



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

(11) PI 0418665-6 B1

(22) Data do Depósito: 12/03/2004

(45) Data de Concessão: 28/08/2018



(54) Título: MÉTODO E DECODIFICADOR PARA SINTETIZAR UM SINAL DE ÁUDIO MONO BASEADO NO SINAL DE ÁUDIO CODIFICADO DE MÚLTIPLOS CANAIS DISPONÍVEIS, TERMINAL MÓVEL E SISTEMA DE CODIFICAÇÃO

(51) Int.Cl.: G10L 19/008

(73) Titular(es): NOKIA TECHNOLOGIES OY

(72) Inventor(es): ARI LAKANIEMI; PASI OJALA

(85) Data do Início da Fase Nacional: 11/09/2006

MÉTODO E DECODIFICADOR PARA SINTETIZAR UM SINAL DE ÁUDIO MONO BASEADO NO SINAL DE ÁUDIO CODIFICADO DE MÚLTIPLOS CANAIS DISPONÍVEIS, TERMINAL MÓVEL E SISTEMA DE CODIFICAÇÃO

CAMPO DA INVENÇÃO

[0001] A invenção relaciona a um método para sintetizar um sinal de áudio mono baseado em um sinal de áudio codificado de múltiplos canais disponíveis, onde o sinal de áudio codificado de múltiplos canais inclui ao menos para uma parte da banda de frequência de áudio os valores de parâmetro separados para cada canal dos múltiplos canais de sinal de áudio. A invenção relaciona igualmente a um decodificador de áudio correspondente, a um sistema de codificação correspondente e a um programa de computador correspondente.

DESCRIÇÃO DA TÉCNICA ANTERIOR:

[0002] Os sistemas de codificação de áudio são bem conhecidos do estado da técnica. Eles são usados em particular para transmitir ou armazenar os sinais de áudio.

[0003] Um sistema de codificação de áudio que é empregado para transmissão dos sinais de áudios inclui um codificador na extremidade de transmissão e um decodificador na extremidade de recepção. A extremidade de transmissão e a extremidade de recepção podem ser, por exemplo, os terminais móveis. Um sinal de áudio que é para ser transmitido é provido ao codificador. O codificador é responsável para adaptar a taxa dos dados de áudio recebidos a um nível de taxa de bit, no qual as condições da largura de banda no canal de transmissão não são violadas. Idealmente, o codificador descarta apenas a informação irrelevante do sinal de áudio neste processo de codificação. O sinal de áudio codificado é transmitido então pela extremidade de transmissão do sistema de codificação de áudio e recebido na extremidade de recepção do sistema de codificação de áudio. O decodificador na extremidade de recepção reverte o processo de codificação para obter um sinal de áudio decodificado com pouca ou nenhuma degradação audível.

[0004] Se o sistema de codificação de áudio é empregado para alcançar os dados de áudio, os dados de áudio codificados provido pelo codificador são armazenados em alguma unidade de armazenagem, e o decodificador decodifica os dados de áudio recuperados desta unidade de armazenamento, por exemplo, para apresentação por algum dispositivo de reprodução de mídia. Nesta alternativa, este é o objetivo que o

codificador alcança com uma taxa de bit que é tão baixo quanto possível para economizar o espaço de armazenagem.

[0005] Dependendo da taxa de bit permitida, diferentes esquemas de codificação podem ser aplicados em um sinal de áudio.

[0006] Na maioria dos casos, a banda de frequência mais baixa e a banda de frequência mais alta de um sinal áudio correlacionam entre si. Os algoritmos de extensão da largura de banda do codec de áudio então tipicamente primeiro dividem a largura de banda do sinal de áudio a ser codificado em duas bandas de frequência. A banda de frequência mais baixa é então processada independentemente do codec núcleo, enquanto a banda de frequência mais alta é processada usando o conhecimento sobre os parâmetros de codificação e os sinais da banda de frequência mais baixa. Ao usar os parâmetros usando da codificação da banda de frequência baixa na codificação da banda de frequência alta reduz a taxa de bit resultando significativamente na codificação de banda alta.

[0007] A figura 1 apresenta um sistema de codificação e decodificação de divisão de banda típica. O sistema inclui um codificador de áudio 10 e um decodificador do áudio 20. O codificador de áudio 10 inclui um banco de filtros 11 de análise de duas bandas, um codificador de banda baixa 12 e um codificador de banda alta 13. O decodificador de áudio 20 inclui um decodificador de banda baixa 21, um decodificador de banda alta 22 e um banco de filtros 23 de análise de duas banda. O codificador de banda baixa 12 e decodificador 21 podem ser, por exemplo, o codificador e o decodificador padrão de Banda Larga de Múltiplas Taxas Adaptativo (AMR-WB), enquanto o codificador de banda alta 13 e decodificador 22 podem incluir um algoritmo de codificação independente, ou um algoritmo de extensão de largura da banda ou uma combinação de ambos. Por meio de exemplo, é assumido que o sistema apresentado usa o codec AMR- WB (AMR-WB+) estendido como um algoritmo de codificação de divisão de banda.

[0008] Um sinal de áudio de entrada 1 é processado primeiro antes do banco de filtros 11 de análise de duas bandas, no qual a banda de frequência de áudio é dividida na banda de frequência mais baixa e na banda de frequência mais alta. Para ilustração, a Figure 2 apresenta um exemplo de uma resposta de frequência de um banco de filtros de duas bandas para o caso do AMR-WB+. Uma banda de áudio de 12 kHz é dividida em uma banda L de 0 kHz a 6.4 kHz e uma banda H de 6.4 kHz a 12 kHz. No banco

de filtros 11 de análise de duas bandas, as bandas de frequência resultantes são então criticamente sub-amostradas. Quer dizer, a banda de frequência baixa é sub-amostrada em 12.8 kHz e a banda de frequência alta é re-amostrada a 11.2 kHz.

[0009] A banda de frequência baixa e a banda de frequência alta são então codificadas independentemente uma da outra pelo codificador de banda baixa 12 e o codificador de banda alta 13, respectivamente.

[0010] O codificador de banda baixa 12 inclui a este fim algoritmos de codificação de fonte de sinal. Os algoritmos incluem o tipo de algoritmo de predição linear, por uma excitação de código algébrico (ACELP) e um algoritmo baseado na transformada. O algoritmo atualmente empregado é selecionado baseado nas características de sinal respectivamente do sinal áudio de entrada. O algoritmo ACELP é selecionado tipicamente para codificar os sinais de fala e transientes, enquanto o algoritmo baseado na transformada é selecionado tipicamente para codificar música e toques como os sinais para melhor controlar a resolução da frequência.

[0011] No codec AMR-WB+, o codificador de banda alta 13 utiliza a codificação de predição linear (LPC) para modelar o envelope espectral do sinal de banda de frequência alta. A banda de frequência alta pode ser então descrita por meio dos coeficientes do filtro de síntese LPC que definem as características espectrais do sinal sintetizado, e os fatores de ganho para um sinal de excitação que controla a amplitude do sinal de áudio de banda de frequência alta sintetizada. O sinal de excitação de banda alta é copiado do codificador de banda baixa 12. Apenas os coeficientes LPC e os fatores de ganho são fornecidos para transmissão.

[0012] A saída do codificador de banda baixa 12 e a do codificador de banda alta 13 são multiplexadas em um único fluxo de bit 2.

[0013] O fluxo de bit multiplexado 2 é transmitido, por exemplo, através de um canal de comunicação para o decodificador de áudio 20, no qual a banda de frequência baixa e a banda de frequência alta são decodificadas separadamente.

[0014] No decodificador de banda baixa 21, o processamento no codificador, de banda baixa 12 é invertido para sintetizar o sinal de áudio de banda de frequência baixa.

