



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

(11) BR 112016013771-0 B1



(22) Data do Depósito: 15/12/2014

(45) Data de Concessão: 21/12/2021

(54) Título: MODELAGEM DE SINAL DE BANDA ELEVADA

(51) Int.Cl.: G10L 21/0388; G10L 19/08.

(30) Prioridade Unionista: 12/12/2014 US 14/568,359; 16/12/2013 US 61/916,697.

(73) Titular(es): QUALCOMM INCORPORATED.

(72) Inventor(es): VENKATESH KRISHNAN; VENKATRAMAN S. ATTI.

(86) Pedido PCT: PCT US2014070268 de 15/12/2014

(87) Publicação PCT: WO 2015/095008 de 25/06/2015

(85) Data do Início da Fase Nacional: 14/06/2016

(57) Resumo: MODELAGEM DE SINAL DE BANDA ELEVADA. Um método inclui filtração, em um codificador de fala, de um sinal de áudio em um primeiro grupo de sub-bandas em uma primeira faixa de frequência e um segundo grupo de sub-bandas em uma segunda faixa de frequência. O método também inclui gerar um sinal harmonicamente estendido com base no primeiro grupo de sub-bandas. O método inclui ainda gerar um terceiro grupo de sub-bandas com base, pelo menos em parte, no sinal harmonicamente estendido. O terceiro grupo de sub-bandas corresponde ao segundo grupo de sub-bandas. O método também inclui determinar um primeiro parâmetro de ajuste para uma primeira sub-banda no terceiro grupo de sub-bandas ou um segundo parâmetro de ajuste para uma segunda sub-banda no terceiro grupo de sub-bandas. O primeiro parâmetro de ajuste se baseia em uma métrica de uma primeira sub-banda no segundo grupo de sub-bandas, e o segundo parâmetro de ajuste se baseia em uma métrica de uma segunda sub-banda no segundo grupo de sub-bandas.

MODELAGEM DE SINAL DE BANDA ELEVADA

REIVINDICAÇÃO DE PRIORIDADE

[0001] O presente pedido reivindica prioridade do pedido de patente US no. 14/568.359 depositado em 12 de dezembro de 2014 e pedido de patente provisional US no. 61/916.697 depositado em 16 de dezembro de 2013, ambos intitulados "HIGH-BAND SIGNAL MODELING", cujos teores são incorporados por referência na íntegra.

CAMPO

[0002] A presente revelação é genericamente relacionada ao processamento de sinais.

DESCRIÇÃO DA TÉCNICA RELACIONADA

[0003] Avanços em tecnologia resultaram em dispositivos de computação menores e mais potentes. Por exemplo, existe atualmente uma variedade de dispositivos de computação pessoal portáteis, incluindo dispositivos de computação sem fio, como telefones sem fio portáteis, assistentes pessoais digitais (PDAs), e dispositivos de paging que são pequenos, leves e facilmente carregados pelos usuários. Mais especificamente, telefones sem fio portáteis, como telefones celulares e telefones de Protocolo de Internet (IP) podem comunicar pacotes de dados e voz através de redes sem fio. Além disso, muitos desses telefones sem fio incluem outros tipos de dispositivos que são incorporados nos mesmos. Por exemplo, um telefone sem fio pode incluir também uma câmera fixa digital, uma câmera de vídeo digital, um gravador digital e um tocador de arquivo de áudio.

[0004] Em sistemas de telefone tradicionais (por exemplo, redes de telefonia comutada pública (PSTNs)), largura de banda de sinal é limitada à faixa de frequência de 300 Hertz (Hz) a 3.4 quilohertz (kHz). Em aplicações de banda larga (WB), como telefonia celular e protocolo de voz

pela internet (VoIP), a largura de banda de sinais pode cobrir a faixa de frequência de 50 Hz a 7 kHz. Técnicas de codificação de banda super larga (SWB) suportam largura de banda que estende até em torno de 16 kHz. A extensão de largura de banda de sinal a partir de telefonia de banda estreita a 3.4 kHz para telefonia SWB de 16 kHz pode melhorar a qualidade de reconstrução de sinal, inteligibilidade e naturalidade.

[0005] Técnicas de codificação SWB envolvem tipicamente codificar e transmitir a porção de frequência mais baixa do sinal (por exemplo, 50 Hz a 7 kHz também chamada a “banda baixa”). Por exemplo, a banda baixa pode ser representada usando parâmetros de filtro e/ou um sinal de excitação de banda base. Entretanto, para melhorar a eficiência de codificação, a porção de frequência mais elevada do sinal (por exemplo, 7 kHz a 16 kHz, também chamada a “banda elevada”) pode não ser totalmente codificada e transmitida. Ao invés disso, um receptor pode utilizar modelagem de sinal para prever a banda elevada. Em algumas implementações dados associados à banda elevada podem ser fornecidos ao receptor para auxiliar na predição. Tais dados podem ser mencionados como “informações secundárias”, e podem incluir informações de ganho, frequências espectrais de linha (LSFs, também mencionadas como pares espectrais de linha (LSPs)), etc. As propriedades do sinal de banda baixa podem ser usadas para gerar as informações secundárias; entretanto, disparidades de energia entre a banda baixa e a banda elevada podem resultar em informações secundárias que caracteriza imprecisamente a banda elevada.

SUMÁRIO

[0006] Sistemas e métodos para executar modelagem de sinal de banda elevada são revelados. Um

primeiro filtro (por exemplo, um banco de filtro de espelho em quadratura (QMF) ou um bando pseudo-QMF) pode filtrar um sinal de áudio em um primeiro grupo de sub-bandas correspondendo a uma porção de banda baixa do sinal de áudio e um segundo grupo de sub-bandas correspondendo a uma porção de banda elevada do sinal de áudio. O grupo de sub-bandas correspondendo à porção de banda baixa do sinal de áudio e o grupo de sub-bandas correspondendo à porção de banda elevada do sinal de áudio podem ou não ter sub-bandas comuns. Um banco de filtro de síntese pode combinar o primeiro grupo de sub-bandas para gerar um sinal de banda baixa (Por exemplo, um sinal residual de banda baixa) e o sinal de banda baixa pode ser fornecido para um codificador de banda baixa. O codificador de banda baixa pode quantizar o sinal de banda baixa usando um Codificador de predição linear (Codificador LP) que pode gerar um sinal de excitação de banda baixa. Um processo de transformada não linear pode gerar um sinal harmonicamente estendido com base no sinal de excitação de banda baixa. A largura de banda do sinal de excitação não linear pode ser maior que a porção de banda baixa do sinal de áudio e mesmo tanto quanto aquele do sinal de áudio inteiro. Por exemplo, o gerador de transformação não linear pode amostrar ascendentemente o sinal de excitação de banda baixa, e pode processar o sinal amostrado ascendentemente através de uma função não linear para gerar o sinal harmonicamente estendido tendo uma largura de banda que é maior que a largura de banda do sinal de excitação de banda baixa.

[0007] Em uma modalidade específica, um segundo filtro pode dividir o sinal harmonicamente estendido em uma pluralidade de sub-bandas. Nessa modalidade, ruído modulado pode ser adicionado a cada sub-banda da pluralidade de sub-bandas do sinal harmonicamente

estendido para gerar um terceiro grupo de sub-bandas correspondendo ao segundo grupo de sub-bandas (por exemplo, sub-bandas correspondendo à banda elevada do sinal harmonicamente estendido). Em outra modalidade específica, ruído modulado pode ser misturado com o sinal harmonicamente estendido para gerar um sinal de excitação de banda elevada que é fornecido ao segundo filtro. Nessa modalidade, o segundo filtro pode dividir o sinal de excitação de banda elevada no terceiro grupo de sub-bandas.

[0008] Um primeiro estimador de parâmetro pode determinar um primeiro parâmetro de ajuste para uma primeira sub-banda no terceiro grupo de sub-bandas com base em uma métrica de uma sub-banda correspondente no segundo grupo de sub-bandas. Por exemplo, o primeiro estimador de parâmetro pode determinar uma relação espectral e/ou uma relação de envelope temporal entre a primeira sub-banda no terceiro grupo de sub-bandas e uma porção de banda elevada correspondente do sinal de áudio. Em um modo similar, um segundo estimador de parâmetro pode determinar um segundo parâmetro de ajuste para uma segunda sub-banda no terceiro grupo de sub-bandas com base em uma métrica de uma sub-banda correspondente no segundo grupo de sub-bandas. Os parâmetros de ajuste podem ser quantizados e transmitidos para um decodificador juntamente com outras informações secundárias para auxiliar o decodificador a reconstruir a porção de banda elevada do sinal de áudio.

[0009] Em um aspecto específico, um método inclui filtrar, em um codificador de fala, um sinal de áudio em um primeiro grupo de sub-bandas em uma primeira faixa de frequência e um segundo grupo de sub-bandas em uma segunda faixa de frequência. O método também inclui gerar um sinal harmonicamente estendido com base no primeiro grupo de sub-bandas. O método inclui ainda gerar um

terceiro grupo de sub-bandas com base, pelo menos em parte, no sinal harmonicamente estendido. O terceiro grupo de sub-bandas corresponde ao segundo grupo de sub-bandas. O método também inclui determinar um primeiro parâmetro de ajuste para uma primeira sub-banda no terceiro grupo de sub-bandas ou um segundo parâmetro de ajuste para uma segunda sub-banda no terceiro grupo de sub-bandas. O primeiro parâmetro de ajuste é baseado em uma métrica de uma primeira sub-banda no segundo grupo de sub-bandas, e o segundo parâmetro de ajuste se baseia em uma métrica de uma segunda sub-banda no segundo grupo de sub-bandas.

[0010] Em outro aspecto específico, um aparelho inclui um primeiro filtro configurado para filtrar um sinal de áudio em um primeiro grupo de sub-bandas em uma primeira faixa de frequência e um segundo grupo de sub-bandas em uma segunda faixa de frequência. O aparelho também inclui um gerador de transformação não linear configurado para gerar um sinal harmonicamente estendido com base no primeiro grupo de sub-bandas. O aparelho inclui ainda um segundo filtro configurado para gerar um terceiro grupo de sub-bandas com base, pelo menos em parte, no sinal harmonicamente estendido. O terceiro grupo de sub-bandas corresponde ao segundo grupo de sub-bandas. O aparelho também inclui estimadores de parâmetro configurados para determinar um primeiro parâmetro de ajuste para uma primeira sub-banda no terceiro grupo de sub-bandas ou um segundo parâmetro de ajuste para uma segunda sub-banda no terceiro grupo de sub-bandas. O primeiro parâmetro de ajuste é baseado em uma métrica de uma primeira sub-banda no segundo grupo de sub-bandas, e o segundo parâmetro de ajuste se baseia em uma métrica de uma segunda sub-banda no segundo grupo de sub-bandas.

[0011] Em outro aspecto específico, uma mídia

legível em computador não transitória inclui instruções que, quando executadas por um processador em um codificador de fala, fazem com que o processador filtre um sinal de áudio em um primeiro grupo de sub-bandas em uma primeira faixa de frequência e um segundo grupo de sub-bandas em uma segunda faixa de frequência. As instruções são também executáveis para fazer com que o processador gere um sinal harmonicamente estendido com base no primeiro grupo de sub-bandas. As instruções são adicionalmente executáveis para fazer com que o processador gere um terceiro grupo de sub-bandas com base, pelo menos em parte, no sinal harmonicamente estendido. O terceiro grupo de sub-bandas corresponde ao segundo grupo de sub-bandas. As instruções são também executáveis para fazer com que o processador determine um primeiro parâmetro de ajuste para uma primeira sub-banda no terceiro grupo de sub-bandas ou um segundo parâmetro de ajuste para uma segunda sub-banda no terceiro grupo de sub-bandas. O primeiro parâmetro de ajuste se baseia em uma métrica de uma primeira sub-banda no segundo grupo de sub-bandas, e o segundo parâmetro de ajuste se baseia em uma métrica de uma segunda sub-banda no segundo grupo de sub-bandas.

[0012] Em outro aspecto específico, um aparelho inclui meio para filtrar um sinal de áudio em um primeiro grupo de sub-bandas em uma primeira faixa de frequência e um segundo grupo de sub-bandas em uma segunda faixa de frequência. O aparelho também inclui meio para gerar um sinal harmonicamente estendido com base no primeiro grupo de sub-bandas. O aparelho inclui ainda meio para gerar um terceiro grupo de sub-bandas com base, pelo menos em parte, no sinal harmonicamente estendido. O terceiro grupo de sub-bandas corresponde ao segundo grupo de sub-bandas. O aparelho também inclui meio para

determinar um primeiro parâmetro de ajuste para uma primeira sub-banda no terceiro grupo de sub-bandas ou um segundo parâmetro de ajuste para uma segunda sub-banda no terceiro grupo de sub-bandas. O primeiro parâmetro de ajuste se baseia em uma métrica de uma primeira sub-banda no segundo grupo de sub-bandas, e o segundo parâmetro de ajuste se baseia em uma métrica de uma segunda sub-banda no segundo grupo de sub-bandas.

