro e o quarto quadros do superquadro não forem codificados utilizando o terceiro modo de codificação, receber o filtro LPC2 quantizado e um primeiro índice indicati-

vo de um do modo de quantização absoluta e do modo de quantização diferencial;

se o primeiro e o segundo quadros do superquadro forem codificados utilizando o pelo menos um primeiro modo de codificação, receber o filtro LPC1 quantizado e um segundo índice indicativo de um do modo de quantização absoluta e do modo de quantização diferencial;

se o terceiro e o quarto quadros do superquadro forem codificados utilizando o pelo menos um primeiro modo de codificação, receber o filtro LPC3 quantizado e um terceiro índice indicativo de um do modo de quantização absoluta e do modo de quantização diferencial;

quantizar inversamente o primeiro filtro LPC (LPC4) quantizado utilizando quantização inversa absoluta;

se o filtro LPC2 quantizado for recebido, quantizar inversamente o filtro LPC2 utilizando, como indicado primeiro índice, uma da quantização inversa absoluta e da quantização inversa diferencial em relação ao filtro LPC4 quantizado;

se o filtro LPC1 quantizado for recebido, quantizar inversamente o filtro LPC1 utilizando, como indicado pelo segundo índice, uma da quantização inversa absoluta e da quantização inversa diferencial em relação ao filtro LPC2 quantizado; e

se o filtro LPC3 quantizado for recebido, quantizar inversamente o filtro LPC3 utilizando, como indicado pelo terceiro índice, uma da quantização inversa absoluta, da quantização inversa diferencial em relação ao filtro LPC2 quantizado, da quantização inversa diferencial em relação ao filtro LPC4 quantizado, e da quantização inversa diferencial em relação a ambos os filtros LPC2 e LPC4 quantizados

em que o método compreende ainda receber um filtro LPC0 quantizado que corresponde a um último filtro de LPC calculado duran-

te um superquadro anterior, em que quantizar inversamente o filtro LPC1 compreende utilizar uma de uma quantização inversa absoluta, uma quantização inversa diferencial em relação ao filtro LPC2 quantizado, e uma quantização inversa diferencial em relação a ambos os filtros LPC2 e LPC0 quantizados.

27. Método para quantizar inversamente pelo menos um filtro de LPC, de acordo com a reivindicação 26, caracterizado pelo fato de que quantizar inversamente o filtro LPC1 compreende utilizar uma de uma quantização inversa absoluta, uma quantização inversa diferencial em relação ao filtro LPC2 quantizado, e uma quantização inversa diferencial em relação a ambos os filtros LPC2 e LPC0 quantizados, o método compreendendo estimar o filtro LPC0 quantizado em um decodificador quando comutando de um modo de codificação não baseado em LPC para um modo de codificação baseado em LPC.

28. Dispositivo para quantizar inversamente pelo menos um filtro de LPC em um superquadro que inclui uma sequência de quadros cada um associado com um filtro de LPC (LPC1-LPC4), caracterizado pelo fato de que um dos filtros de LPC (LPC4) é primeiro quantizado utilizando uma quantização absoluta e os outros filtros de LPC (LPC1-LPC3) são subsequentemente quantizados utilizando um processo de quantização fornecendo, para cada um dos outros filtros de LPC, uma escolha de uma quantização absoluta e de uma quantização diferencial em relação a pelo menos um filtro anteriormente quantizado entre os filtros de LPC (LPC1-LPC4), e em que o dispositivo para quantizar inversamente o pelo menos um filtro de LPC compreende:

um meio para receber pelo menos o primeiro filtro de LPC (LPC4) quantizado;

um quantizador inverso o primeiro filtro de LPC (LPC4) quantizado utilizando uma quantização inversa absoluta; e

se algum filtro de LPC (LPC1-LPC3) quantizado outro que o

primeiro filtro de LPC quantizado for recebido, um quantizador inverso do dito filtro de LPC quantizado de acordo com a escolha de quantização inversa absoluta e de quantização inversa diferencial em relação a pelo menos um filtro de LPC quantizado anteriormente recebido.

29. Dispositivo para quantizar inversamente pelo menos um filtro de LPC de acordo com a reivindicação 28, caracterizado pelo fato de que:

o superquadro inclui uma sequência de um primeiro quadro associado com um filtro LPC1, um segundo quadro associado com um filtro LPC2, um terceiro quadro associado com um filtro LPC3, e um quarto quadro associado com um filtro LPC4;

o filtro LPC4 é o primeiro filtro de LPC quantizado utilizando uma quantização absoluta, o filtro LPC2 é quantizado utilizando um modo de quantização selecionado do grupo que consiste em quantização absoluta e quantização diferencial em relação ao filtro LPC4 quantizado, o filtro LPC1 é quantizado utilizando um modo de quantização selecionado do grupo que consiste em quantização absoluta e quantização diferencial em relação ao filtro LPC2 quantizado, e o filtro LPC3 é quantizado utilizando um modo de quantização selecionado do grupo que consiste em quantização absoluta, quantização diferencial em relação ao filtro LPC2 quantizado, uma quantização diferencial em relação ao filtro LPC4 quantizado, e uma quantização diferencial em relação a ambos os filtros LPC2 e LPC4 quantizados.