[0015] No decodificador de banda alta 22, um sinal de excitação é gerado ao re-amostrar a excitação de banda de frequência baixa provida pelo decodificador; de banda baixa 21 para amostrar a taxa usada na banda de frequência alta. Quer dizer, o sinal de excitação de banda de frequência baixa é reutilizado para decodificar da banda de frequência alta ao transpor o sinal da banda de frequência baixa para a banda de frequência alta. Alternativamente, um sinal de excitação randômico poderia ser gerado para a reconstrução do sinal de banda de frequência alta. O sinal de banda de frequência alta é então reconstruído ao filtrar o sinal de excitação escalado através do modelo LPC de banda alta definido pelos coeficientes LPC.

[0016] No banco de filtros 23 de análise de duas bandas, os sinais decodificados da banda de frequência e os sinais da banda de frequência alta são sobre-amostrados com a frequência de amostragem original e combinados no sinal de áudio 3 de saída sintetizado.

[0017] O sinal de áudio de entrada 1 que é para ser codificado pode ser um sinal de áudio mono ou um sinal de áudio de múltiplos canais contendo ao menos um sinal do primeiro e do segundo canais. Um exemplo de um sinal de múltiplos canais é um sinal de áudio estéreo que é composto de um sinal de canal esquerdo e um sinal de canal direito.

[0018] Para a operação estéreo de um codec AMR-WB+, o sinal de áudio de entrada é igualmente dividido em um sinal de banda de frequência baixa e um sinal de banda de frequência alta no banco de filtros 11 de análise de duas bandas. O codificador de banda baixa 12 gera um sinal de mono ao combinar os sinais do canal esquerdo e os sinais do canal direito na banda de frequência baixa. O sinal mono é codificado como descrito acima. Em adição, o codificador de banda baixa 12 usa uma codificação paramétrica para codificar as diferenças dos sinais do canal da esquerda e da direita com o sinal mono. O codificador de banda alta 13 codifica o canal esquerdo e o canal direito separadamente ao determinar os coeficientes LPC separados e os fatores de ganho para cada canal.

[0019] No caso, o sinal de áudio de entrada 1 é um sinal de áudio de múltiplos canais, mas o dispositivo o qual é para apresentar o sinal de áudio sintetizado 3 não suporta uma saída de áudio de múltiplos canais, o fluxo de bit de múltiplos canais entrantes 2 tem que ser convertido pelo decodificador de áudio 20 em um sinal de áudio mono. Na

banda de frequência baixa, a conversão do sinal de múltiplos canais para um sinal mono é direta, uma vez que o decodificador de banda baixa 21 pode simplesmente omitir os parâmetros estéreo no fluxo de bit recebido e decodificar apenas a parte mono. Mas para a banda de frequência alta, mais processamento é requerido, uma vez que nenhum sinal mono separado da parte da banda de frequência alta está disponível no fluxo de bit.

[0020] Convencionalmente, o fluxo de bit estéreo para a banda de frequência alta é decodificado separadamente para os sinais do canal esquerdo e direito, e o sinal mono é então criado ao combinar os sinais do canal esquerdo e direito no processo de sub-mixagem. Esta aproximação é ilustrada na Figura 3.

[0021] A Figura 3 apresenta esquematicamente os detalhes do decodificador de banda alta 22 da Figura 1 para uma saída de sinal de áudio mono. O decodificador de banda alta inclui para este fim uma parte de processamento do canal esquerdo 30 e uma parte de processamento do canal direito 33. A parte de processo do canal esquerdo 30 inclui um misturador 31 que é conectado a um filtro de síntese LPC 32. A parte de processamento do canal direito 33 inclui igualmente um misturador 34, que é conectado a um filtro de síntese LPC 35. A saída de ambos os filtros de síntese LPC 32, 35 são conectados a um misturador adicional 36. O sinal de excitação de banda de frequência baixa que é provido pelo decodificador de banda baixa 21 é alimentado para qualquer um dos misturadores 31 e 34. O misturador 31 aplica os fatores de ganho para o canal esquerdo para o sinal de excitação de banda de frequência baixa. O sinal de banda alta do canal esquerdo é então reconstruído pelo filtro de síntese LPC 32 ao filtrar o sinal de excitação escalado através do modelo LPC de banda alta definido pelos coeficientes LPC para o canal esquerdo. O misturador 34 aplica os fatores de ganho para o canal direito para o sinal de excitação de banda frequência baixa. O sinal de banda alta do canal direito que é então reconstruído pelo filtro de síntese LPC 35 ao filtrar o sinal de excitação escalado através do modelo LPC de banda alta definido pelos coeficientes LPC para o canal direito.

[0022] O sinal de banda de frequência alta do canal esquerdo reconstruído e o sinal de banda de frequência alta do canal direito reconstruído são então convertidos pelo misturador 36 em um sinal mono de banda de frequência alta ao calcular a sua média no domínio do tempo.

[0023] Isto é, em princípio, uma aproximação simples e trabalhosa. Porém, requer uma sintetização separada de canais múltiplos, mesmo embora, no fim, apenas um único sinal de canal seja necessário.

[0024] Além disso, se o sinal de áudio de entrada 1 de múltiplos canais está desequilibrado, de tal forma que a maioria da energia do sinal de áudio de múltiplos canais fica em um dos canais, uma mistura direta de múltiplos canais ao calcular a sua média resultará em uma atenuação no sinal combinado. Em um caso extremo, um dos canais está completamente em silêncio, o que conduz a um nível de energia do sinal combinado que é a metade do nível de energia do canal de entrada ativo original.

RESUMO DA INVENÇÃO

[0025] É um objeto da invenção reduzir a carga de processamento que é requerida para sintetizar um sinal de áudio mono baseado em um sinal de áudio codificado de múltiplos canais.

[0026] Um método para sintetizar um sinal de áudio mono baseado no sinal de áudio codificado de múltiplos canais disponíveis é proposto, o sinal de áudio codificado de múltiplos canais compreende ao menos para uma parte da banda de frequência de áudio os valores de parâmetro separados para cada canal do sinal de áudio de múltiplos canais. O método proposto compreende ao menos para uma parte da banda de frequência de áudio combinar os valores de parâmetro dos múltiplos canais no domínio do parâmetro. O método proposto também compreende para esta parte da banda de frequência de áudio usar os valores de parâmetro combinados para sintetizar o sinal de áudio mono.

[0027] Em adição, um decodificador de áudio para sintetizar um sinal de áudio mono baseado no sinal de áudio codificado de múltiplos canais disponíveis é proposto. O sinal de áudio codificado de múltiplos canais compreende ao menos uma parte da banda de frequência de um sinal de áudio original de múltiplos canais dos valores de parâmetro separados para cada canal do sinal de áudio de múltiplos canais. O decodificador de áudio proposto compreende ao menos uma parte de seleção do parâmetro adaptada para combinar os valores de parâmetro dos múltiplos canais no domínio do parâmetro ao menos para uma parte da banda de frequência do sinal de áudio de múltiplos canais. O decodificador de áudio proposto também compreende uma parte de síntese do sinal de áudio adaptada para sintetizar um sinal de áudio mono ao menos para uma parte da banda de frequência do sinal de áudio de múltiplos

canais baseado nos valores de parâmetro combinados fornecidos pela parte de seleção do parâmetro.

[0028] Em adição, um sistema de codificação é proposto, o qual compreende em adição ao decodificador proposto um codificador de áudio proporcionando o sinal de áudio codificado de múltiplos canais.

[0029] Finalmente, um programa de computador é proposto no qual um código de programa para sintetizar um sinal de áudio mono baseado em um sinal de áudio codificado de múltiplos canais disponíveis é armazenado. O sinal de áudio codificado de múltiplos canais compreende ao menos para uma parte da banda de frequência de um sinal de áudio original de múltiplos canais os valores do parâmetro separados para cada canal do sinal de áudio de múltiplos canais. O código de programa proposto realiza os passos do método proposto ao rodar no decodificador de áudio.

[0030] O sinal de áudio codificado de múltiplos canais pode ser em particular, embora não exclusivamente, um sinal de áudio codificado estéreo.

[0031] A invenção procede da consideração de que para obter um sinal de áudio mono, a decodificação separada dos múltiplos canais disponíveis pode ser evitada, se os valores do parâmetro que estão disponíveis para estes múltiplos canais já foram combinados no domínio de parâmetro antes da decodificação. Os valores de parâmetro combinados podem então ser usados para uma única decodificação de canal.