[0013] Em outro aspecto específico, um método inclui gerar, em um decodificador de fala, um sinal harmonicamente estendido com base em um sinal de excitação de banda baixa gerado por um decodificador baseado em Predição linear com base nos parâmetros recebidos a partir de um codificador de fala. O método inclui ainda gerar um grupo de sub-bandas de excitação de banda elevada com base, pelo menos em parte, no sinal harmonicamente estendido. O método também inclui ajustar o grupo de sub-bandas de excitação de banda elevada com base em parâmetros de ajuste recebidos a partir do codificador de fala.

[0014] Em outro aspecto específico, um aparelho inclui um gerador de transformação não linear configurado para gerar um sinal harmonicamente estendido com base em um sinal de excitação de banda baixa gerado por um decodificador baseado em Predição linear com base nos parâmetros recebidos a partir de um codificador de fala. O aparelho inclui ainda um segundo filtro configurado para gerar um grupo de sub-bandas de excitação de banda elevada com base, pelo menos em parte, no sinal harmonicamente estendido. O aparelho também inclui ajustadores configurados para ajustar o grupo de sub-bandas de excitação de banda elevada com base em parâmetros de ajuste recebidos a partir do codificador de fala.

[0015] Em outro aspecto específico, um

aparelho inclui meio para gerar um sinal harmonicamente estendido com base em um sinal de excitação de banda baixa gerado por um decodificador baseado em Predição linear com base nos parâmetros recebidos a partir de um codificador de fala. O aparelho inclui ainda meio para gerar um grupo de sub-bandas de excitação de banda elevada com base, pelo menos em parte, no sinal harmonicamente estendido. O aparelho também inclui meio para ajustar o grupo de sub-bandas de excitação de banda elevada com base nos parâmetros de ajuste recebidos a partir do codificador de fala.

[0016] Em outro aspecto específico, uma mídia legível em computador não transitória inclui instruções que, quando executadas por um processador em um decodificador de fala, fazem com que o processador gere um sinal harmonicamente estendido com base em um sinal de excitação de banda baixa gerado por um decodificador baseado em Predição linear com base nos parâmetros recebidos a partir de um codificador de fala. As instruções são adicionalmente executáveis para fazer com que o processador gere um grupo de sub-bandas de excitação de banda elevada com base, pelo menos em parte, no sinal harmonicamente estendido. As instruções são também executáveis para fazer com que o processador ajuste o grupo de sub-bandas de excitação de banda elevada com base em parâmetros de ajuste recebidos a partir do codificador de fala.

[0017] Vantagens específicas fornecidas pelo menos por uma das modalidades reveladas incluem modelagem de resolução aperfeiçoada de uma porção de banda elevada de um sinal de áudio. Outros aspectos, vantagens, e características da presente revelação tornar-se-ão evidentes após exame do pedido inteiro, incluindo as

seguintes seções: Breve descrição dos desenhos, Descrição detalhada e Reivindicações.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[0018] A figura 1 é um diagrama para ilustrar uma modalidade específica de um sistema que é operável para executar modelagem de sinal de banda elevada.

[0019] A figura 2 é um diagrama de outra modalidade específica de um sistema que é operável para executar modelagem de sinal de banda elevada;

[0020] A figura 3 é um diagrama de outra modalidade específica de um sistema que é operável para executar modelagem de sinal de banda elevada;

[0021] A figura 4 é um diagrama de uma modalidade específica de um sistema que é operável para reconstruir um sinal de áudio usando parâmetros de ajuste;

[0022] A figura 5 é um fluxograma de uma modalidade específica de um método para executar modelagem de sinal de banda elevada;

[0023] A figura 6 é um fluxograma de uma modalidade específica de um método para reconstruir um sinal de áudio usando parâmetros de ajuste; e

[0024] A figura 7 é um diagrama de blocos de um dispositivo sem fio operável para executar operações de processamento de sinal de acordo com os sistemas e métodos das figuras 1-6.

DESCRIÇÃO DETALHADA

[0025] Com referência à figura 1, uma modalidade específica de um sistema que é operável para executar modelagem de sinal de banda elevada é mostrado e designado em geral por 100. Em uma modalidade específica, o sistema 100 pode ser integrado em um sistema ou aparelho de codificação (por exemplo, em um telefone sem fio ou codificador/decodificador (CODEC)). Em outras modalidades,

o sistema 100 pode ser integrado em um conversor de sinais de frequência, um tocador de música, um tocador de vídeo, uma unidade de entretenimento, um dispositivo de navegação, um dispositivo de comunicação, um PDA, uma unidade de dados de local fixo ou um computador.

[0026] Deve ser observado que na descrição a seguir, várias funções executadas pelo sistema 100 da figura 1 são descritas como sendo realizadas por certos componentes ou módulos. Entretanto, essa divisão de componentes e módulos é para ilustração apenas. Em uma modalidade alternativa, uma função realizada por um componente ou módulo específico pode ao invés ser dividido entre múltiplos componentes ou módulos. Além disso, em uma modalidade alternativa, dois ou mais componentes ou módulos da figura 1 podem ser integrados em um componente ou módulo único. Cada componente ou módulo ilustrado na figura 1 pode ser implementado usando hardware (por exemplo, um dispositivo de disposição de porta programável em campo (FPGA), um circuito integrado de aplicação específica (ASIC), um processador de sinais digitais (DSP), um controlador, etc.), software (por exemplo, instruções executáveis por um processador) ou qualquer combinação dos mesmos.

[0027] O sistema 100 inclui um primeiro banco de filtro de análise 110 (por exemplo, um banco QMF ou um bando pseudo-QMF) que é configurado para receber um sinal de áudio de entrada 102. Por exemplo, o sinal de áudio de entrada 102 pode ser fornecido por um microfone ou outro dispositivo de entrada. Em uma modalidade específica, o sinal de áudio de entrada 102 pode incluir fala. O sinal de áudio de entrada 102 pode ser um sinal SWB que inclui dados na faixa de frequência de aproximadamente 50 Hz a aproximadamente 16 kHz. O primeiro bando de filtro de

análise 110 pode filtrar o sinal de áudio de entrada 102 em múltiplas porções baseadas em frequência. Por exemplo, o primeiro bando de filtro de análise 110 pode gerar um primeiro grupo de sub-bandas 122 em uma primeira faixa de frequência e um segundo grupo de sub-bandas 124 em uma segunda faixa de frequência. O primeiro grupo de sub-bandas 122 pode incluir M sub-bandas, onde M é um número inteiro que é maior que zero. O segundo grupo de sub-bandas 124 pode incluir N sub-bandas, onde N é um número inteiro que é maior que um. Desse modo, o primeiro grupo de sub-bandas 122 pode incluir pelo menos uma sub-banda, e o segundo grupo de sub-bandas 124 inclui duas ou mais sub-bandas. Em uma modalidade específica, M e N podem ser um valor similar. Em outra modalidade específica, M e N podem ser valores diferentes. O primeiro grupo de sub-bandas 122 e o segundo grupo de sub-bandas 124 podem ter largura de banda igual ou desigual, e podem ser de sobreposição ou não sobreposição. Em uma modalidade alternativa, o primeiro banco de filtro de análise 110 pode gerar mais de dois grupos de sub-bandas.

[0028] A primeira faixa de frequência pode ser mais baixa que a segunda faixa de frequência. No exemplo da figura 1 o primeiro grupo de sub-bandas 122 e o segundo grupo de sub-bandas 124 ocupam bandas de frequência não de sobreposição. Por exemplo, o primeiro grupo de sub-bandas 122 e o segundo grupo de sub-bandas 124 podem ocupar bandas de frequência não de sobreposição de 50 Hz - 7 kHz e 7 kHz - 16 kHz, respectivamente. Em uma modalidade alternativa, o primeiro grupo de sub-bandas 122 e o segundo grupo de sub-bandas 124 podem ocupar bandas de frequência não de sobreposição de 50 Hz - 8 kHz e 8 kHz - 16 kHz, respectivamente. Em outra modalidade alternativa, o primeiro grupo de sub-bandas 122 e o segundo grupo de sub-

bandas 124 sobrepõem (por exemplo, 50 Hz - 8 kHz e 7 kHz - 16 kHz, respectivamente), que podem permitir que um filtro de baixa passagem e um filtro de alta passagem do primeiro banco de filtro de análise 110 tenham um rolloff suave, o que pode significar design e reduzir custo do filtro de baixa passagem e filtro de alta passagem. A sobreposição do primeiro grupo de sub-bandas 122 e o segundo grupo de sub-bandas 124 podem também permitir mistura suave de sinais de banda baixa e banda elevada em um receptor, o que pode resultar em menos artefatos audíveis.

[0029] Deve ser observado que embora o exemplo da figura 1 ilustre processamento de um sinal SWB, isso é para ilustração somente. Em uma modalidade alternativa, o sinal de áudio de entrada 102 pode ser um sinal WB tendo uma faixa de frequência de aproximadamente 50 Hz a aproximadamente 8 kHz. Em tal modalidade, o primeiro grupo de sub-bandas 122 pode corresponder a uma faixa de frequência de aproximadamente 50 Hz a aproximadamente 6.4 kHz e o segundo grupo de sub-bandas 124 pode corresponder a uma faixa de frequência de aproximadamente 6.4 kHz a aproximadamente 8 kHz.

[0030] O sistema 100 pode incluir um módulo de análise de banda baixa 130 configurado para receber o primeiro grupo de sub-bandas 122. Em uma modalidade específica, o módulo de análise de banda baixa 130 pode representar uma modalidade de um codificador de predição linear excitado por código (CELP). O módulo de análise de banda baixa 130 pode incluir uma análise de predição linear (LP) e módulo de codificação 132, um coeficiente de predição linear (LPC) para módulo de transformada LSP 134, e um quantizador 136. LSPs podem ser também mencionados como LSFs, e os dois termos (LSP e LSF) podem ser usados de modo intercambiável aqui. O módulo de codificação e análise

LP 132 pode codificar um envelope espectral do primeiro grupo de sub-bandas 122 como um conjunto de LPCs. LPCs podem ser gerados para cada quadro de áudio (por exemplo, 20 milissegundos (ms) de áudio, correspondendo a 320 amostras em uma taxa de amostragem de 16 kHz), cada subquadro de áudio (por exemplo, 5 ms de áudio) ou qualquer combinação dos mesmos. O número de LPCs gerados para cada quadro ou subquadro pode ser determinado pela “ordem” da análise LP realizada. Em uma modalidade específica o módulo de codificação e análise LP 132 pode gerar um conjunto de onze LPCs correspondendo a uma análise LP de décima ordem.

[0031] O módulo de transformada de LPC para LSP 134 pode transformar o conjunto de LPCs gerados pelo módulo de codificação e análise LP 132 em um conjunto correspondente de LSPs (por exemplo, usando uma transformada de um para um). Alternativamente, o conjunto de LPCs pode ser transformado um a um em um conjunto correspondente de coeficientes parcor, valores de razão de área-log, pares espectrais de imitância (ISPs), ou frequências espectrais de imitância (ISFs). A transformada entre o conjunto de LPCs e o conjunto de LSPs pode ser reversível sem erro.

[0032] O quantizador 136 pode quantizar o conjunto de LSPs gerados pelo módulo de transformada LPC para LSP 134. Por exemplo, o quantizador 136 pode incluir ou ser acoplado em múltiplos livros-código que incluem múltiplas entradas (por exemplo, vetores). Para quantizar o conjunto de LSPs, o quantizador 136 pode identificar entradas de livros-código que são “mais próximos a” (por exemplo, com base em uma medida de distorção como quadrados mínimos ou erro médio quadrático) o conjunto de LSPs. O quantizador 136 pode transmitir um valor de índice ou série de valores de índice correspondendo ao local das entradas

identificadas no livro-código. A saída do quantizador 136 desse modo representa parâmetros de filtro de banda baixa que são incluídos em um fluxo de bits de banda baixa 142.

[0033] O módulo de análise de banda baixa 130 pode também gerar um sinal de excitação de banda baixa 144. Por exemplo, o sinal de excitação de banda baixa 144 pode ser um sinal codificado que é gerado por codificar um sinal residual LP que é gerado durante o processo LP executado pelo módulo de análise de banda baixa 130.