30. Dispositivo para quantizar inversamente pelo menos um filtro de LPC incluindo uma sequência de um primeiro quadro associado com um filtro LPC1, um segundo quadro associado com um filtro LPC2, um terceiro quadro associado com um filtro LPC3, e um quarto quadro associado com um filtro LPC4, caracterizado pelo fato de que o filtro LPC4 é primeiro quantizado utilizando uma quantização absoluta, o filtro LPC2 é quantizado utilizando um modo de quantiza-

ção selecionado do grupo que consiste em quantização absoluta e quantização diferencial em relação ao filtro LPC4 quantizado, o filtro LPC1 é quantizado utilizando um modo de quantização selecionado do grupo que consiste em quantização absoluta e quantização diferencial em relação ao filtro LPC2 quantizado ,e o filtro LPC3 é quantizado utilizando um modo de quantização selecionado do grupo que consiste em quantização absoluta, quantização diferencial em relação ao filtro LPC2 quantizado, uma quantização diferencial em relação ao filtro LPC4 quantizado, e uma quantização diferencial em relação a ambos os filtros LPC2 e LPC4 quantizados, em que o superquadro é codificado utilizando um conjunto de modos de codificação que inclui pelo menos um primeiro modo de codificação que cobre uma duração de um quadro, um segundo modo de codificação que cobre uma duração de dois quadros, e um terceiro modo de codificação que cobre uma duração de quatro quadros, e em que o dispositivo para quantizar inversamente o pelo menos um filtro de LPC compreende:

meios para receber o primeiro filtro LPC4 quantizado;

se o primeiro, o segundo, o terceiro e o quarto quadros do superquadro não forem codificados utilizando o terceiro modo de codificação, um meio para receber o filtro LPC2 quantizado e um primeiro índice indicativo de um do modo de quantização absoluta e do modo de quantização diferencial;

se o primeiro e o segundo quadros do superquadro forem codificados utilizando o pelo menos um primeiro modo de codificação, um meio para receber o filtro LPC1 quantizado e um segundo índice indicativo de um do modo de quantização absoluta e do modo de quantização diferencial;

se o terceiro e o quarto quadros do superquadro forem codificados utilizando o pelo menos um primeiro modo de codificação, um meio para receber o filtro LPC3 quantizado e um terceiro índice

indicativo de um do modo de quantização absoluta e do modo de quantização diferencial;

um quantizador inverso do primeiro filtro LPC (LPC4) quantizado utilizando quantização inversa absoluta;

se o filtro LPC2 quantizado for recebido, um quantizador inverso do filtro LPC2 utilizando, como indicado primeiro índice, uma da quantização inversa absoluta e da quantização inversa diferencial em relação ao filtro LPC4 quantizado;

se o filtro LPC1 quantizado for recebido, um quantizador inverso do filtro LPC1 utilizando, como indicado pelo segundo índice, uma da quantização inversa absoluta e da quantização inversa diferencial em relação ao filtro LPC2 quantizado; e

se o filtro LPC3 quantizado for recebido, um quantizador inverso do filtro LPC3 utilizando, como indicado pelo terceiro índice, uma da quantização inversa absoluta, da quantização inversa diferencial em relação ao filtro LPC2 quantizado, da quantização inversa diferencial em relação ao filtro LPC4 quantizado, e da quantização inversa diferencial em relação a ambos os filtros LPC2 e LPC4 quantizados.

31. Dispositivo para quantizar inversamente pelo menos um filtro de LPC de acordo com a reivindicação 30, caracterizado pelo fato de que o pelo menos um primeiro modo de codificação que cobre uma duração de um quadro compreende ACELP e TCX256, o segundo modo de codificação que cobre uma duração de dois quadros TCX512, e o terceiro modo de codificação que cobre uma duração de quatro quadros TCX1024.

32. Dispositivo para quantizar inversamente pelo menos um filtro de LPC de acordo com a reivindicação 30, caracterizado pelo fato de que quantizador inverso do filtro LPC3 utilizando uma quantização inversa diferencial em relação a ambos os filtros LPC2 e LPC4 quantizados compreende um meio para quantizar inversamente filtro LPC3

em relação a (filtro LPC2 quantizado + filtro LPC4 quantizado) /2.