[0032] É uma vantagem da invenção, o fato de que esta permite economizar a carga de processamento no decodificador e reduzir a complexidade do decodificador. Se os múltiplos canais são canais estéreos, os quais são processados em um sistema de divisão de banda, por exemplo, aproximadamente a metade da carga de processamento requerida para a filtragem de síntese da banda de frequência alta pode ser economizada comparado ao executar a filtragem de síntese da banda de frequência alta separadamente para ambos os canais e misturar o resultado dos sinais do canal esquerdo e direito.

[0033] Em uma incorporação da invenção, os parâmetros compreendem os fatores de ganho para cada um dos múltiplos canais e os coeficientes de predição linear para cada um dos múltiplos canais.

[0034] A combinação dos valores do parâmetro pode ser realizada de maneira estática, por exemplo ao geralmente calcular a média dos valores do parâmetro disponíveis para todos os canais. Vantajosamente, contudo, a combinação de valores do parâmetro é controlada por ao menos um parâmetro baseado na informação da atividade respectiva em múltiplos canais. Isto permite obter um sinal de áudio mono com características espectrais e com um nível de sinal tão próximo quanto possível das características espectrais e para o nível de sinal em um canal ativo respectivo, e então uma qualidade de áudio melhorada do sinal de áudio mono sintetizado.

[0035] Se a atividade no primeiro canal é significativamente superior a do segundo canal o primeiro canal pode ser assumido para ser um canal ativo, enquanto o segundo canal pode ser assumido para ser um canal silencioso que basicamente não provê nenhuma contribuição audível para o sinal de áudio original. No caso de um canal silencioso estar presente, os valores do parâmetro de ao menos um parâmetro são vantajosamente e completamente desconsiderados ao combinar os valores de parâmetro. Como resultado, o sinal mono sintetizado será similar ao canal ativo. Em todos os outros casos, os valores do parâmetro podem ser combinados, por exemplo, ao formar a média ou a média ponderada em todos os canais. Para uma média ponderada, a ponderação designada a um canal surge com a sua atividade relativa comparada ao outro canal ou canais. Outros métodos podem ser usados bem como para realizar a combinação. Igualmente, os valores do parâmetro para um canal silencioso que não forem descartados podem ser combinados com os valores do parâmetro de um canal ativo ao calcular a média ou algum outro método.

[0036] Vários tipos de informação podem formar a informação sobre a atividade respectiva nos múltiplos canais. Este pode ser dado, por exemplo, por um fator de ganho para cada um dos múltiplos canais, por uma combinação dos fatores de ganho em um período curto de tempo para cada um dos múltiplos canais, ou pelos coeficientes de predição linear para cada um dos múltiplos canais. As informações de atividade podem ser igualmente fornecidas pelo nível de energia em ao menos parte da banda de frequência do sinal de áudio de múltiplos canais para cada um dos múltiplos canais, ou por uma informação lateral separada sobre a atividade recebida do codificador que provê o sinal de áudio codificado de múltiplos canais.

[0037] Para obter o sinal de áudio codificado de múltiplos canais, um sinal de áudio original de múltiplos canais pode ser dividido, por exemplo, em um sinal de banda de frequência baixa e em um sinal de banda de frequência alta. O sinal de banda de

frequência alta pode ser codificado de maneira convencional. Também o sinal de banda de frequência alta pode ser codificado separadamente para os múltiplos canais de maneira convencional resultando nos valores do parâmetro para cada um dos múltiplos canais. Ao menos a parte de banda de frequência alta codificada de todos os sinais de áudio codificados de múltiplos canais pode ser tratada então de acordo com a invenção.

[0038] É para ser entendido, entretanto, que os valores do parâmetro de múltiplos canais de uma parte da banda de frequência baixa de todo o sinal podem ser tratados igualmente de acordo com a invenção, para prevenir o desequilíbrio entre a banda de frequência baixa e a banda de frequência alta, por exemplo, um desequilíbrio a nível de sinal. Alternativamente, os valores do parâmetro para os canais silenciosos na banda de frequência influenciando o nível de sinal não podem ser descartados a princípio, mas apenas os valores do parâmetro para os canais silenciosos que influenciam a característica espectral do sinal.

[0039] A invenção pode ser implementada por exemplo, embora não exclusivamente, em um sistema de codificação baseado no AMR-WB+.

[0040] Outros objetos e características da presente invenção se tornarão aparentes da descrição detalhada a seguir considerados em conjunção com os desenhos apensos.

BREVE DESCRIÇÃO DAS FIGURAS:

[0041] Figura 1 - é um diagrama em blocos esquemático de um sistema de codificação de divisão de banda;

[0042] Figura 2 - é um diagrama da resposta de frequência de um banco de filtros de duas bandas;

[0043] Figura 3 - é um diagrama em blocos esquemático de um decodificador de banda alta convencional para a conversão de estéreo para mono;

[0044] Figura 4 - é um diagrama em blocos esquemático do decodificador de banda alta para a conversão de estéreo para mono, de acordo com a primeira incorporação da invenção;

[0045] Figura 5 - é um diagrama ilustrando a resposta de frequência para os sinais estéreos e para o sinal mono resultante com o decodificador de banda alta da Figura 4;

[0046] Figura 6 - é um diagrama em blocos esquemático do decodificador de banda alta para a conversão de estéreo para mono, de acordo com a segunda incorporação da invenção;

[0047] Figura 7 - é um fluxograma ilustrando a operação no sistema usando o decodificador de banda alta da Figura 6;

[0048] Figura 8 - é um fluxograma ilustrando a primeira opção para a combinação do parâmetro no fluxograma da Figura 7; e

[0049] Figura 9 - é um fluxograma ilustrando a segunda opção para a combinação de parâmetro no fluxograma da Figura 7.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO:

[0050] A invenção é assumida para ser implementada no sistema da Figura 1, o qual será referenciado a seguir. Um sinal de áudio de entrada estéreo 1 é provido ao codificador de áudio 10 para codificar, enquanto um sinal de áudio mono decodificado 3 tem que ser provido pelo decodificador de áudio 20 para apresentação.

[0051] Para poder proporcionar para tal sinal de áudio mono 3 com uma carga de processamento baixa, o decodificador de banda alta 22 do sistema pode ser realizado de acordo com a primeira incorporação simples da invenção.

[0052] A Figura 4 é um diagrama em blocos esquemático deste decodificador de banda alta 22. Uma entrada de excitação de banda baixa do decodificador de banda alta 22 é conectada através de um misturador 40 e de um filtro de síntese LPC 41 para a saída do decodificador de banda alta 22. O decodificador de banda alta 22 inclui o bloco 42 de cálculo da média de ganho, que é conectada ao misturador e o bloco 43 de cálculo da média LPC, que é conectada ao filtro de síntese LPC 41.

[0053] O sistema opera como a seguir:

[0054] Uma entrada do sinal estéreo para o codificador de áudio 10 é dividida por um banco de filtros 11 de análise de duas bandas em uma banda de frequência baixa e uma banda de frequência alta. Um codificador de banda baixa 11 codifica o sinal de áudio de banda de frequência baixa como descrito acima. O codificador AMR-WB+ de banda alta 12 codifica o sinal de estéreo de banda alta separadamente para os canais esquerdo e direito. Mais especificamente, determina os fatores de ganho e os coeficientes de predição linear para cada canal como descrito acima.

[0055] O sinal mono codificado de banda de frequência baixa, os valores do parâmetro de banda de frequência baixa estéreo e os valores do parâmetro de banda de frequência alta estéreo são transmitidos em um fluxo de bit 2 para o decodificador de áudio 20.

[0056] O decodificador de banda baixa 21 recebe a parte de banda de frequência baixa do fluxo de bit para decodificação. Nesta decodificação, este omite os parâmetros estéreo e decodifica apenas a parte mono. O resultado é um sinal de áudio mono de banda de frequência baixa.