[0034] O sistema 100 pode incluir ainda um módulo de análise de banda elevada 150 configurado para receber o segundo grupo de sub-bandas 124 a partir do primeiro banco de filtro de análise 110 e o sinal de excitação de banda baixa 144 a partir do módulo de análise de banda baixa 130. O módulo de análise de banda elevada 150 pode gerar informações secundárias de banda elevada 172 com base no segundo grupo de sub-bandas 124 e o sinal de excitação de banda baixa 144. Por exemplo, as informações secundárias de banda elevada 172 podem incluir LPCs de banda elevada e/ou informações de ganho (por exemplo, parâmetros de ajuste).

[0035] O módulo de análise de banda elevada 150 pode incluir um gerador de transformação não linear 190. O gerador de transformação não linear 190 pode ser configurado para gerar um sinal harmonicamente estendido com base no sinal de excitação de banda baixa 144. Por exemplo, o gerador de transformação não linear 190 pode amostrar ascendentemente o sinal de excitação de banda baixa 144 e pode processar o sinal amostrado ascendentemente através de uma função não linear para gerar o sinal harmonicamente estendido tendo uma largura de banda que é maior que a largura de banda do sinal de excitação de banda baixa 144.

[0036] O módulo de análise de banda elevada 150 pode incluir também um segundo banco de filtro de análise 192. Em uma modalidade específica, o segundo banco de filtro de análise 192 pode dividir o sinal harmonicamente estendido em uma pluralidade de sub-bandas. Nessa modalidade, ruído modulado pode ser adicionado a cada sub-banda da pluralidade de sub-bandas para gerar um terceiro grupo de sub-bandas 126 (por exemplo, sinais de excitação de banda elevada) correspondendo ao segundo grupo de sub-bandas 124. Como exemplo não limitador, uma primeira sub-banda (H1) do segundo grupo de sub-bandas 124 pode ter uma largura de banda que varia de 7 kHz a 8 kHz, e uma segunda sub-banda (H2) do segundo grupo de sub-bandas 124 pode ter uma largura de banda que varia de 8 kHz a 9 kHz. Similarmente, uma primeira sub-banda (não mostrada) do terceiro grupo de sub-bandas 126 (correspondendo à primeira sub-banda (H1)) pode ter uma largura de banda que varia de 7 kHz a 8 kHz, e uma segunda sub-banda (não mostrada) do terceiro grupo de sub-bandas 126 (correspondendo à segunda sub-banda (H2)) pode ter uma largura de banda que varia de 8 kHz a 9 kHz. Em outra modalidade específica, ruído modulado pode ser misturado com o sinal harmonicamente estendido para gerar um sinal de excitação de banda elevada que é fornecido ao segundo banco de filtro de análise 192. Nessa modalidade, o segundo banco de filtro de análise 192 pode dividir o sinal de excitação de banda elevada no terceiro grupo de sub-bandas 126.

[0037] Estimadores de parâmetro 194 no módulo de análise de banda elevada 150 podem determinar um primeiro parâmetro de ajuste (por exemplo, um parâmetro de ajuste LP e/ou um parâmetro de ajuste de ganho) para uma primeira sub-banda no terceiro grupo de sub-bandas 126 com base em uma métrica de uma sub-banda correspondente no

segundo grupo de sub-bandas 124. Por exemplo, um estimador de parâmetro específico pode determinar uma relação espectral e/ou uma relação de envelope entre a primeira sub-banda no terceiro grupo de sub-bandas 126 e uma porção de banda elevada correspondente do sinal de áudio de entrada 102 (por exemplo, uma sub-banda correspondente no segundo grupo de sub-bandas 124). Em um modo similar, outro estimador de parâmetro pode determinar um segundo parâmetro de ajuste para uma segunda sub-banda no terceiro grupo de sub-bandas 126 com base em uma métrica de uma sub-banda correspondente no segundo grupo de sub-bandas 124. Como usado aqui, uma "métrica" de uma sub-banda pode corresponder a qualquer valor que caracterize a sub-banda. Como exemplos não limitadores, uma métrica de uma sub-banda pode corresponder a uma energia de sinal da sub-banda, uma energia residual da sub-banda, coeficientes LP da sub-banda, etc.

[0038] Em uma modalidade específica, os estimadores de parâmetro 194 podem calcular pelo menos dois fatores de ganho (por exemplo, parâmetros de ajuste) de acordo com uma relação entre sub-bandas do segundo grupo de sub-bandas 124 (por exemplo, componentes da porção de banda elevada do sinal de áudio de entrada 102) e sub-bandas correspondentes do terceiro grupo de sub-bandas 126 (por exemplo, componentes do sinal de excitação de banda elevada). Os fatores de ganho podem corresponder a uma diferença (ou razão) entre as energias das sub-bandas correspondentes sobre um quadro ou alguma porção do quadro. Por exemplo, os estimadores de parâmetro 194 podem calcular a energia como uma soma dos quadrados de amostras de cada sub-quadro para cada sub-banda, e o fator de ganho para o respectivo sub-quadro pode ser a raiz quadrada da razão dessas energias. Em outra modalidade específica, os

estimadores de parâmetro 194 podem calcular um envelope de ganho de acordo com uma relação de variação de tempo entre sub-bandas do segundo grupo de sub-bandas 124 e sub-bandas correspondentes do terceiro grupo de sub-bandas 126. Entretanto, o envelope temporal da porção de banda elevada do sinal de áudio de entrada 102 (por exemplo, o sinal de banda elevada) e o envelope temporal do sinal de excitação de banda elevada são prováveis de serem similares.

[0039] Em outra modalidade específica, os estimadores de parâmetro 194 podem incluir um módulo de codificação e análise LP 152 e um módulo de transformada de LPC em LSP 154. Cada do módulo de codificação e análise LP 152 e módulo de transformada LPC em LSP 154 pode funcionar como descrito acima com referência a componentes correspondentes do módulo de análise de banda baixa 130, porém em uma resolução comparativamente reduzida (por exemplo, usando menos bits para cada coeficiente, LSP, etc.). O módulo de codificação e análise LP 152 pode gerar um conjunto de LPCs que são transformados em LSPs pelo módulo de transformada 154 e quantizados por um quantizador 156 com base em um livro-código 163. Por exemplo, o módulo de codificação e análise de LP 152, o módulo de transformada de LPC em LSP 154, e o quantizador 156 podem usar o segundo grupo de sub-bandas 124 para determinar informações de filtro de banda elevada (Por exemplo, parâmetros de ajuste ou LSPs de banda elevada) e/ou informações de ganho de banda elevada que são incluídas nas informações secundárias de banda elevada 172.

[0040] O quantizador 156 pode ser configurado para quantizar os parâmetros de ajuste a partir dos estimadores de parâmetro 194 como informações secundárias de banda elevada 172. O quantizador pode ser também configurado para quantizar um conjunto de valores de

frequência espectral, como LSPs fornecidos pelo módulo de transformada 154. Em outras modalidades, o quantizador 156 pode receber e quantizar conjuntos de um ou mais outros tipos de valores de frequência espectral além de, ou ao invés de LSFs ou LSPs. Por exemplo, o quantizador 156 pode receber e quantizar um conjunto de LPCs gerados pelo módulo de codificação e análise de LP 152. Outros exemplos incluem conjuntos de coeficientes parcor, valores de razão de área-log, e ISFs que podem ser recebidos e quantizados no quantizador 156. O quantizador 156 pode incluir um quantizador de vetor que codifica um vetor de entrada (por exemplo, um conjunto de valores de frequência espectral em um formato de vetor) como um índice para uma entrada correspondente em uma tabela ou livro-código, como o livro-código 163. Como outro exemplo, o quantizador 156 pode ser configurado para determinar um ou mais parâmetros dos quais o vetor de entrada pode ser gerado dinamicamente em um decodificador, como em uma modalidade de livro-código esparsa, ao invés de recuperado de armazenagem. Para ilustrar, exemplos de livro-código esparsa podem ser aplicados em esquemas de codificação como CELP e codecs de acordo com padrões da indústria como 3GPP2 (Sociedade de terceira geração 2) EVRC (Codec de taxa variável aperfeiçoado). Em outra modalidade, o módulo de análise de banda elevada 150 pode incluir o quantizador 156 e pode ser configurado para usar um número de vetores de livro-código para gerar sinais sintetizados (por exemplo, de acordo com um conjunto de parâmetros de filtro) e selecionar um dos vetores de livro-código associados ao sinal sintetizado que casa melhor com o segundo grupo de sub-bandas 124, como em um domínio ponderado de modo perceptual.

[0041] Em uma modalidade específica, as informações secundárias de banda elevada 172 podem incluir

LSPs de banda elevada bem como parâmetros de ganho de banda elevada. Por exemplo, as informações secundárias de banda elevada 172 podem incluir os parâmetros de ajuste gerados pelos estimadores de parâmetro 194.

[0042] O fluxo de bits de banda baixa 142 e as informações secundárias de banda elevada 172 podem ser multiplexados por um multiplexor (MUX) 170 para gerar um fluxo de bit de saída 199. O fluxo de bit de saída 199 pode representar um sinal de áudio codificado que corresponde ao sinal de áudio de entrada 102. Por exemplo, o multiplexor 170 pode ser configurado para inserir os parâmetros de ajuste incluídos nas informações secundárias de banda elevada 172 em uma versão codificada do sinal de áudio de entrada 102 para permitir ajuste de ganho (por exemplo, ajuste baseado em envelope) e/ou ajuste de linearidade (por exemplo, ajuste baseado em espectral) durante reprodução do sinal de áudio de entrada 102. O fluxo de bit de saída 199 pode ser transmitido (por exemplo, através de um canal cabeado, sem fio, ou ótico) por um transmissor 198 e/ou armazenado. Em um receptor, operações inversas podem ser realizadas por um demultiplexor (DEMUX), um decodificador de banda baixa, um decodificador de banda elevada, e um banco de filtro para gerar um sinal de áudio (por exemplo, uma versão reconstruída do sinal de áudio de entrada 102 que é fornecido a um alto-falante ou outro dispositivo de saída). O número de bits usados para representar o fluxo de bits de banda baixa 142 pode ser substancialmente maior que o número de bits usados para representar as informações secundárias de banda elevada 172. Desse modo, a maioria dos bits no fluxo de bits de saída 199 pode representar dados de banda baixa. As informações secundárias de banda elevada 172 podem ser usadas em um receptor para regenerar o sinal de excitação de banda elevada a partir dos dados de banda

baixa de acordo com um modelo de sinal. Por exemplo, o modelo de sinal pode representar um conjunto esperado de relações ou correlações entre dados de banda-baixa (por exemplo, o primeiro grupo de sub-bandas 122) e dados de banda elevada (Por exemplo, o segundo grupo de sub-bandas 124). Desse modo, modelos de sinais diferentes podem ser usados para tipos diferentes de dados de áudio (por exemplo, fala, música, etc.), e o modelo de sinal específico que está em uso pode ser negociado por um transmissor e um receptor (ou definido por um padrão industrial) antes da comunicação de dados de áudio codificados. Usando o modelo de sinais, o módulo de análise de banda elevada 150 em um transmissor pode ser capaz de gerar as informações secundárias de banda elevada 172 de modo que um módulo de análise de banda elevada correspondente em um receptor seja capaz de usar o modelo de sinal para reconstruir o segundo grupo de sub-bandas 124 a partir do fluxo de bits de saída 199.

[0043] O sistema 100 da figura 1 pode melhorar a correlação entre componentes de sinal de banda elevada sintetizados (Por exemplo, o terceiro grupo de sub-bandas 126) e componentes de sinal de banda elevada originais (por exemplo, o segundo grupo de sub-bandas 124). Por exemplo, aproximação espectral e de envelope entre os componentes de sinal de banda elevada sintetizados e os componentes de sinal de banda elevada originais pode ser realizada em um nível "mais fino" por comparar métrica do segundo grupo de sub-bandas 124 com métrica do terceiro grupo de sub-bandas 126 em uma base de sub-banda por sub-banda. O terceiro grupo de sub-bandas 126 pode ser ajustado com base em parâmetros de ajuste resultando da comparação e os parâmetros de ajuste podem ser transmitidos para um decodificador para reduzir artefatos audíveis durante

reconstrução de banda elevada do sinal de áudio de entrada 102.

[0044] Com referência à figura 2, uma modalidade específica de um sistema 200 que é operável para executar modelagem de sinal de banda elevada é mostrada. O sistema 200 inclui o primeiro banco de filtro de análise 110, um banco de filtro de síntese 202, um codificador de banda baixa 204, o gerador de transformação não linear 190, um combinador de ruído 206, um segundo banco de filtro de análise 192, e N estimadores de parâmetro 294a-294c.