33. Dispositivo para quantizar inversamente pelo menos um filtro de LPC incluindo uma sequência de um primeiro quadro associado com um filtro LPC1, um segundo quadro associado com um filtro LPC2, um terceiro quadro associado com um filtro LPC3, e um quarto quadro associado com um filtro LPC4, caracterizado pelo fato de que o filtro LPC4 é primeiro quantizado utilizando uma quantização absoluta, o filtro LPC2 é quantizado utilizando um modo de quantização selecionado do grupo que consiste em quantização absoluta e quantização diferencial em relação ao filtro LPC4 quantizado, o filtro LPC1 é quantizado utilizando um modo de quantização selecionado do grupo que consiste em quantização absoluta e quantização diferencial em relação ao filtro LPC2 quantizado ,e o filtro LPC3 é quantizado utilizando um modo de quantização selecionado do grupo que consiste em quantização absoluta, quantização diferencial em relação ao filtro LPC2 quantizado, uma quantização diferencial em relação ao filtro LPC4 quantizado, e uma quantização diferencial em relação a ambos os filtros LPC2 e LPC4 quantizados, em que o superquadro é codificado utilizando um conjunto de modos de codificação que inclui pelo menos um primeiro modo de codificação que cobre uma duração de um quadro, um segundo modo de codificação que cobre uma duração de dois quadros, e um terceiro modo de codificação que cobre uma duração de quatro quadros, e em que o dispositivo para quantizar inversamente o pelo menos um filtro de LPC compreende:

meios para receber o primeiro filtro LPC4 quantizado;

se o primeiro, o segundo, o terceiro e o quarto quadros do superquadro não forem codificados utilizando o terceiro modo de codificação, um meio para receber o filtro LPC2 quantizado e um primeiro índice indicativo de um do modo de quantização absoluta e do modo de quantização diferencial;

se o primeiro e o segundo quadros do superquadro forem codificados utilizando o pelo menos um primeiro modo de codificação, um meio para receber o filtro LPC1 quantizado e um segundo índice indicativo de um do modo de quantização absoluta e do modo de quantização diferencial;

se o terceiro e o quarto quadros do superquadro forem codificados utilizando o pelo menos um primeiro modo de codificação, um meio para receber o filtro LPC3 quantizado e um terceiro índice indicativo de um do modo de quantização absoluta e do modo de quantização diferencial;

um quantizador inverso do primeiro filtro LPC (LPC4) quantizado utilizando quantização inversa absoluta;

se o filtro LPC2 quantizado for recebido, um quantizador inverso do filtro LPC2 utilizando, como indicado primeiro índice, uma da quantização inversa absoluta e da quantização inversa diferencial em relação ao filtro LPC4 quantizado;

se o filtro LPC1 quantizado for recebido, um quantizador inverso do filtro LPC1 utilizando, como indicado pelo segundo índice, uma da quantização inversa absoluta e da quantização inversa diferencial em relação ao filtro LPC2 quantizado; e

se o filtro LPC3 quantizado for recebido, um quantizador inverso do filtro LPC3 utilizando, como indicado pelo terceiro índice, uma da quantização inversa absoluta, da quantização inversa diferencial em relação ao filtro LPC2 quantizado, da quantização inversa diferencial em relação ao filtro LPC4 quantizado, e da quantização inversa diferencial em relação a ambos os filtros LPC2 e LPC4 quantizados;

em que o dispositivo compreende ainda um meio para receber um filtro LPC0 quantizado que corresponde a um último filtro de LPC calculado durante um superquadro anterior, em que o meio para quantizar inversamente o filtro LPC1 compreende um meio para utilizar

uma de uma quantização inversa absoluta, uma quantização inversa diferencial em relação ao filtro LPC2 quantizado, e uma quantização inversa diferencial em relação a ambos os filtros LPC2 e LPC0 quantizados.

34. Dispositivo para quantizar inversamente pelo menos um filtro de LPC de acordo com a reivindicação 33, caracterizado pelo fato de que quantizador inverso do filtro LPC1 utiliza uma dentre quantização inversa absoluta, quantização inversa diferencial em relação ao filtro LPC2 quantizado, e quantização inversa diferencial em relação a ambos os filtros LPC2 e LPC0 quantizados, o dispositivo compreendendo um estimador do filtro LPC0 quantizado em um decodificador quando comutando de um modo de codificação não baseado em LPC para um modo de codificação baseado em LPC.