[0057] O decodificador de banda alta 22 recebe por um lado os valores do parâmetro de banda de frequência alta do fluxo de bit transmitido e por outro lado o sinal de excitação de banda baixa produzido pelo decodificador de banda baixa 21.

[0058] Os parâmetros de banda de frequência alta incluem, respectivamente, um fator de ganho do canal esquerdo, um fator de ganho do canal direito, os coeficientes LPC do canal esquerdo e os coeficientes LPC do canal direito. No bloco 42 de cálculo da média de ganho, os respectivos fatores de ganho para o canal esquerdo e o canal direito são ponderados, e o fator de ganho médio é usado pelo misturador 40 para escalar o sinal de excitação de banda baixa. O sinal resultante é provido para filtragem pelo filtro de síntese LPC 41.

[0059] No bloco 43 de cálculo da média LPC, os respectivos coeficientes de predição linear para o canal esquerdo e o canal direito são combinados. No AMR-WB+, a combinação dos coeficientes LPC de ambos os canais pode ser feita, por exemplo, ao calcular a média dos coeficientes recebidos no domínio do Par de Imitância Espectral (ISP). Os coeficientes médios são então usados para configurar o filtro de síntese LPC 41, para o qual o sinal de excitação de banda baixa escalado é sujeito.

[0060] O sinal de excitação de banda baixa escalado e filtrado forma o sinal de áudio mono de banda alta desejado.

[0061] O sinal de áudio mono de banda baixa e o sinal de áudio mono de banda alta são combinados no banco de filtros 23 de síntese de duas bandas, e o sinal sintetizado 3 resultante é produzido para apresentação.

[0062] Comparado ao sistema usando o codificador de banda alta da Figura 3, o sistema usando o codificador de banda alta da Figura 4 tem a vantagem de que este requer aproximadamente apenas a metade da energia de processamento para gerar o sinal sintetizado, uma vez que este é gerado apenas uma vez.

[0063] Deve ser observado que o problema mencionado acima de uma possível atenuação no sinal combinado no caso de uma entrada de áudio estéreo que tem um sinal ativo em apenas um dos canais permanece.

[0064] Além disso, para os sinais de entrada de áudio estéreos com apenas um canal ativo o cálculo dos coeficientes de predição linear traz um efeito colateral indesejado de 'arredondamento' do espectro no sinal combinado resultante. Em vez de ter as características espectrais do canal ativo, o sinal combinado possui as características espectrais distorcidas devido à combinação do espectro 'real' do canal ativo e do espectro praticamente plano ou do tipo randômico do canal silencioso.

[0065] Este efeito é ilustrado na Figura 5. A Figura 5 é um diagrama que descreve a amplitude da frequência para as três respostas diferentes da frequência do filtro de síntese LPC calculadas em um quadro de 80 ms. A linha sólida representa a resposta da frequência do filtro de síntese LPC do canal ativo. A linha pontilhada representa a resposta da frequência do filtro de síntese LPC de um canal silencioso. A linha tracejada representa a resposta da frequência do filtro de síntese LPC resultante ao ponderar os módulos LPC de ambos os canais no domínio ISP. Pode ser visto que o filtro LPC ponderado cria um espectro que não se assemelha a nenhum dos espectros reais. Na prática este fenômeno pode ser ouvido como uma qualidade de áudio reduzida na banda de frequência alta.

[0066] Para ser capaz de proporcionar um sinal de áudio mono 3 não apenas com uma carga de processamento baixa, mas evitando as restrições que não são resolvidas com o decodificador de banda alta da Figura 4, o decodificador de banda

alta 22 do sistema da Figura 1 pode ser realizado de acordo com a segunda incorporação da invenção.

[0067] A Figura 6 é um diagrama em blocos esquemático de tal decodificador de banda alta 22. Uma entrada de excitação de banda baixa do decodificador de banda alta 22 é conectada ao misturador 60 e um filtro de síntese LPC 61 na saída do decodificador de banda alta 22. O decodificador de banda alta 22 inclui uma lógica de seleção de ganho 62 que é conectada ao misturador 60, e uma lógica de seleção LPC 63 que é conectada ao filtro de síntese LPC 61.

[0068] O processo no sistema usando o codificador de banda alta 22 da Figura 6 será descrito agora com referência a Figura 7. A Figura 7 é um fluxograma que descreve em sua parte superior o processo no codificador de áudio 10 e na sua parte mais o processo no decodificador de áudio 20 do sistema. A parte superior e a parte inferior são divididas por uma linha tracejada horizontal.

[0069] Uma entrada de sinal de áudio estéreo 1 para o codificador é dividida em uma banda de frequência baixa e uma banda de frequência alta pelo banco de filtros de análise de duas bandas 11. O codificador de banda baixa 12 codifica a banda de frequência baixa. O codificador 13 de banda alta AMR-WB+ codifica a banda de frequência alta separadamente para os canais esquerdo e direito. Mais especificamente, este determina os fatores de ganho dedicados e os coeficientes de predição linear para ambos os canais, tal como os parâmetros de banda de frequência alta.

[0070] O sinal mono codificado de banda de frequência baixa, os valores do parâmetro estéreo de banda de frequência alta e os valores do parâmetro estéreo de banda de frequência baixa são transmitidos em fluxo de bit 2 para o decodificador de áudio 20. O decodificador de banda baixa 21 recebe a banda de frequência baixa relacionada a parte do fluxo de bit 2, e decodifica esta parte. Na decodificação, o decodificador de banda baixa 21 omite os parâmetros estéreos recebidos e decodifica apenas a parte de mono. O resultado é um sinal de áudio mono de banda baixa.

[0071] O decodificador de banda alta 22 recebe por um lado o fator de ganho do canal esquerdo, o fator de ganho do canal direito, os coeficientes de predição linear para o canal esquerdo e os coeficientes de predição linear para o canal direito, e por outro lado o sinal de excitação de banda baixa produzido pelo decodificador de banda baixa

21. O ganho do canal esquerdo e o ganho do canal direito são usados ao mesmo tempo que informação de atividade do canal. Deve ser observado que ao invés, alguma outra informação de atividade do canal indicando a distribuição de atividade na banda de frequência alta para o canal esquerdo e o canal direito poderia ser fornecida como um parâmetro adicional pelo codificador de banda alta 13.

[0072] A informação de atividade do canal é avaliada, e os fatores de ganho para o canal esquerdo e o canal direito são combinados pela lógica de seleção de ganho 62 de acordo com a avaliação para um único fator de ganho. O ganho selecionado é aplicado então ao sinal de excitação de banda de frequência baixa provido pelo decodificador de banda baixa 21 por meio do misturador 60.

[0073] Além disso, os coeficientes LPC para o canal esquerdo e o canal direito são combinados pela lógica de seleção do modelo LPC 63 de acordo com a avaliação para um único grupo de coeficientes LPC. O modelo LPC combinado é provido ao filtro de síntese LPC 61. O filtro de síntese LPC 61 aplica o modelo LPC selecionado para o sinal de excitação de banda de frequência baixa escalado provido pelo misturador 60.

[0074] O sinal de áudio de banda de frequência alta resultante é combinado então no banco de filtros de síntese de duas bandas 23 com o sinal de áudio mono de banda de frequência baixa para um sinal de áudio mono banda total, que pode ser produzido para apresentação por um dispositivo ou uma aplicação que não seja capaz de processar sinais de áudio estéreos.

[0075] A avaliação proposta da informação de atividade do canal e a combinação subsequente do valor do parâmetro que é indicado no fluxograma da Figura 7 como um bloco com linhas duplas pode ser implementado de diferentes modos. Duas opções serão apresentadas com referência aos fluxogramas das Figuras 8 e 9.

[0076] Na primeira opção ilustrada na Figura 8, os fatores de ganho para o canal esquerdo são ponderados pela duração do quadro, e igualmente, os fatores de ganho para o canal direito são ponderados pela duração do quadro.

[0077] O ganho ponderado do canal direito é então subtraído do ganho ponderado do canal esquerdo, resultando em uma certa diferença de ganho para cada quadro.