[0045] O primeiro banco de filtro de análise 110 pode receber o sinal de áudio de entrada 102 e pode ser configurado para filtrar o sinal de áudio de entrada 102 em múltiplas porções com base em frequência. Por exemplo, o primeiro banco de filtro de análise 110 pode gerar o primeiro grupo de sub-bandas 122 na faixa de frequência de banda baixa e o segundo grupo de sub-bandas 124 na faixa de frequência de banda elevada. Como exemplo não limitador, a faixa de frequência de banda baixa pode ser de aproximadamente 0 kHz a 6.4 kHz, e a faixa de frequência de banda elevada pode ser de aproximadamente 6.4 kHz a 12.8 kHz. O primeiro grupo de sub-bandas 124 pode ser fornecido para o banco de filtro de síntese 202. O banco de filtro de síntese 202 pode ser configurado para gerar um sinal de banda baixa 212 por combinar o primeiro grupo de sub-bandas 122. O sinal de banda baixa 212 pode ser fornecido ao codificador de banda baixa 204.

[0046] O codificador de banda baixa 204 pode corresponder ao módulo de análise de banda baixa 130 da figura 1. Por exemplo, o codificador de banda baixa 204 pode ser configurado para quantizar o sinal de banda baixa 212 (por exemplo, o primeiro grupo de sub-bandas 122) para gerar o sinal de excitação de banda baixa 144. O sinal de

excitação de banda baixa 144 pode ser fornecido ao gerador de transformação não linear 190.

[0047] Como descrito com relação à figura 1, o sinal de excitação de banda baixa 144 pode ser gerado a partir do primeiro grupo de sub-bandas 122 (por exemplo, a porção de banda baixa do sinal de áudio de entrada 102) usando o módulo de análise de banda baixa 130. O gerador de transformação não linear 190 pode ser configurado para gerar um sinal harmonicamente estendido 214 (por exemplo, um sinal de excitação não linear) com base no sinal de excitação de banda baixa 144 (Por exemplo, o primeiro grupo de sub-bandas 122). O gerador de transformação não linear 190 pode amostrar ascendentemente o sinal de excitação de banda baixa 144 e pode processar o sinal amostrado ascendentemente usando uma função não linear para gerar o sinal harmonicamente estendido 214 tendo uma largura de banda que é maior que a largura de banda do sinal de excitação de banda baixa 144. Por exemplo, em uma modalidade específica, a largura de banda do sinal de excitação de banda baixa 144 pode ser de aproximadamente 0 a 6.4 kHz, e a largura de banda do sinal harmonicamente estendido 214 pode ser de aproximadamente 6.4 kHz a 16 kHz. Em outra modalidade específica, a largura de banda do sinal harmonicamente estendido 214 pode ser mais elevada que a largura de banda do sinal de excitação de banda baixa com uma magnitude igual. Por exemplo, a largura de banda do sinal de excitação de banda baixa 144 pode ser de aproximadamente 0 a 6.4 kHz, e a largura de banda do sinal harmonicamente estendido 214 pode ser de aproximadamente 6.4 kHz a 12.8 kHz. Em uma modalidade específica, o gerador de transformação não linear 190 pode executar uma operação de valor absoluto ou uma operação de quadrado em quadros (ou sub-quadros) do sinal de excitação de banda baixa 144

para gerar o sinal harmonicamente estendido 214. O sinal harmonicamente estendido 214 pode ser fornecido para o combinador de ruído 206.

[0048] O combinador de ruído 206 pode ser configurado para misturar o sinal harmonicamente estendido 214 com ruído modulado para gerar um sinal de excitação de banda elevada 216. O ruído modulado pode ser baseado em um envelope do sinal de banda baixa 212 e ruído branco. a Quantidade de ruído modulado que é misturada com o sinal harmonicamente estendido 214 pode ser baseada em um fator de mistura. O codificador de banda baixa 204 pode gerar informações usadas pelo combinador de ruído 206 para determinar o fator de mistura. As informações podem incluir um retardo de passo no primeiro grupo de sub-bandas 122, um ganho de livro-código adaptável associado ao primeiro grupo de sub-bandas 122, uma correlação de passo entre o primeiro grupo de sub-bandas 122 e o segundo grupo de sub-bandas 124, qualquer combinação dos mesmos, etc. Por exemplo, se uma harmônica do sinal de banda baixa 212 corresponder com um sinal de voz (por exemplo, um sinal com componentes de voz relativamente intensos e componentes semelhantes a ruído relativamente fracos), o valor do fator de mistura pode aumentar e uma quantidade menor de ruído modulado pode ser misturada com o sinal harmonicamente estendido 214. Alternativamente, se a harmônica do sinal de banda baixa 212 corresponder com um sinal semelhante a ruído (Por exemplo, um sinal com componentes semelhantes a ruído relativamente forte e componentes de voz relativamente fracos), o valor do fator de mistura pode diminuir e uma quantidade maior de ruído modulado pode ser misturada com o sinal harmonicamente estendido 214. O sinal de excitação de banda elevada 216 pode ser fornecido ao segundo banco de filtro de análise 192.

[0049] O segundo banco de filtro de análise de filtro 192 pode ser configurado para filtrar (por exemplo, dividir) o sinal de excitação de banda elevada 216 no terceiro grupo de sub-bandas 126 (por exemplo, sinais de excitação de banda elevada) correspondendo ao segundo grupo de sub-bandas 124. Cada sub-banda (HE1-HEN) do terceiro grupo de sub-bandas 126 pode ser fornecida a um estimador de parâmetro correspondente 294a-294c. além disso, cada sub-banda (H1-HN) do segundo grupo de sub-bandas 124 pode ser fornecida para o estimador de parâmetro correspondente 294a-294c.

[0050] Os estimadores de parâmetro 294a-294c podem corresponder com os estimadores de parâmetro 194 da figura 1 e podem operar em um modo substancialmente similar. Por exemplo, cada estimador de parâmetro 294a-294c pode determinar parâmetros de ajuste para sub-bandas correspondentes no terceiro grupo de sub-bandas 126 com base em uma métrica de sub-bandas correspondentes no segundo grupo de sub-bandas 124. Por exemplo, o primeiro estimador de parâmetro 294a pode determinar um primeiro parâmetro de ajuste (por exemplo, um parâmetro de ajuste LPC e/ou um parâmetro de ajuste de ganho) para a primeira sub-banda (HE1) no terceiro grupo de sub-bandas 126 com base em uma métrica da primeira sub-banda (H1) no segundo grupo de sub-bandas 124. Por exemplo, o primeiro estimador de parâmetro 294a pode determinar uma relação espectral e/ou uma relação de envelope entre a primeira sub-banda (HE1) no terceiro grupo de sub-bandas 126 e a primeira sub-banda (H1) no segundo grupo de sub-bandas 124. Para ilustrar, o primeiro estimador de parâmetro 294 pode executar análise de LP na primeira sub-banda (H1) do segundo grupo de sub-bandas 124 para gerar LPCs para a primeira sub-banda (H1) e um residual para a primeira sub-

banda (H1). O residual para a primeira sub-banda (H1) pode ser comparado com a primeira sub-banda (HE1) no terceiro grupo de sub-bandas 126, e o primeiro estimador de parâmetro 294 pode determinar um parâmetro de ganho para substancialmente casar uma energia do residual da primeira sub-banda (H1) do segundo grupo de sub-bandas 124 e uma energia da primeira sub-banda (HE1) do terceiro grupo de sub-bandas 126. Como outro exemplo, o primeiro estimador de parâmetro 294 pode executar síntese usando a primeira sub-banda (HE1) do terceiro grupo de sub-bandas 126 para gerar uma versão sintetizada da primeira sub-banda (H1) do segundo grupo de sub-bandas 124. O primeiro estimador de parâmetro 294 pode determinar um parâmetro de ganho de modo que uma energia da primeira sub-banda (H1) do segundo grupo de sub-bandas 124 seja aproximado a uma energia da versão sintetizada da primeira sub-banda (H1). Em um modo similar, o segundo estimador de parâmetro 294b pode determinar um segundo parâmetro de ajuste para a segunda sub-banda (HE2) no terceiro grupo de sub-bandas 126 com base em uma métrica da segunda sub-banda (H2) no segundo grupo de sub-bandas 124.

[0051] Os parâmetros de ajuste podem ser quantizados por um quantizador (por exemplo, o quantizador 156 da figura 1) e transmitidos como as informações secundárias de banda elevada. O terceiro grupo de sub-bandas 126 pode ser também ajustado com base nos parâmetros de ajuste para processamento adicional (por exemplo, processamento de ajuste de formato de ganho, processamento de ajuste de fase, etc.) por outros componentes (não mostrados) do codificador (por exemplo, o sistema 200).

[0052] O sistema 200 da figura 2 pode melhorar a correlação entre componentes de sinal de banda elevada sintetizados (por exemplo, o terceiro grupo de sub-bandas

126) e componentes de sinal de banda elevada originais (por exemplo, o segundo grupo de sub-bandas 124). Por exemplo, aproximação de envelope e espectral entre os componentes de sinal de banda elevada sintetizados e os componentes de sinal de banda elevada originais pode ser realizada em um nível "mais fino" por comparar métrica do segundo grupo de sub-bandas 124 com métrica do terceiro grupo de sub-bandas 126 em uma base de sub-banda por sub-banda. O terceiro grupo de sub-bandas 126 pode ser ajustado com base em parâmetros de ajuste resultando da comparação, e os parâmetros de ajuste podem ser transmitidos para um decodificador para reduzir artefatos audíveis durante reconstrução de banda elevada do sinal de áudio de entrada 102.

[0053] Com referência à figura 3, uma modalidade específica de um sistema 300 que é operável para executar modelagem de sinal de banda elevada é mostrada. O sistema 300 inclui o primeiro banco de filtro de análise 110, o banco de filtro de síntese 202, o codificador de banda baixa 204, o gerador de transformação não linear 190, o segundo banco de filtro de análise 192, N combinadores de ruído 306a-306c, e os N estimadores de parâmetro 294a-294c.

[0054] Durante operação do sistema 300, o sinal harmonicamente estendido 214 é fornecido para o segundo banco de filtro de análise 192 (como oposto ao combinador de ruído 206 da figura 2). O segundo banco de filtro de análise de filtro 192 pode ser configurado para filtrar (Por exemplo, dividir) o sinal harmonicamente estendido 214 em uma pluralidade de sub-bandas 322. Cada sub-banda da pluralidade de sub-bandas 322 pode ser fornecida a um combinador de ruído correspondente 306a-306c. por exemplo, uma primeira sub-banda da pluralidade de sub-bandas 322 pode ser fornecida ao primeiro combinador de

ruído 306a, uma segunda sub-banda da pluralidade de sub-bandas 322 pode ser fornecida ao segundo combinador de ruído 306b, etc.

[0055] Cada combinador de ruído 306a-306c pode ser configurado para misturar a sub-banda recebida da pluralidade de sub-bandas 322 com ruído modulado para gerar o terceiro grupo de sub-bandas 126 (por exemplo, uma pluralidade de sinais de excitação de banda elevada (HE1-HEN)). Por exemplo, o ruído modulado pode ser baseado em um envelope do sinal de banda baixa 212 e ruído branco. A quantidade de ruído modulado que é misturada com cada sub-banda da pluralidade de sub-bandas 322 pode ser baseada pelo menos em um fator de mistura. Em uma modalidade específica, a primeira sub-banda (HE1) do terceiro grupo de sub-bandas 126 pode ser gerada por misturar a primeira sub-banda da pluralidade de sub-bandas 322 com base em um primeiro fator de mistura, e a segunda sub-banda (HE2) do terceiro grupo de sub-bandas 126 pode ser gerada por misturar a segunda sub-banda da pluralidade de sub-bandas 322 com base em um segundo fator de mistura. Desse modo, múltiplos fatores de mistura (por exemplo, diferentes) podem ser usados para gerar o terceiro grupo de sub-bandas 126.

[0056] O codificador de banda baixa 204 pode gerar informações usadas por cada combinador de ruído 306a-306c para determinar os fatores de mistura respectivos. Por exemplo, as informações fornecidas para o primeiro combinador de ruído 306a para determinar o primeiro fator de mistura podem incluir um retardo de passo, um ganho de livro-código adaptável associado à primeira sub-banda (L1) do primeiro grupo de sub-bandas 122, uma correlação de passo entre a primeira sub-banda (L1) do primeiro grupo de sub-bandas 122 e a primeira sub-banda (H1) do segundo grupo

de sub-bandas 124, ou qualquer combinação das mesmas. Parâmetros similares para respectivas sub-bandas podem ser usados para determinar os fatores de mistura para os outros combinadores de ruído 306b, 306n. Em outra modalidade, cada combinador de ruído 306a-306n pode executar operações de mistura com base em um fator de mistura comum.