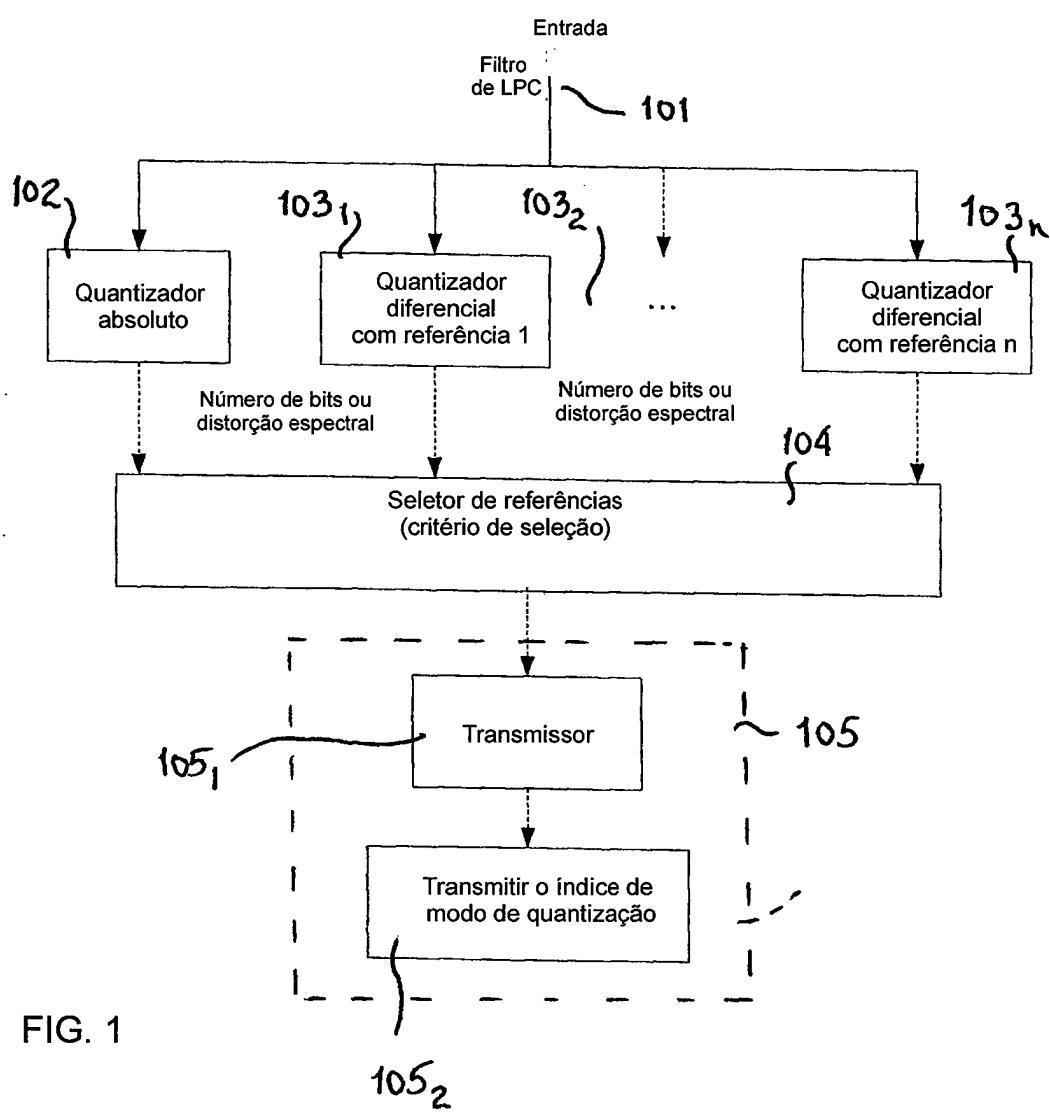
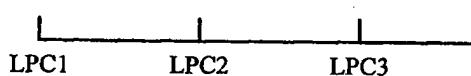
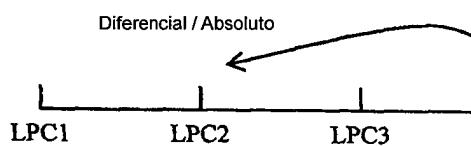


FIG. 1

Operação 1: quantizar o LPC4  
utilizando o quantizador absoluto



Operação 2: quantizar o LPC2 utilizando o  
quantizador diferencial (ou o quantizador  
absoluto como uma solução de  
rede de segurança)



Operação 3: quantizar o LPC1 e o LPC3  
utilizando o quantizador diferencial (ou o  
quantizador absoluto como uma solução  
de rede de segurança)