[0078] No caso da diferença de ganho ser menor que o primeiro valor limiar, os fatores de ganho combinados para este quadro serão estabelecidos para serem iguais aos fatores de ganho providos para o canal direito. Além disso, os modelos LPC combinados para este quadro são estabelecidos para serem iguais aos modelos LPC providos para o canal direito.

[0079] No caso da diferença de ganho ser maior que o segundo valor limiar, os fatores de ganho combinados para este quadro são estabelecidos para serem iguais aos fatores de ganho providos para o canal esquerdo. Além disso, os modelos LPC combinados para este quadro são estabelecidos para serem iguais aos modelos LPC providos para o canal esquerdo.

[0080] Em todos os outros casos, os fatores de ganho combinados para este quadro são estabelecidos para serem iguais a média do fator de ganho respectivo para o canal esquerdo e o fator de ganho respectivo para o canal direito. Os modelos LPC combinados para este quadro são estabelecidos para serem iguais à média do modelo LPC respectivo para o canal esquerdo e o modelo LPC respectivo para o canal direito.

[0081] O primeiro valor limiar e o segundo valor limiar são selecionados dependendo da sensibilidade exigida e do tipo de aplicação para o qual a conversão de estéreo para mono é requerida. Valores satisfatórios são, por exemplo, de -20 dB para o primeiro valor limiar e 20 dB para o segundo valor limiar.

[0082] Assim, se um dos canais pode ser considerado como um canal silencioso enquanto o outro canal pode ser considerado como um canal ativo durante um quadro respectivo, devido às diferenças grandes nos fatores de ganho médios, os fatores de ganho e os modelos LPC do canal silencioso são desconsiderados para a duração do quadro. Isto é possível, uma vez que o canal silencioso não tem nenhuma contribuição audível para a saída de áudio misturada. Tal combinação de valores de parâmetro assegura que as características espectrais e o nível de sinal são tão próximos quanto possível do canal ativo respectivo. Deve ser observado que ao invés de omitir os parâmetros estéreos, o decodificador de banda baixa também poderia formar os valores de parâmetro combinados e os aplicar à parte mono do sinal, da mesma maneira que a descrita para o processo de banda de frequência alta.

[0083] Na segunda opção de combinação dos valores de parâmetro ilustrada na Figura 9, os fatores de ganho para o canal esquerdo e os fatores de ganho para o

canal direito, respectivamente, são ponderados bem como pela duração de um quadro.

[0084] O ganho do canal direito ponderado é subtraído então do ganho do canal esquerdo ponderado, resultando em uma certa diferença de ganho para cada quadro.

[0085] No caso da diferença de ganho ser menor que o primeiro valor limiar baixo, os modelos LPC combinados para este quadro são estabelecidos para serem iguais aos modelos LPC para o canal direito.

[0086] No caso da diferença de ganho ser maior que o segundo valor limiar alto, os modelos LPC combinados para este quadro são estabelecidos para serem iguais aos modelos LPC para o canal esquerdo.

[0087] Em todos os outros casos, os modelos LPC combinados para este quadro são estabelecidos para serem iguais à média do modelo LPC respectivo para o canal esquerdo e o modelo LPC respectivo para o canal direito.

[0088] Os fatores de ganho combinados para o quadro são estabelecidos em qualquer caso igual à média do fator de ganho respectivo para o canal esquerdo e o fator de ganho respectivo para o canal direito.

[0089] Os coeficientes LPC têm um efeito direto apenas nas características espectrais do sinal sintetizado. Ao combinar apenas os coeficientes LPC então resulta nas características espectrais desejadas, mas não resolve o problema da atenuação do sinal. Porém, isto tem a vantagem de que o equilíbrio entre a banda de frequência baixa e a banda de frequência alta é preservado, no caso da banda de frequência baixa não estar misturada de acordo com a invenção. Ao preservar o nível de sinal para a banda de frequência alta mudaria o equilíbrio entre a banda de frequência baixa e a banda de frequência alta introduzindo os sinais relativamente muito altos na banda de frequência alta conduzindo a uma qualidade de áudio subjetiva possivelmente reduzida.

[0090] Deve ser observado que as incorporações descritas são apenas algumas de uma ampla variedade de incorporações que podem ser emendadas de várias formas.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para sintetizar um sinal de áudio mono baseado no sinal de áudio codificado de múltiplos canais disponíveis, o sinal de áudio codificado de múltiplos canais compreende ao menos para uma banda de frequência de sinal de áudio de um sinal áudio de múltiplos canais de valores de parâmetro separados para cada canal do sinal de áudio de múltiplos canais, em que o sinal de áudio de múltiplos canais é dividido em um sinal de áudio de uma banda de alta frequência e um sinal de áudio de banda de baixa frequência, dito método é caracterizado pelo fato de que compreende ao menos para o sinal de áudio de banda de frequência:

- calcular a média de valores dos referidos valores de parâmetros separados através de cada canal do sinal de áudio de múltiplos canais no domínio de parâmetro quando a informação sobre a respectiva atividade nos canais do referido sinal de áudio de múltiplos canais não indica que a atividade em um canal é consideravelmente inferior em pelo menos um outro canal do referido sinal de áudio de múltiplos canais, e utilizando os referidos valores médios dos parâmetros para sintetizar um sinal de áudio mono; e

- desconsiderar o valor de pelo menos um parâmetro que está disponível para um primeiro canal do referido sinal de áudio de múltiplos canais quando no caso da dita informação sobre a respectiva atividade em canais do referido sinal de áudio de múltiplos canais indicar que a atividade no primeiro canal do dito sinal de áudio de múltiplos canais é consideravelmente menor do que em pelo menos um outro canal do referido sinal de áudio de múltiplos canais.

2. Método de acordo com a reivindicação 1, CARACTERIZADO pelo fato de que os parâmetros compreendem os fatores de ganho para cada canal do dito sinal de áudio de múltiplos canais e coeficientes de predição linear para cada canal do dito sinal de áudio de múltiplos canais.

3. Método de acordo com as reivindicações 1 e 2, CARACTERIZADO pelo fato de que a informação da respectiva atividade nos canais do dito sinal de áudio de múltiplos canais inclui ao menos um dos a seguir:

- um fator de ganho para cada canal;
- uma combinação dos fatores de ganho em um período de tempo curto para cada canal;
- coeficientes de predição linear para cada canal;

- o nível de energia na banda de frequência do sinal de áudio do sinal de áudio de múltiplos canais para cada canal; e
- a informação lateral separada na atividade recebida de uma extremidade de codificação proporcionando o sinal de áudio codificado de múltiplos canais.

4. Método de acordo com as reivindicações 1 a 3, CARACTERIZADO pelo fato de que o dito sinal de áudio de múltiplos canais é um sinal estéreo.

5. Método de acordo com as reivindicações 1 a 4, CARACTERIZADO pelo fato de que compreende as etapas de codificar dito sinal áudio de banda de baixa frequência, e codificar dito sinal áudio de banda de alta frequência separadamente para cada canal do dito sinal de áudio de múltiplos canais, resultando nos valores do parâmetro para cada canal do dito sinal de áudio de múltiplos canais, onde ao menos os valores do parâmetro resultantes para o sinal de áudio de banda de alta frequência são combinados para sintetizar o sinal de áudio mono.