[0057] Como descrito com relação à figura 2, cada estimador de parâmetro 294a-294c pode determinar parâmetros de ajuste para sub-bandas correspondentes no terceiro grupo de sub-bandas 126 com base em uma métrica de sub-bandas correspondentes no segundo grupo de sub-bandas 124. Os parâmetros de ajuste podem ser quantizados por um quantizador (Por exemplo, o quantizador 156 da figura 1) e transmitidos como as informações secundárias de banda elevada. O terceiro grupo de sub-bandas 126 pode ser também ajustado com base nos parâmetros de ajuste para processamento adicional (Por exemplo, processamento de ajuste de formato de ganho, processamento de ajuste de fase, etc.) por outros componentes (não mostrados) do codificador (Por exemplo, o sistema 300).

[0058] O sistema 300 da figura 3 pode melhorar a correlação entre componentes de sinal de banda elevada sintetizados (por exemplo, o terceiro grupo de sub-bandas 126) e componentes de sinal de banda elevada originais (por exemplo, o segundo grupo de sub-bandas 124). Por exemplo, aproximação de envelope e espectral entre os componentes de sinal de banda elevada sintetizados e os componentes de sinal de banda elevada originais pode ser realizada em um nível "mais fino" por comparar métrica do segundo grupo de sub-bandas 124 com métrica do terceiro grupo de sub-bandas 126 em uma base de sub-banda por sub-banda. Além disso, cada sub-banda (por exemplo, sinal de excitação de banda elevada) no terceiro grupo de sub-bandas 126 pode ser

gerada com base em características (por exemplo, valores de passo) de sub-bandas correspondentes no primeiro grupo de sub-bandas 122 e o segundo grupo de sub-bandas 124 para melhorar estimação de sinal. O terceiro grupo de sub-bandas 126 pode ser ajustado com base em parâmetros de ajuste resultando da comparação, e os parâmetros de ajuste podem ser transmitidos para um decodificador para reduzir artefatos audíveis durante reconstrução de banda elevada do sinal de áudio de entrada 102.

[0059] Com referência à figura 4, uma modalidade específica de um sistema 400 que é operável para reconstruir um sinal de áudio usando parâmetros de ajuste é mostrada. O sistema 400 inclui um gerador de transformação não linear 490, um combinador de ruído 406, um banco de filtro de análise 492, e N ajustadores 494a-494c. Em uma modalidade específica, o sistema 400 pode ser integrado em um aparelho ou sistema de decodificação (Por exemplo, em um telefone sem fio ou CODEC). Em outras modalidades específicas, o sistema 400 pode ser integrado em um conversor de sinais de frequência, um tocador de música, um tocador de vídeo, uma unidade de entretenimento, um dispositivo de navegação, um dispositivo de comunicação, um PDA, uma unidade de dados de local fixo ou um computador.

[0060] O gerador de transformação não linear 490 pode ser configurado para gerar um sinal harmonicamente estendido 414 (por exemplo, um sinal de excitação não linear) com base no sinal de excitação de banda baixa 144 que é recebido como parte do fluxo de bits de banda baixa 142 no fluxo de bits 199. O sinal harmonicamente estendido 414 pode corresponder a uma versão reconstruída do sinal harmonicamente estendido 214 das figuras 1-3. Por exemplo, o gerador de transformação não linear 490 pode operar em um modo substancialmente similar como o gerador de

transformação não linear 190 das figuras 1-3. Na modalidade ilustrativa, o sinal harmonicamente estendido 414 pode ser fornecido ao combinador de ruído 406 em um modo similar como descrito com relação à figura 2. Em outra modalidade específica, o sinal harmonicamente estendido 414 pode ser fornecido ao banco de filtro de análise 492 em um modo similar como descrito com relação à figura 3.

[0061] O combinador de ruído 406 pode receber o fluxo de bits de banda baixa 142 e gerar um fator de mistura, como descrito com relação ao combinador de ruído 206 da figura 2 ou os combinadores de ruído 306a-306c da figura 3. Alternativamente, o combinador de ruído 406 pode receber informação secundária de banda elevada 172 que inclui o fator de mistura gerador em um codificador (Por exemplo, os sistemas 100-300 das figuras 1-3). Na modalidade ilustrada, o combinador de ruído 406 pode misturar o sinal de excitação de banda baixa transformada 414 com ruído modulado para gerar um sinal de excitação de banda elevada 416 (por exemplo, uma versão reconstruída do sinal de excitação de banda elevada 216 da figura 2) com base no fator de mistura. Por exemplo, o combinador de ruído 406 pode operar em um modo substancialmente similar como o combinador de ruído 206 da figura 2. Na modalidade ilustrativa, o sinal de excitação de banda elevada 416 pode ser fornecido para o banco de filtro de análise 492.

[0062] Na modalidade ilustrativa, o banco de filtro de análise 492 pode ser configurado para filtrar (Por exemplo, dividir) o sinal de excitação de banda elevada 416 em um grupo de sub-bandas de excitação de banda elevada 426 (por exemplo, uma versão reconstruída do segundo grupo do terceiro grupo de sub-bandas 126 das figuras 1-3). Por exemplo, o banco de filtro de análise 492 pode operar em um modo substancialmente similar ao segundo

banco de filtro de análise 192 como descrito com relação à figura 2. O grupo de sub-bandas de excitação de banda elevada 426 pode ser fornecido a um ajustador correspondente 494a-494c.

[0063] Em outra modalidade, o banco de filtro de análise 492 pode ser configurado para filtrar o sinal harmonicamente estendido 414 em uma pluralidade de sub-bandas (não mostrada) em um modo similar como o segundo banco de filtro de análise 192 como descrito com relação à figura 3. Nessa modalidade, múltiplos combinadores de ruído (não mostrados) podem combinar cada sub-banda da pluralidade de sub-bandas com ruído modulado (com base em fatores de mistura transmitidos como informação secundária de banda elevada) para gerar o grupo de sub-bandas de excitação de banda elevada 426 em um modo similar aos combinadores de ruído 394a-394c da figura 3. Cada sub-banda do grupo de sub-bandas de excitação de banda elevada 426 pode ser fornecido a um ajustador correspondente 494a-494c.

[0064] Cada ajustador 494a-494c pode receber um parâmetro de ajuste correspondente gerado pelos estimadores de parâmetro 194 da figura 1 como informações secundárias de banda elevada 172. Cada ajustador 494a-494c também pode receber uma sub-banda correspondente do grupo de sub-bandas de excitação de banda elevada 426. Os ajustadores 494a-494c podem ser configurados para gerar um grupo ajustado de sub-bandas de excitação de banda elevada 424 com base nos parâmetros de ajuste. O grupo ajustado de sub-bandas de excitação de banda elevada 424 pode ser fornecido para outros componentes (não mostrados) do sistema 400 para processamento adicional (por exemplo, síntese de LP, processamento de ajuste de formato de ganho, processamento de ajuste de fase, etc.) para reconstruir o segundo grupo de sub-bandas 124 das figuras 1-3.

[0065] O sistema 400 da figura 4 pode reconstruir o segundo grupo de sub-bandas 124 utilizando o fluxo de bits de banda baixa 142 da figura 1 e os parâmetros de ajuste (por exemplo, as informações secundárias de banda elevada 172 da figura 1). O uso dos parâmetros de ajuste pode melhorar a precisão de reconstrução (por exemplo, gerar uma reconstrução de ajuste fino) por executar ajuste do sinal de excitação de banda elevada 416 em uma base de sub-banda por sub-banda.

[0066] Com referência à figura 5, um fluxograma de uma modalidade específica de um método 500 para executar modelagem de sinal de banda elevada é mostrado. Como exemplo ilustrativo, o método 500 pode ser executado por um ou mais dos sistemas 100-300 das figuras 1-3.

[0067] O método 500 pode incluir filtração, em um codificador de fala, um sinal de áudio em um primeiro grupo de sub-bandas em uma primeira faixa de frequência e um segundo grupo de sub-bandas em uma segunda faixa de frequência, em 502. Por exemplo, com referência à figura 1, o primeiro bando de filtro de análise 110 pode filtrar o sinal de áudio de entrada 102 no primeiro grupo de sub-bandas 122 na primeira faixa de frequência e segundo grupo de sub-bandas 124 na segunda faixa de frequência. A primeira faixa de frequência pode ser mais baixa que a segunda faixa de frequência.

[0068] Um sinal harmonicamente estendido pode ser gerado com base no primeiro grupo de sub-bandas, em 504. Por exemplo, com referência às figuras 2-3, o banco de filtro de síntese 202 pode gerar o sinal de banda baixa 212 por combinar o primeiro grupo de sub-bandas 122, e o codificador de banda baixa 204 pode codificar o sinal de banda baixa 212 para gerar o sinal de excitação de banda

baixa 144. O sinal de excitação de banda baixa 144 pode ser fornecido para o gerador de transformação não linear 407. O gerador de transformação não linear 190 pode amostrar ascendentemente o sinal de excitação de banda baixa 144 para gerar o sinal harmonicamente estendido 214 (por exemplo, um sinal de excitação não linear) com base no sinal de excitação de banda baixa 144 (por exemplo, o primeiro grupo de sub-bandas 122).

[0069] Um terceiro grupo de sub-bandas pode ser gerado com base, pelo menos em parte, no sinal harmonicamente estendido em 506. Por exemplo, com referência à figura 2, o sinal harmonicamente estendido 214 pode ser misturado com ruído modulado para gerar o sinal de excitação de banda elevada 216. O segundo banco de filtro de análise de filtro 192 pode filtrar (Por exemplo, dividir) o sinal de excitação de banda elevada 216 no terceiro grupo de sub-bandas 126 (por exemplo, sinais de excitação de banda elevada) correspondendo ao segundo grupo de sub-bandas 124. Alternativamente, com referência à figura 3, o sinal harmonicamente estendido 214 é fornecido ao segundo banco de filtro de análise 192. O segundo banco de filtro de análise de filtro 192 pode filtrar (por exemplo, dividir) o sinal harmonicamente estendido 214 na pluralidade de sub-bandas 322. Cada sub-banda da pluralidade de sub-bandas 322 pode ser fornecida a um combinador de ruído correspondente 306a-306c. por exemplo, uma primeira sub-banda da pluralidade de sub-bandas 322 pode ser fornecida ao primeiro combinador de ruído 306a, uma segunda sub-banda da pluralidade de sub-bandas 322 pode ser fornecida ao segundo combinador de ruído 306b, etc. Cada combinador de ruído 306a-306c pode misturar a sub-banda recebida da pluralidade de sub-bandas 322 com ruído modulado para gerar o terceiro grupo de sub-bandas 126.

[0070] Um primeiro parâmetro de ajuste para uma primeira sub-banda no terceiro grupo de sub-bandas pode ser determinado, ou um segundo parâmetro de ajuste para uma segunda sub-banda no terceiro grupo de sub-bandas pode ser determinado, em 508. Por exemplo, com referência às figuras 2-3, o primeiro estimador de parâmetro 294a pode determinar um primeiro parâmetro de ajuste (por exemplo, um parâmetro de ajuste LPC e/ou um parâmetro de ajuste de ganho) para a primeira sub-banda (HE1) no terceiro grupo de sub-bandas 126 com base em uma métrica (por exemplo, uma energia de sinal, uma energia residual, coeficientes LP, etc.) de uma sub-banda correspondente (H1) no segundo grupo de sub-bandas 124. O primeiro estimador de parâmetro 294a pode calcular um primeiro fator de ganho (por exemplo, um primeiro parâmetro de ajuste) de acordo com uma relação entre a primeira sub-banda (HE1) e a primeira sub-banda (H1). O fator de ganho pode corresponder a uma diferença (ou razão) entre as energias das sub-bandas (H1, HE1) em relação a um quadro ou alguma porção do quadro. Em um modo similar, os outros estimadores de parâmetro 294a-294c podem determinar um segundo parâmetro de ajuste para a segunda sub-banda (HE2) no terceiro grupo de sub-bandas 126 com base em uma métrica (Por exemplo, uma energia de sinal, uma energia residual, coeficientes LP, etc.) da segunda sub-banda (H2) no segundo grupo de sub-bandas 124.