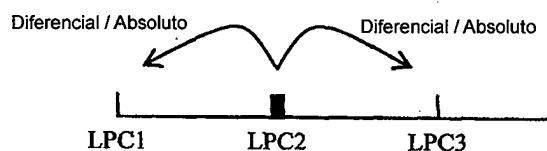


FIG. 2

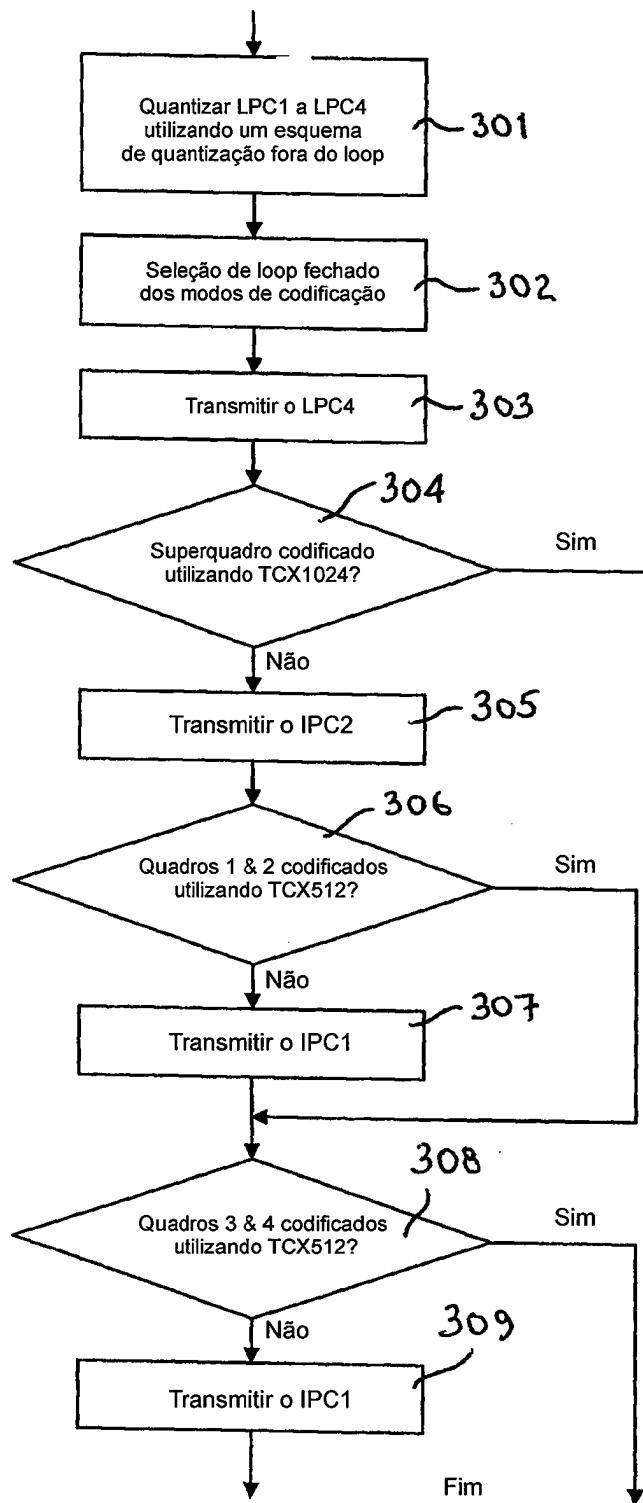


FIG. 3

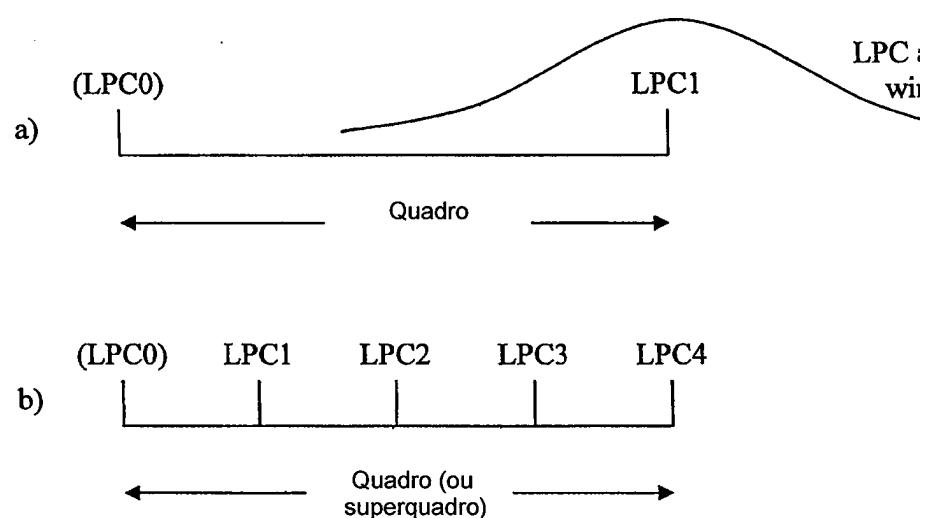