6. Decodificador de áudio para sintetizar um sinal de áudio mono baseado no sinal de áudio codificado de múltiplos canais disponíveis, o sinal de áudio codificado de múltiplos canais compreende ao menos para um sinal de áudio da banda de frequência de um sinal de áudio de múltiplos canais dos valores de parâmetro separados para cada canal do sinal de áudio de múltiplos canais, em que o sinal de áudio de múltiplos canais é dividido em um sinal de áudio de banda de alta frequência e um sinal de áudio de banda de baixa frequência, dito decodificador de áudio é CARACTERIZADO pelo fato de que compreende:

- ao menos uma parte de seleção do parâmetro adaptada para calcular a média dos valores dos referidos valores de parâmetros separados através de cada canal do referido sinal de áudio de múltiplos canais no domínio de parâmetros quando a informação sobre a respectiva atividade nos canais do referido sinal de áudio de múltiplos canais não indica que a atividade em um canal é consideravelmente inferior que em pelo menos um outro canal do referido sinal de áudio de múltiplos canais, e utilizando os referidos valores de parâmetros médios para sintetizar um sinal de áudio mono;
- uma parte de síntese do sinal de áudio adaptada para sintetizar um sinal de áudio mono ao menos para um sinal de áudio de banda de frequência do dito sinal de áudio de múltiplos canais baseado no ditos nos valores de parâmetro médios fornecidos pelo dito ao menos uma parte de seleção do parâmetro; e

- referida porte de seleção do parâmetro ser para desconsiderar o valor de pelo menos um parâmetro que está disponível para um primeiro canal do referido sinal de áudio de múltiplos canais quando no caso da dita informação sobre a respectiva atividade em canais do referido sinal de áudio de múltiplos canais indicar que a atividade no primeiro canal do dito sinal de áudio de múltiplos canais é consideravelmente menor do que em pelo menos um outro canal do referido sinal de áudio de múltiplos canais

7. Decodificador de áudio de acordo com a reivindicação 6, CARACTERIZADO pelo fato de que os parâmetros compreendem os fatores de ganho para cada um dos canais do referido sinal de áudio de múltiplos canais e os coeficientes de predição linear para cada canal do referido sinal de áudio de múltiplos canais.

8. Decodificador de áudio de acordo com as reivindicações 6 a 7, CARACTERIZADO pelo fato de que a informação da respectiva atividade nos canais do dito sinal de áudio de múltiplos canais inclui ao menos um dos a seguir:

- um fator de ganho para cada canal;
- uma combinação dos fatores de ganho em um período de tempo curto para cada canal;
- coeficientes de predição linear para cada canal;
- o nível de energia no sinal de áudio da banda de frequência do dito sinal de áudio de múltiplos canais para cada canal; e
- a informação lateral separada na atividade recebida de uma extremidade de codificação proporcionando o sinal de áudio codificado de múltiplos canais.

9. Decodificador de áudio de acordo com as reivindicações 6 a 8, CARACTERIZADO pelo fato de que o sinal de áudio de múltiplos canais é um sinal estéreo.

10. Decodificador de áudio de acordo com qualquer uma das reivindicações de 6 a 9, CARACTERIZADO pelo fato de que o codificador de áudio adicionalmente compreende um componente de avaliação adaptado para determinar a informação da atividade dos múltiplos canais e adaptado para prover a informação para uso pelo decodificador de áudio.

Handwritten signature or initials.

BR 03/00000

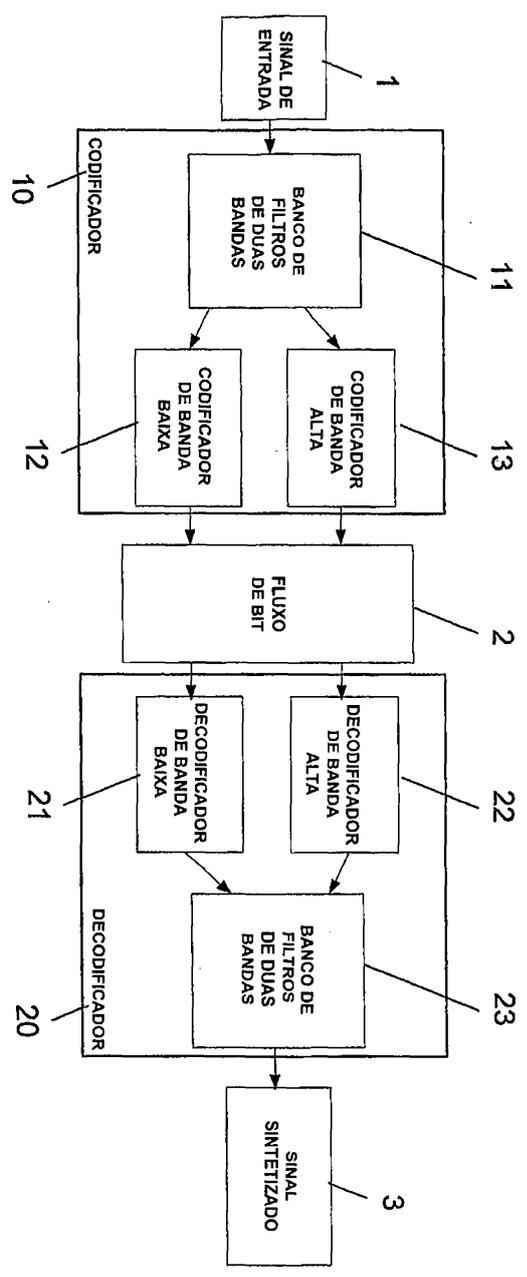


Fig. 1

Handwritten signature or initials.