[0071] O método 500 da figura 5 pode melhorar a correlação entre componentes de sinal de banda elevada sintetizado (por exemplo, o terceiro grupo de sub-bandas 126) e componentes de sinal de banda elevada originais (por exemplo, o segundo grupo de sub-bandas 124). Por exemplo, aproximação espectral e de envelope entre os componentes de sinal de banda elevada sintetizado e os componentes de sinal de banda elevada original pode ser realizada em um

nível “mais fino” por comparar métrica do segundo grupo de sub-bandas 124 com métrica do terceiro grupo de sub-bandas 126 em uma base de sub-banda por sub-banda. O terceiro grupo de sub-bandas 126 pode ser ajustado com base em parâmetros de ajuste resultando da comparação e os parâmetros de ajuste podem ser transmitidos para um decodificador para reduzir artefatos audíveis durante reconstrução de banda elevada do sinal de áudio de entrada 102.

[0072] Com referência à figura 6, um fluxograma de uma modalidade específica de um método 600 para reconstruir um sinal de áudio usando parâmetros de ajuste é mostrado. Como exemplo ilustrativo, o método 600 pode ser executado pelo sistema 400 da figura 4.

[0073] O método 600 inclui gerar um sinal harmonicamente estendido com base em um sinal de excitação de banda baixa recebido a partir de um codificador de fala, em 602. Por exemplo, com referência à figura 4, o sinal de excitação de banda baixa 444 pode ser fornecido ao gerador de transformação não linear 490 para gerar o sinal harmonicamente estendido 414 (por exemplo, um sinal de excitação não linear) com base no sinal de excitação de banda baixa 444.

[0074] Um grupo de sub-bandas de excitação de banda elevada pode ser gerado com base, pelo menos em parte, no sinal harmonicamente estendido em 606. Por exemplo, com referência à figura 5, o combinador de ruído 406 pode determinar um fator de mistura com base em um retardo de passo, um ganho de livro-código adaptável, e/ou uma correlação de passo entre bandas, como descrito com relação à figura 4, ou pode receber informação secundária de banda elevada 172 que inclui o fator de mistura gerado em um codificador (por exemplo, os sistemas 100-300 das

figuras 1-3). O combinador de ruído 406 pode misturar o sinal de excitação de banda baixa de transformada 414 com ruído modulado para gerar o sinal de excitação de banda elevada 416 (por exemplo, uma versão reconstruída do sinal de excitação de banda elevada 216 da figura 2) com base no fator de mistura. O banco de filtro de análise 492 pode filtrar (por exemplo, dividir) o sinal de excitação de banda elevada 416 em um grupo de sub-bandas de excitação de banda elevada 426 (por exemplo, uma versão reconstruída do segundo grupo do terceiro grupo de sub-bandas 126 das figuras 1-3).

[0075] O grupo de sub-bandas de excitação de banda elevada pode ser ajustado com base em parâmetros de ajuste recebidos a partir do codificador de fala, em 608. Por exemplo, com referência à figura 4, cada ajustador 494a-494c pode receber um parâmetro de ajuste correspondente gerado pelos estimadores de parâmetro 194 da figura 1 como informações secundárias de banda elevada 172. Cada ajustador 494a-494c pode receber também uma sub-banda correspondente do grupo de sub-bandas de excitação de banda elevada 426. Os ajustadores 494a-494c podem gerar o grupo ajustado de sub-bandas de excitação de banda elevada 424 com base nos parâmetros de ajuste. O grupo ajustado de sub-bandas de excitação de banda elevada 424 pode ser fornecido para os outros componentes (não mostrados) do sistema 400 para processamento adicional (por exemplo, processamento de ajuste de formato de ganho, processamento de ajuste de fase, etc.) para reconstruir o segundo grupo de sub-bandas 124 das figuras 1-3.

[0076] O método 600 pode reconstruir o segundo grupo de sub-bandas 124 utilizando o fluxo de bit de banda baixa 142 da figura 1 e os parâmetros de ajuste (por exemplo, as informações secundárias de banda elevada 172 da

figura 1). O uso dos parâmetros de ajuste pode melhorar a precisão de reconstrução (por exemplo, gerar uma reconstrução de ajuste fino) por executar ajuste do sinal de excitação de banda elevada 416 em uma base de sub-banda por sub-banda.

[0077] Em modalidades específicas, os métodos 500, 600 das figuras 506 podem ser implementados através de hardware (por exemplo, um dispositivo FPGA, um ASIC, etc.) de uma unidade de processamento, como uma unidade de processamento central (CPU), um DSP, ou um controlador, através de um dispositivo de firmware, ou qualquer combinação dos mesmos. Como exemplo, os métodos 500, 600 das figuras 5-6 podem ser realizados por um processador que executa instruções, como descrito com relação à figura 7.

[0078] Com referência à figura 7, um diagrama de blocos de uma modalidade ilustrativa específica de um dispositivo de comunicação sem fio é mostrado e genericamente designado 700. O dispositivo 700 inclui um processador 710 (por exemplo, uma CPU) acoplado a uma memória 732. A memória 732 pode incluir instruções 760 executáveis pelo processador 710 e/ou um CODEC 734 para executar métodos e processos revelados aqui, como um ou ambos os métodos 500, 600 das figuras 5-6.

[0079] Em uma modalidade específica, o CODEC 734 pode incluir um sistema de codificação 782 e um sistema de decodificação 784. Em uma modalidade específica, o sistema de codificação 782 inclui um ou mais componentes dos sistemas 100-300 das figuras 1-3. Por exemplo, o sistema de codificação 782 pode executar operações de codificação associadas aos sistemas 100-300 das figuras 1-3 e o método 500 da figura 5. Em uma modalidade específica, o sistema de decodificação 784 pode incluir um ou mais componentes do sistema 400 da figura 4. Por exemplo, o

sistema de decodificação 784 pode executar operações de decodificação associadas ao sistema 400 da figura 4 e o método 600 da figura 6.

[0080] O sistema de codificação 782 e/ou sistema de decodificação 784 pode ser implementado através de hardware dedicado (por exemplo, conjunto de circuitos) por um processador executando instruções para executar uma ou mais tarefas, ou uma combinação das mesmas. Como exemplo, a memória 732 ou uma memória 790 no CODEC 734 pode ser um dispositivo de memória, como uma memória de acesso aleatório (RAM), memória de acesso aleatório magnetorresistivo (MRAM), MRAM de transferência de torque-giro (STT-MRAM), memória flash, memória somente de leitura (ROM), memória somente de leitura programável (PROM), memória somente de leitura programável apagável (EPROM), memória somente de leitura programável eletricamente apagável (EEPROM), registros, disco rígido, um disco removível, ou uma memória somente de leitura de compact disc (CD-ROM). O dispositivo de memória pode incluir instruções (Por exemplo, as instruções 760 ou a instrução 785) que, quando executadas por um computador (por exemplo, um processador no CODEC 734 e/ou processador 710), podem fazer com que o computador execute pelo menos uma porção de um dos métodos 500, 600 das figuras 5-6. Como exemplo, a memória 732 ou a memória 790 no CODEC 734 pode ser uma mídia legível em computador não transitória que inclui instruções (Por exemplo, as instruções 760 ou as instruções 795, respectivamente) que, quando executadas por um computador (por exemplo, um processador no CODEC 734 e/ou processador 710) fazem com que o computador execute pelo menos uma porção de um dos métodos 500, 600 das figuras 5-6.

[0081] O dispositivo 700 pode incluir também

um DSP 796 acoplado ao CODEC 734 e ao processador 710. Em uma modalidade específica, o DSP 796 pode incluir um sistema de codificação 797 e um sistema de decodificação 798. Em uma modalidade específica, o sistema de codificação 797 inclui um ou mais componentes dos sistemas 100-300 das figuras 1-3. Por exemplo, o sistema de codificação 797 pode executar operações de codificação associadas aos sistemas 100-300 das figuras 1-3 e o método 500 da figura 5. Em uma modalidade específica, o sistema de decodificação 798 pode incluir um ou mais componentes do sistema 400 da figura 4. Por exemplo, o sistema de decodificação 798 pode executar operações de decodificação associadas ao sistema 400 da figura 4 e ao método 600 da figura 6.

[0082] A figura 7 também mostra um controlador de exibição 726 que é acoplado ao processador 710 e a um display 728. O CODEC 734 pode ser acoplado ao processador 710, como mostrado. Um alto-falante 736 e um microfone 738 podem ser acoplados ao CODEC 734. Por exemplo, o microfone 738 pode gerar o sinal de áudio de entrada 102 da figura 1, e o CODEC 734 pode gerar o fluxo de bit de saída 199 para transmissão para um receptor baseado no sinal de áudio de entrada 102. Por exemplo, o fluxo de bit de saída 199 pode ser transmitido para o receptor através do processador 710, um controlador sem fio 740 e uma antena 742. Como outro exemplo, o alto-falante 736 pode ser usado para transmitir um sinal reconstruído pelo CODEC 734 a partir do fluxo de bit de saída 199 da figura 1, onde o fluxo de bit de saída 199 é recebido a partir de um transmissor (por exemplo, o controlador sem fio 740 e a antena 742).

[0083] Em uma modalidade específica, o processador 710, o controlador de exibição 726, a memória 732, o CODEC 734, e o controlador sem fio 740 são incluídos em um dispositivo de sistema-em-pacote ou sistema-em-chip

(por exemplo, um modem de estação móvel (MSM)) 722. Em uma modalidade específica, um dispositivo de entrada 740, como uma tela de toque e/ou bloco de teclas, e uma fonte de energia 744 são acoplados ao dispositivo de sistema-em-chip 722. Além disso, em uma modalidade específica, como ilustrado na figura 7, o display 728, o dispositivo de entrada 730, o alto-falante 736, o microfone 738, a antena 742, e a fonte de energia 744 são externas ao dispositivo de sistema em chip 722. Entretanto, cada do display 728, dispositivo de entrada 730, alto-falante 736, microfone 738, antena 742, e fonte de energia 744 podem ser acoplados a um componente do dispositivo de sistema-em-chip 722, como uma interface ou um controlador.

[0084] Em combinação com as modalidades descritas, um primeiro aparelho é revelado que inclui meio para filtrar um sinal de áudio em um primeiro grupo de sub-bandas em uma primeira faixa de frequência e um segundo grupo de sub-bandas em uma segunda faixa de frequência. Por exemplo, o meio para filtrar o sinal de áudio pode incluir o primeiro banco de filtro de análise 110 das figuras 1-3, o sistema de codificação 782 da figura 7, o sistema de codificação 797 da figura 7, um ou mais dispositivos configurados para filtrar o sinal de áudio (por exemplo, um processador executando instruções em uma mídia de armazenagem legível em computador não transitória) ou qualquer combinação dos mesmos.

[0085] O primeiro aparelho pode incluir também meio para gerar um sinal harmonicamente estendido com base no primeiro grupo de sub-bandas. Por exemplo, o meio para gerar o sinal harmonicamente estendido pode incluir o módulo de análise de banda baixa 130 da figura 1 e os componentes do mesmo, o gerador de transformação não linear 190 das figuras 1-3, o banco de filtro de síntese 202 das

figuras 2-3, o codificador de banda baixa 204 das figuras 2-3, o sistema de codificação 782 da figura 7, o sistema de codificação 797 da figura 7, um ou mais dispositivos configurados para gerar o sinal harmonicamente estendido (por exemplo, um processador executando instruções em uma mídia de armazenagem legível em computador não transitória) ou qualquer combinação dos mesmos.

[0086] O primeiro aparelho pode incluir também meio para gerar um terceiro grupo de sub-bandas baseadas, pelo menos em parte, no sinal harmonicamente estendido. Por exemplo, o meio para gerar o terceiro grupo de sub-bandas pode incluir o módulo de análise de banda elevada 150 da figura 1 e os componentes do mesmo, o segundo banco de filtro de análise 192 das figuras 1-3, o combinador de ruído 206 da figura 2, os combinadores de ruído 306a-306c da figura 3, o sistema de codificação 782 da figura 7, um ou mais dispositivos configurados para gerar o terceiro grupo de sub-bandas (por exemplo, um processador executando instruções em uma mídia de armazenagem legível em computador não transitória) ou qualquer combinação dos mesmos.

[0087] O primeiro aparelho pode também incluir meio para determinar um primeiro parâmetro de ajuste para uma primeira sub-banda no terceiro grupo de sub-bandas ou um segundo parâmetro de ajuste para uma segunda sub-banda no terceiro grupo de sub-bandas. Por exemplo, o meio para determinar os primeiro e segundo parâmetros de ajuste pode incluir os estimadores de parâmetro 194 da figura 1, os estimadores de parâmetro 294a-294c da figura 2, o sistema de codificação 782 da figura 7, o sistema de codificação 797 da figura 7, um ou mais dispositivos configurados para determinar os primeiro e segundo parâmetros de ajuste (por exemplo, um processador executando instruções em uma mídia

de armazenagem legível em computador não transitória) ou qualquer combinação dos mesmos.