FIG. 4

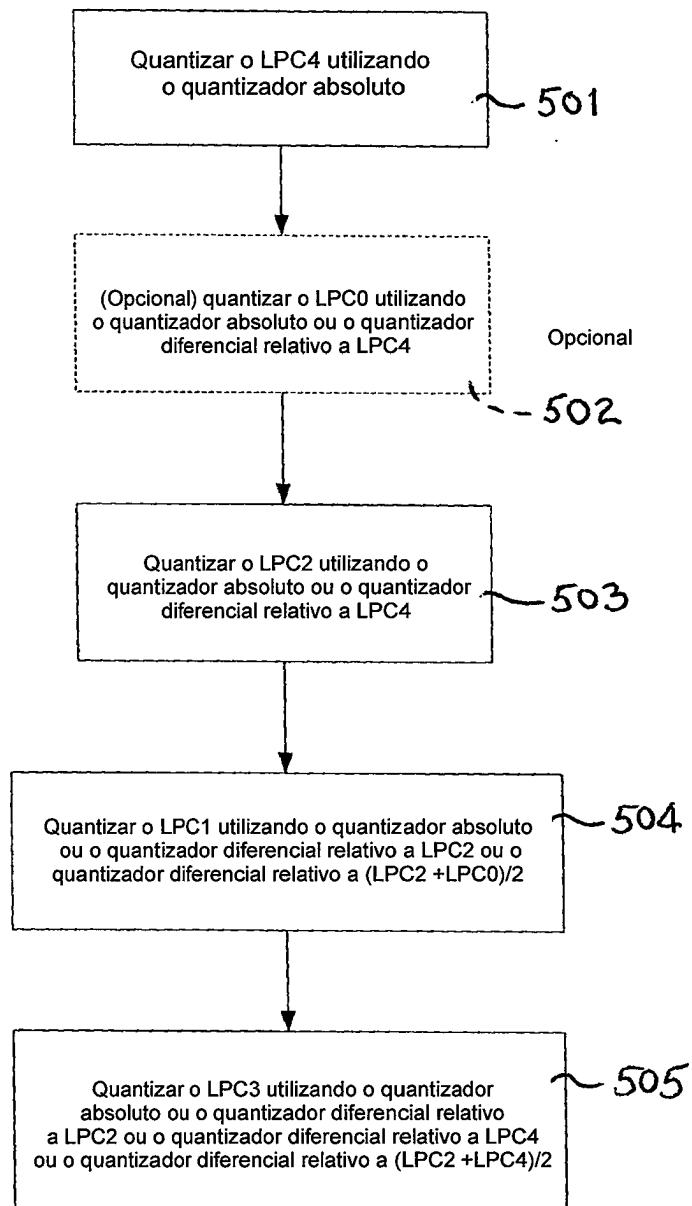


FIG. 5

FIG. 6

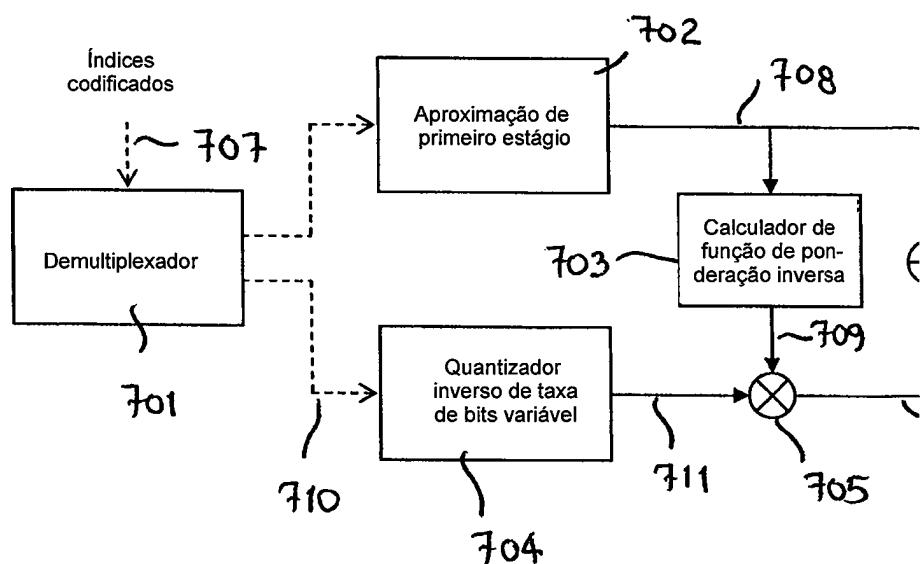
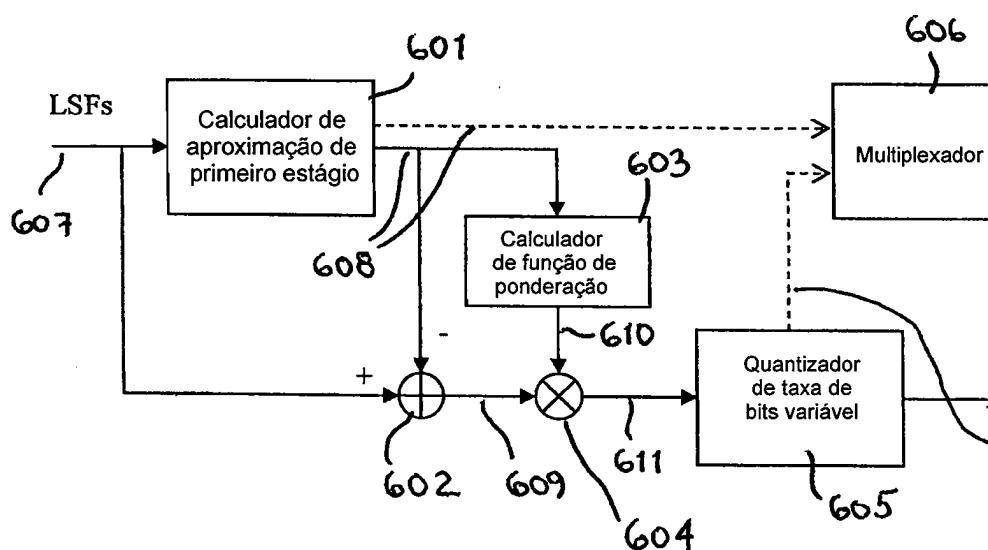