P. D. 1055

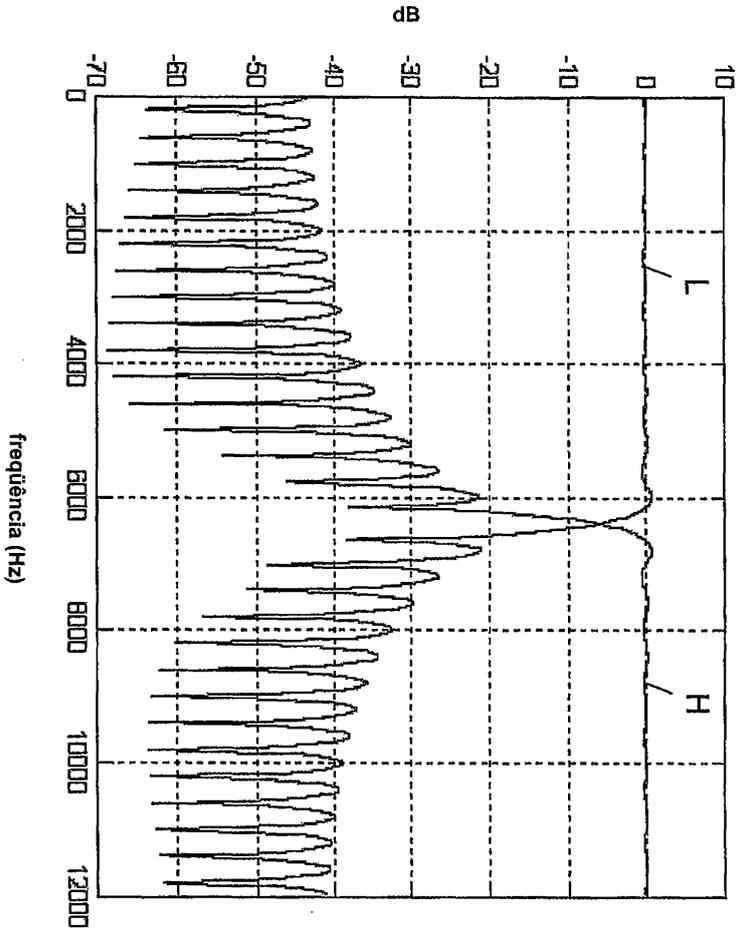


Fig. 2

46

BR 03/005

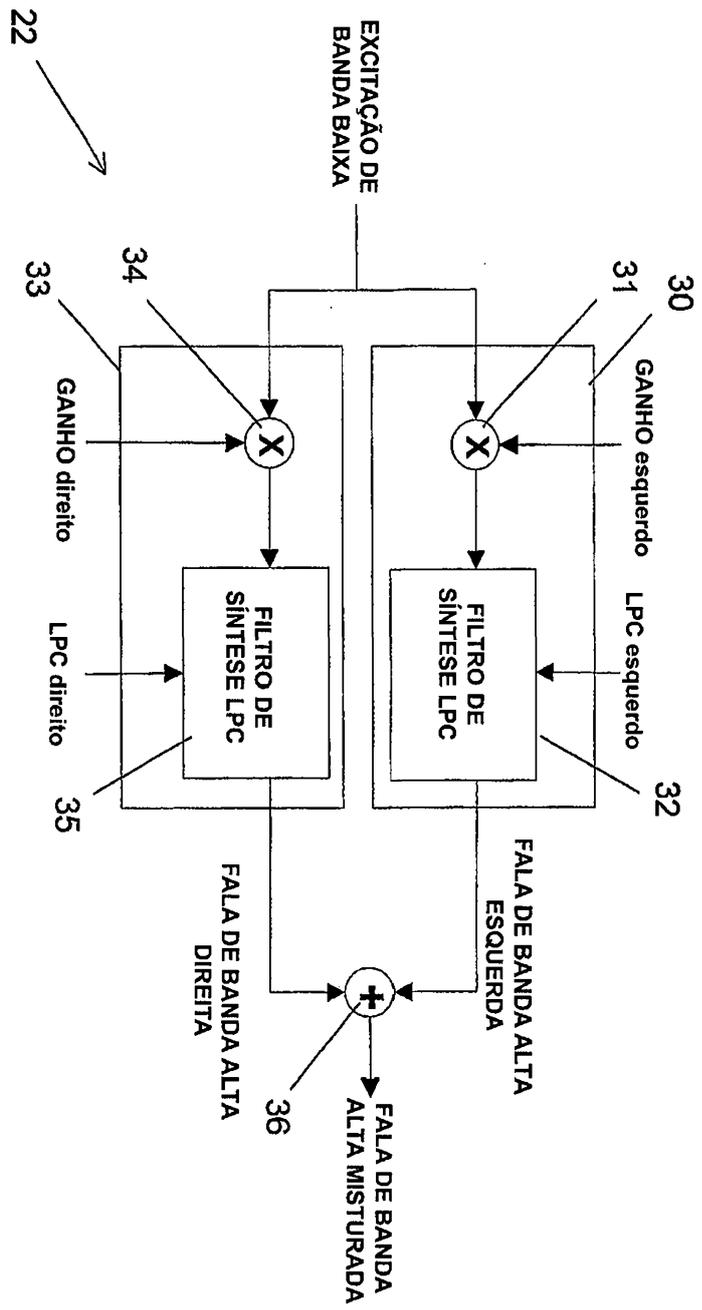


Fig. 3

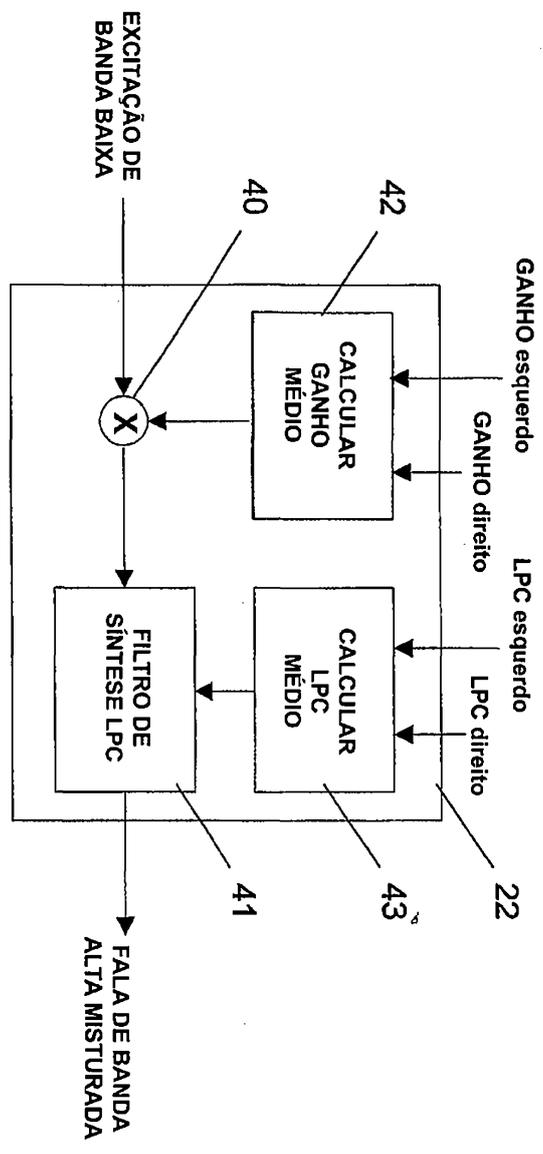


Fig. 4

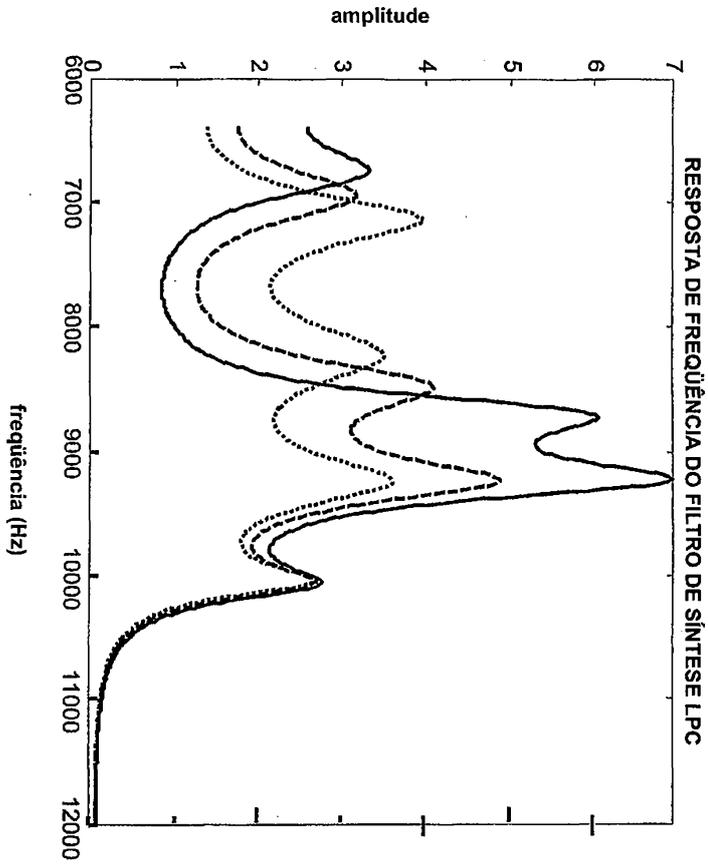