[0088] Em combinação com as modalidades descritas, um segundo aparelho é revelado que inclui meio para gerar um sinal harmonicamente estendido com base em um sinal de excitação de banda baixa recebido a partir de um codificador de fala. Por exemplo, o meio para gerar o sinal harmonicamente estendido pode incluir o gerador de transformação não linear 490 da figura 4, o sistema de decodificação 784 da figura 7, o sistema de decodificação 798 da figura 7, um ou mais dispositivos configurados para gerar o sinal harmonicamente estendido (por exemplo, um processador executando instruções em uma mídia de armazenagem legível em computador não transitória) ou qualquer combinação dos mesmos.

[0089] O segundo aparelho pode também incluir meio para gerar um grupo de sub-bandas de excitação de banda elevada com base, pelo menos em parte, no sinal harmonicamente estendido. Por exemplo, o meio para gerar o grupo de sub-bandas de excitação de banda elevada pode incluir o combinador de ruído 406 da figura 4, o banco de filtro de análise 492 da figura 4, o sistema de decodificação 784 da figura 7, o sistema de decodificação 798 da figura 7, um ou mais dispositivos configurados para gerar o grupo de sinais de excitação de banda elevada (por exemplo, um processador executando instruções em uma mídia de armazenagem legível em computador não transitória) ou qualquer combinação dos mesmos.

[0090] O segundo aparelho pode incluir também meio para ajustar o grupo de sub-bandas de excitação de banda elevada com base em parâmetros de ajuste recebidos a partir do codificador de fala. Por exemplo, o meio para ajustar o grupo de sub-bandas de excitação de banda elevada

pode incluir os ajustadores 494a-494c da figura 4, o sistema de decodificação 784 da figura 7, o sistema de decodificação 798 da figura 7, um ou mais dispositivos configurados para ajustar o grupo de sub-bandas de excitação de banda elevada (Por exemplo, um processador executando instruções em uma mídia de armazenagem legível em computador não transitória) ou qualquer combinação dos mesmos.

[0091] Aqueles versados na técnica reconheceriam ainda que os vários blocos lógicos ilustrativos, configurações, módulos, circuitos, e etapas de algoritmo descritos com relação às modalidades reveladas aqui podem ser implementados como hardware eletrônico, software de computador executado por um dispositivo de processamento como um processador de hardware, ou combinações de ambos. Vários componentes ilustrativos, blocos, configurações, módulos, circuitos e etapas foram descritos acima geralmente em termos de sua funcionalidade. O fato de se tal funcionalidade é implementada como hardware ou software executável depende da aplicação específica e limitações de design impostas no sistema geral. Técnicos especializados podem implementar a funcionalidade descrita em modos variáveis para cada aplicação específica, porém tais decisões de implementação não devem ser interpretadas como causando afastamento do escopo da presente revelação.

[0092] As etapas de um método ou algoritmo descrito com relação às modalidades reveladas aqui podem ser incorporadas diretamente em hardware, em um módulo de software executado por um processador ou em uma combinação dos dois. Um módulo de software pode residir em um dispositivo de memória, como memória de acesso aleatório (RAM), memória de acesso aleatório magnetorresistivo

(MRAM), MRAM de transferência de torque-giro (STT-MRAM), memória flash, memória somente de leitura (ROM), memória somente de leitura programável (PROM), memória somente de leitura programável apagável (EPROM), memória somente de leitura programável eletricamente apagável (EEPROM), registros, disco rígido, um disco removível, ou uma memória somente de leitura de compact disc (CD-ROM). Um dispositivo de memória exemplar é acoplado ao processador de modo que o processador pode ler informações a partir de, e gravar informações para o dispositivo de memória. Na alternativa, o dispositivo de memória pode ser integral ao processador. O processador e a mídia de armazenagem podem residir em um ASIC. O ASIC pode residir em um dispositivo de computação ou um terminal de usuário. Na alternativa, o processador e a mídia de armazenagem podem residir como componentes discretos em um dispositivo de computação ou um terminal de usuário.

[0093] A descrição anterior das modalidades reveladas é fornecida para permitir que uma pessoa versada na técnica faça ou use as modalidades reveladas. Várias modificações nessas modalidades serão prontamente evidentes para aqueles versados na técnica, e os princípios definidos aqui podem ser aplicados a outras modalidades sem se afastar do escopo da revelação. Desse modo, a presente revelação não pretende ser limitada às modalidades mostradas aqui, porém deve ser acordado o escopo mais amplo possível compatível com os princípios e características novas como definido pelas reivindicações a seguir.

REIVINDICAÇÕES

1. Método **caracterizado** pelo fato de que compreende:

filtrar (502), em um codificador de fala, um sinal de áudio em um primeiro grupo de sinais de sub-banda (L1, L2, ..., LM) em uma primeira faixa de frequência e um segundo grupo de sinais de sub-banda (H1, H2, ..., HN) em uma segunda faixa de frequência;

combinar o primeiro grupo de sinais de sub-banda para gerar um sinal de banda inferior e quantizar o sinal de banda inferior para gerar um sinal de excitação de banda inferior;

gerar (504) um sinal harmonicamente estendido (214) com base no sinal de excitação de banda inferior (144) e uma função de processamento não linear;

gerar (506) um terceiro grupo de sinais de sub-banda (HE1, HE2, ..., HEN) com base, pelo menos em parte, no sinal harmonicamente estendido (214), em que o terceiro grupo de sinais de sub-bandas corresponde ao segundo grupo de sinais de sub-banda; e

determinar (508) um primeiro parâmetro de ajuste para um primeiro sinal de sub-banda (HE1) no terceiro grupo de sinais de sub-banda com base em um dentre uma energia de sinal, energia residual ou coeficientes LP da sub-banda correspondente no segundo grupo de sub-bandas; e

determinar um segundo parâmetro de ajuste para um segundo sinal de sub-banda (HE2) no terceiro grupo de sinais de sub-banda, com base em um dentre uma energia de sinal, energia residual ou coeficientes LP da sub-banda correspondente no segundo grupo de sub-bandas.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que o primeiro parâmetro de ajuste e o segundo parâmetro de ajuste correspondem a parâmetros de

ajuste de coeficientes lineares de predição.

3. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que compreende adicionalmente inserir o primeiro parâmetro de ajuste e o segundo parâmetro de ajuste em uma versão codificada do sinal de áudio para permitir ajuste durante reconstrução do sinal de áudio a partir da versão codificada do sinal de áudio.

4. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que gerar o terceiro grupo de sinais de sub-banda compreende:

misturar o sinal harmonicamente estendido com ruído modulado para gerar um sinal de excitação de banda elevada, em que o ruído modulado e o sinal harmonicamente estendido são misturados com base em um fator de mistura; e

filtrar o sinal de excitação de banda elevada no terceiro grupo de sinais de sub-banda.

5. Método, de acordo com a reivindicação 4, **caracterizado** pelo fato de que o fator de mistura é determinado com base em pelo menos em um entre um retardo de passo, um ganho de livro-código adaptável associado ao primeiro grupo de sinais de sub-banda ou uma correlação de passo entre o primeiro grupo de sinais de sub-banda e o segundo grupo de sinais de sub-banda.

6. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que gerar o terceiro grupo de sinais de sub-banda compreende:

filtrar o sinal harmonicamente estendido em uma pluralidade de sinais de sub-banda; e

misturar cada sinal de sub-banda da pluralidade de sinais de sub-bandas com ruído modulado para gerar uma pluralidade de sinais de excitação de banda elevada, em que a pluralidade de sinais de excitação de banda elevada corresponde ao terceiro grupo de sinais de sub-banda.

7. Método, de acordo com a reivindicação 6, **caracterizado** pelo fato de que o ruído modulado e um primeiro sinal de sub-banda da pluralidade de sinais de sub-banda são misturados com base em um primeiro fator de mistura, e em que o ruído modulado e um segundo sinal de sub-banda da pluralidade de sinais de sub-banda são misturados com base em um segundo fator de mistura.

8. Aparelho **caracterizado** pelo fato de que compreende:

meios (110) para filtrar um sinal de áudio em um primeiro grupo de sinais de sub-banda (L1, L2, ..., LM) em uma primeira faixa de frequência e um segundo grupo de sinais de sub-banda (H1, H2, ..., HN) em uma segunda faixa de frequência;

meios para combinar o primeiro grupo de sinais de sub-banda para gerar um sinal de banda inferior e quantizar o sinal de banda inferior para gerar um sinal de excitação de banda inferior;

meios (190, 204) para gerar um sinal harmonicamente estendido com base em um sinal de excitação de banda inferior (144) e uma função de processamento não linear;

meios (192) para gerar um terceiro grupo de sinais de sub-banda (HE1, HE2, ..., HEN) com base, pelo menos em parte, no sinal harmonicamente estendido, em que o terceiro grupo de sinais de sub-bandas corresponde ao segundo grupo de sinais de sub-banda; e

meios (194; 294) para determinar um primeiro parâmetro de ajuste para um primeiro sinal de sub-banda no terceiro grupo de sinais de sub-banda com base em um dentre uma energia de sinal, energia residual ou coeficientes LP da sub-banda correspondente no segundo grupo de sub-bandas; e

meios para determinar um segundo parâmetro de

ajuste para um segundo sinal de sub-banda no terceiro grupo de sinais de sub-banda, com base em um dentre uma energia de sinal, energia residual ou coeficientes LP da sub-banda correspondente no segundo grupo de sub-bandas.

9. Aparelho, de acordo com a reivindicação 8, **caracterizado** pelo fato de que o primeiro parâmetro de ajuste e o segundo parâmetro de ajuste correspondem a parâmetros de ajuste de coeficientes lineares de predição.

10. Memória legível por computador **caracterizado** pelo fato de que compreende instruções nela armazenadas que, quando executadas por um processador em um codificador de fala, faz com que o processador execute o método conforme definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 7.