FIG. 7

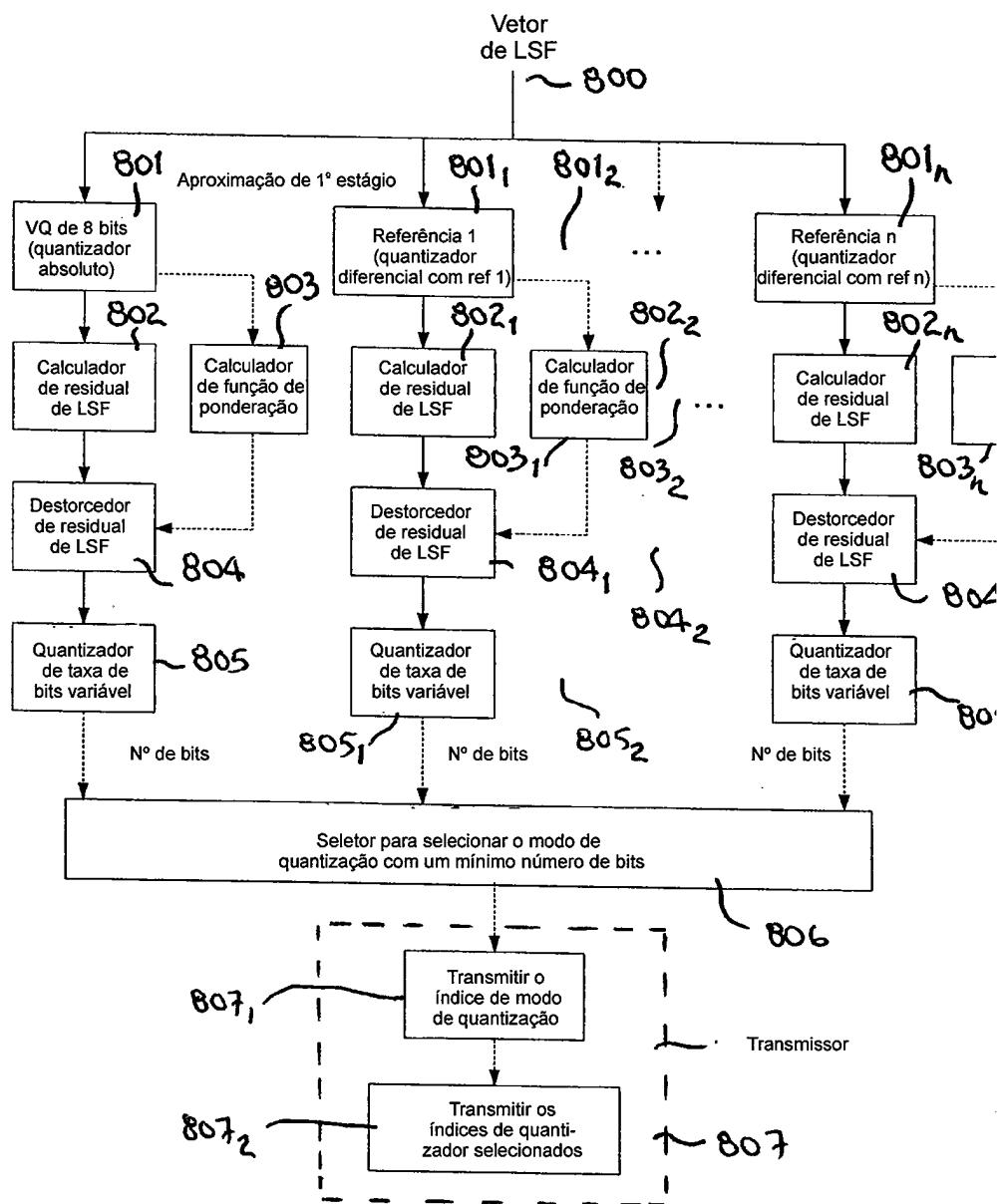