Fig. 5

49

PORTAL

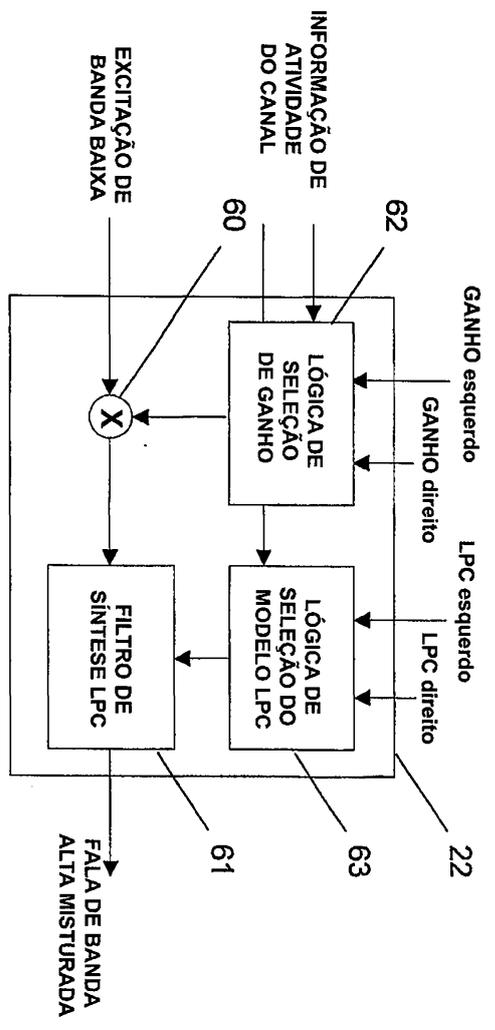


Fig. 6

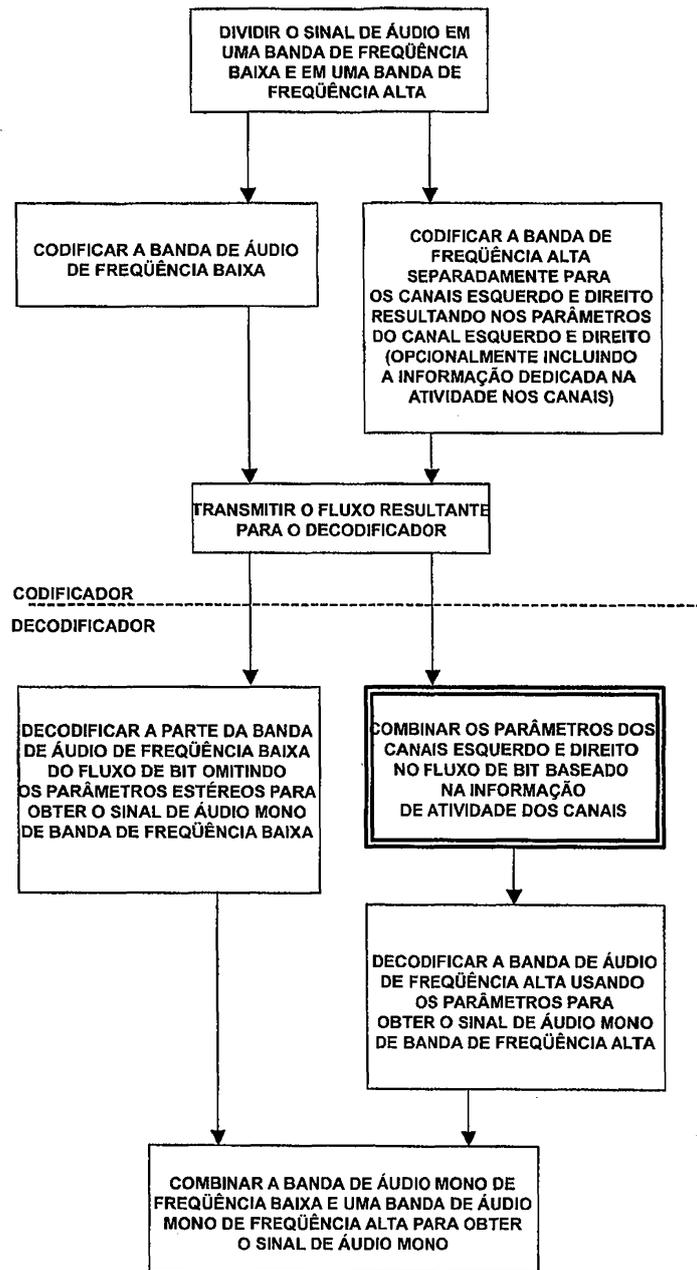


Fig. 7

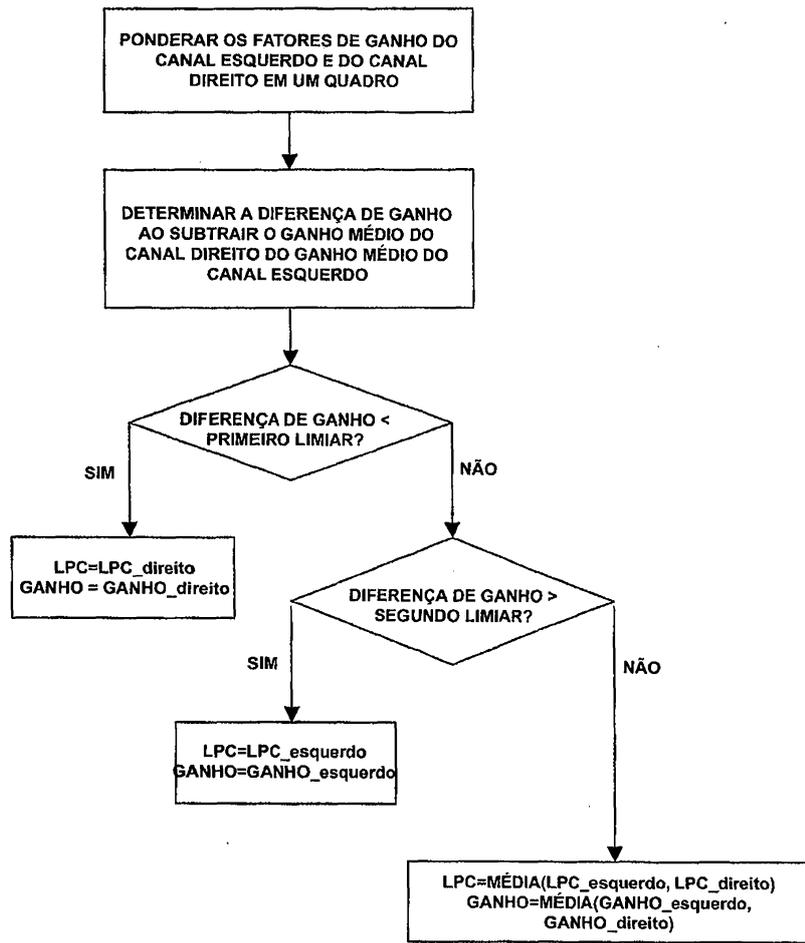


Fig. 8

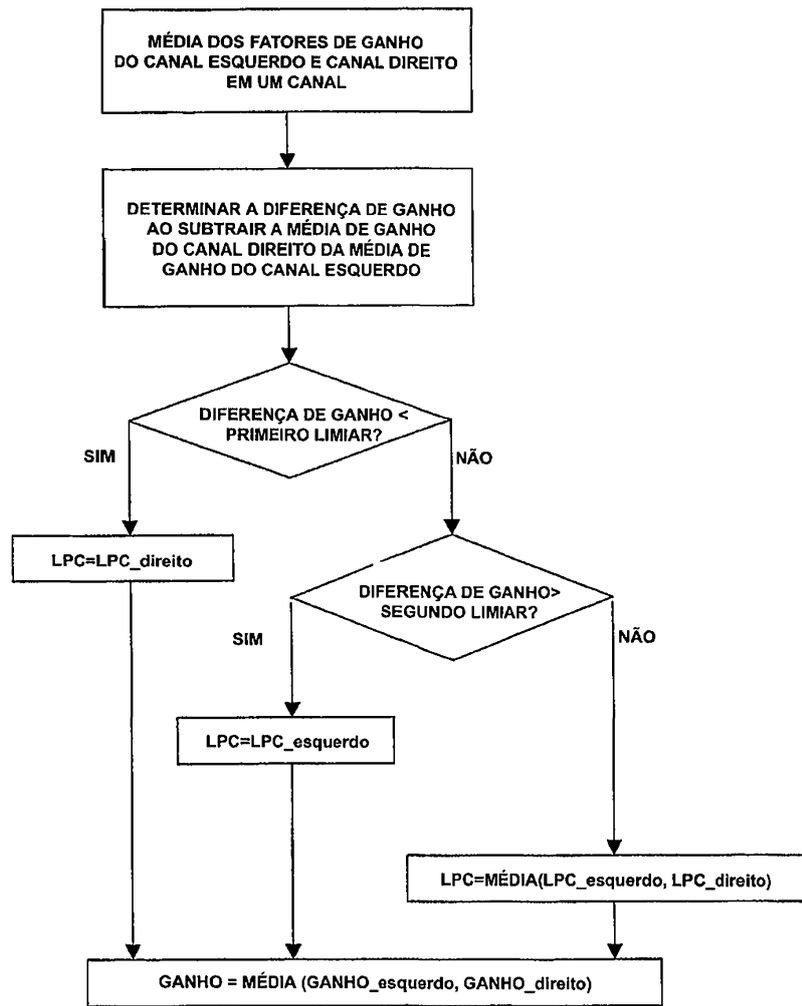


Fig. 9