FIG. 8

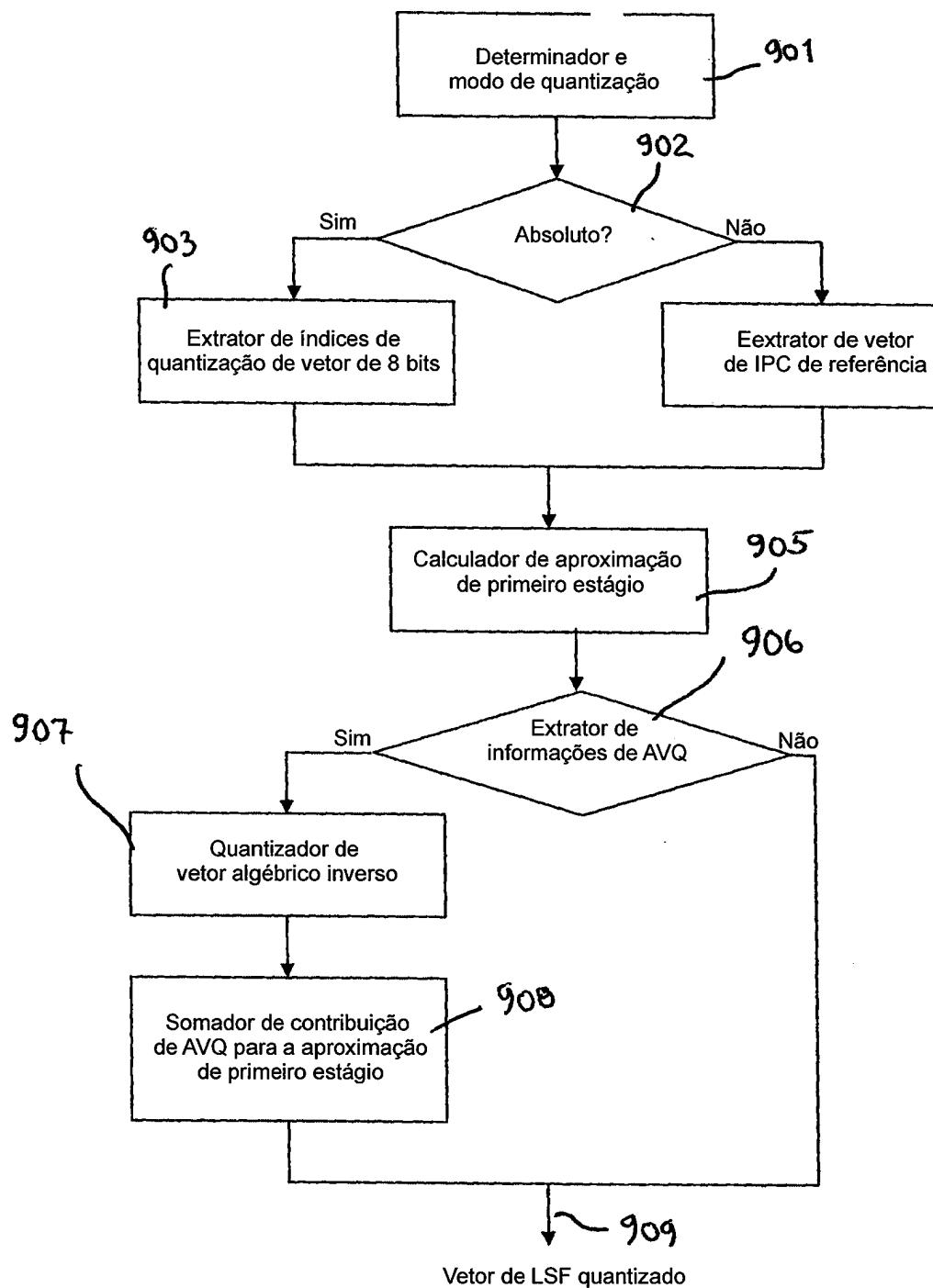


FIG. 9