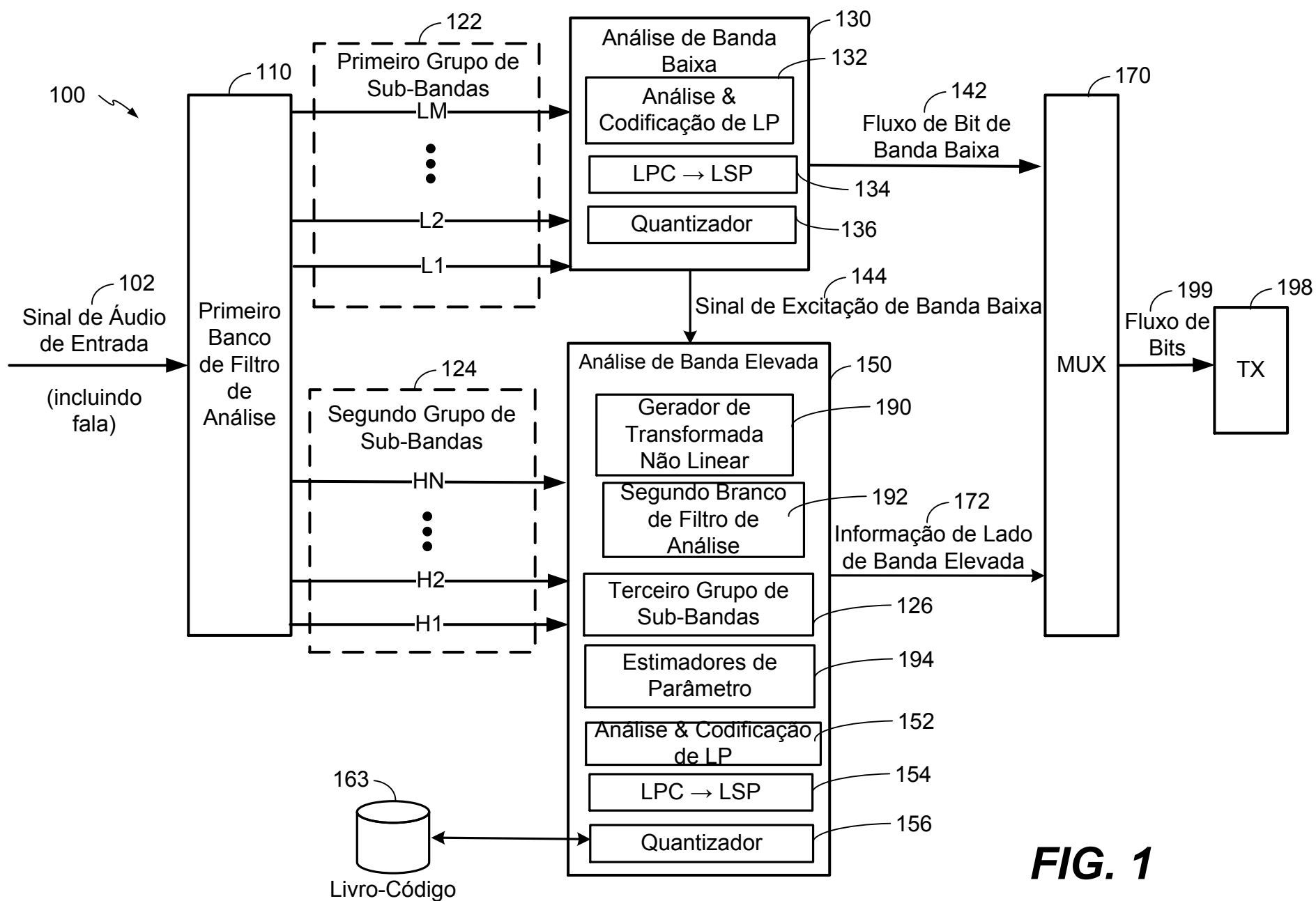


FIG. 1

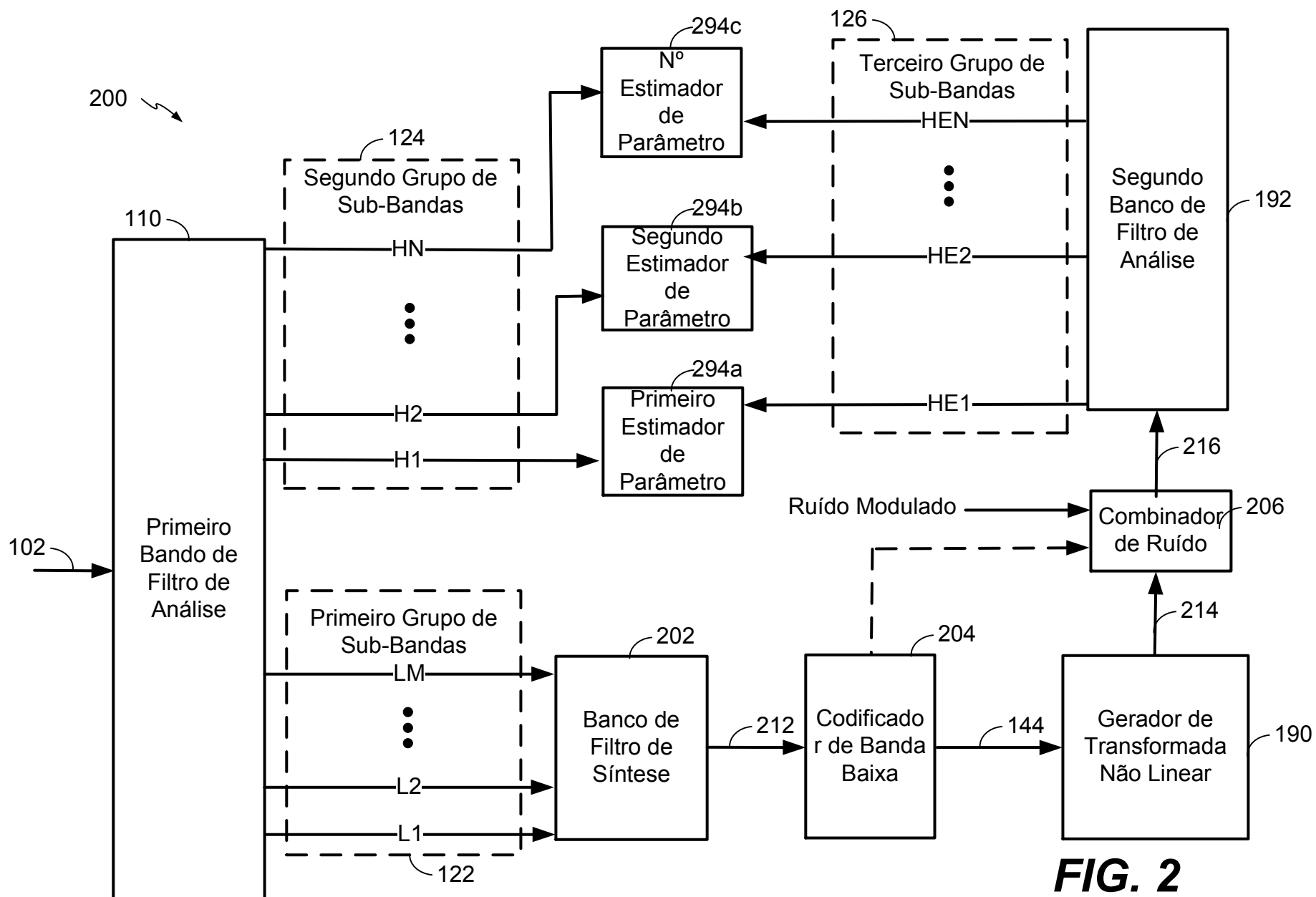


FIG. 2

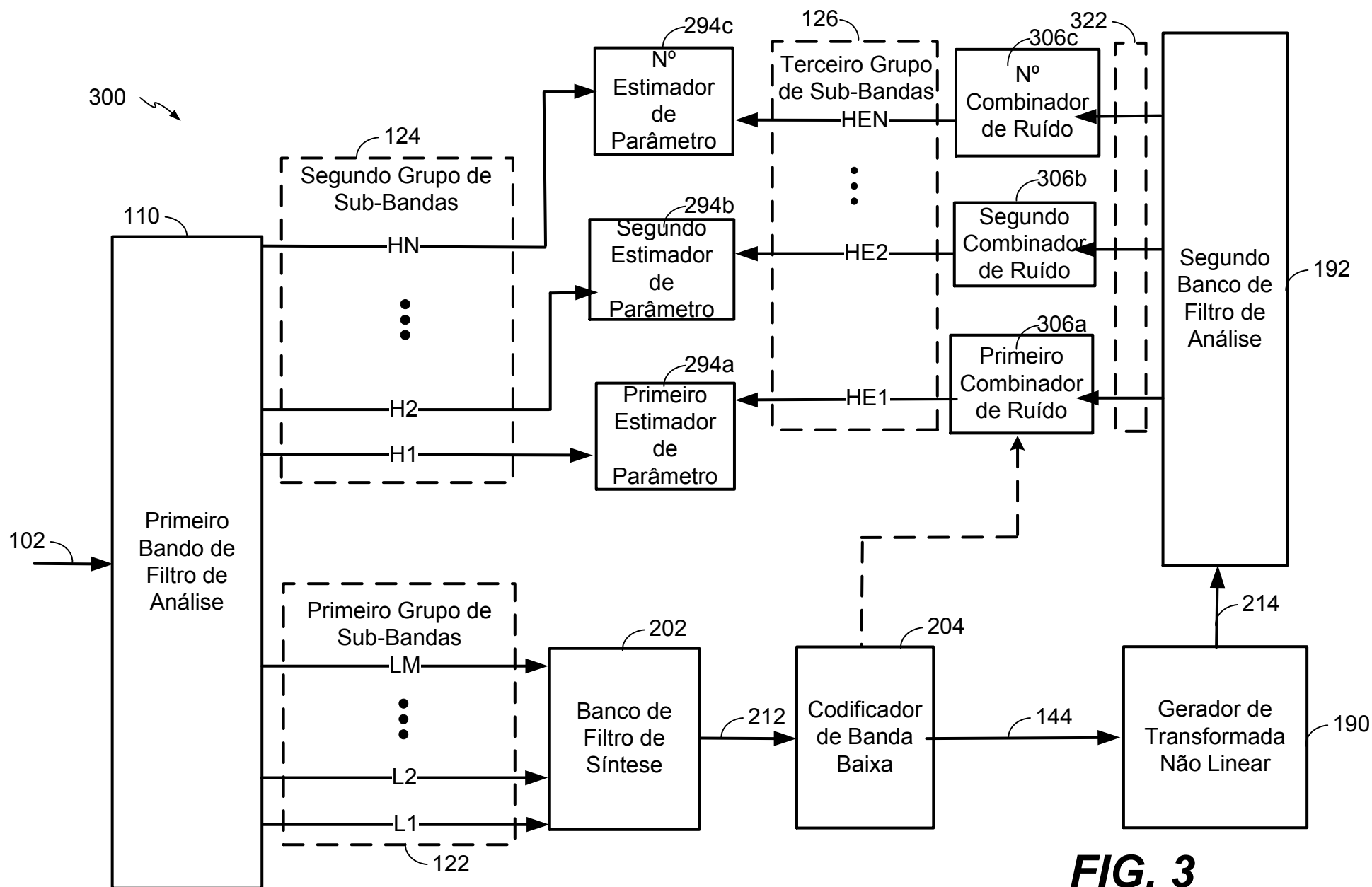


FIG. 3

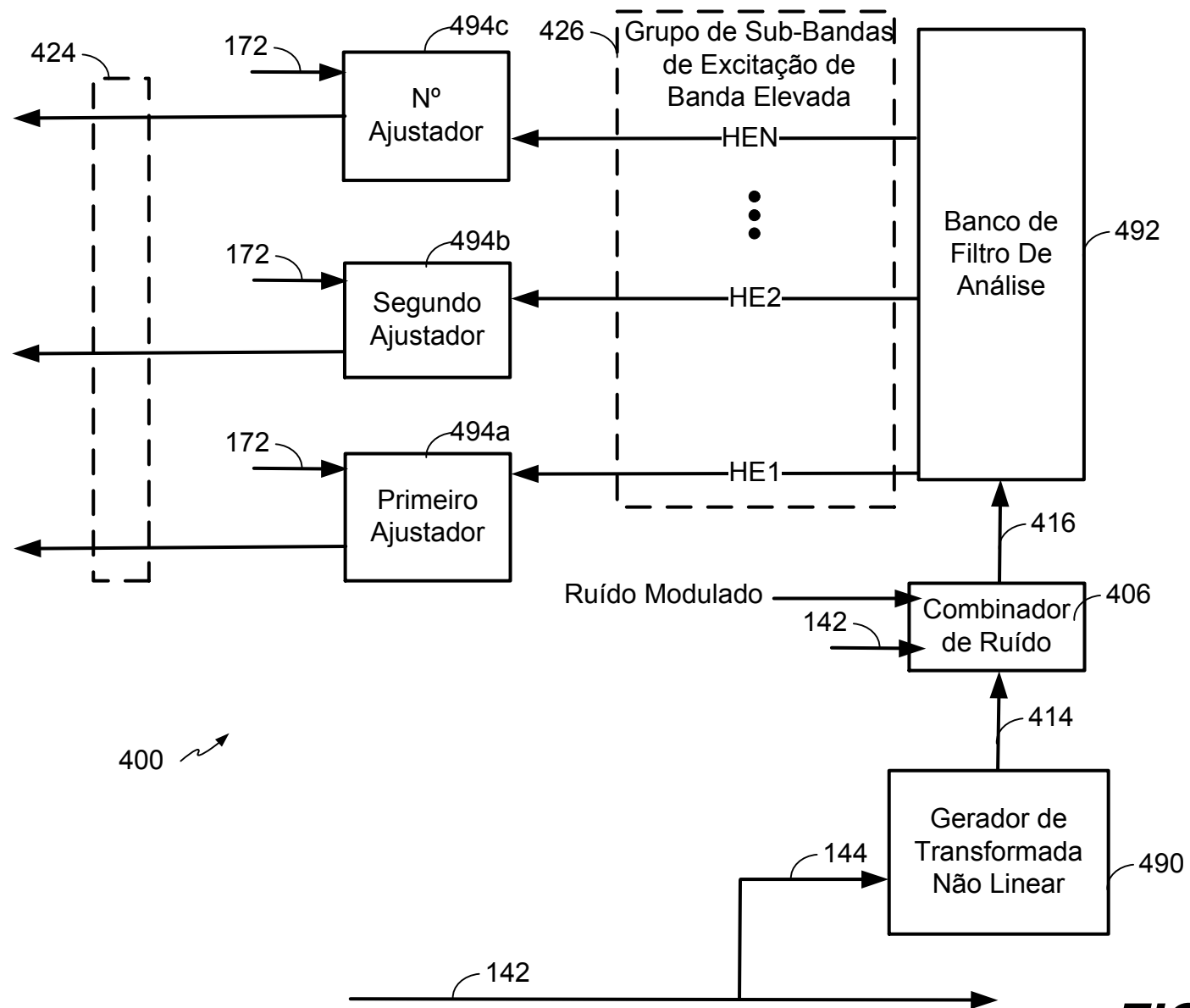
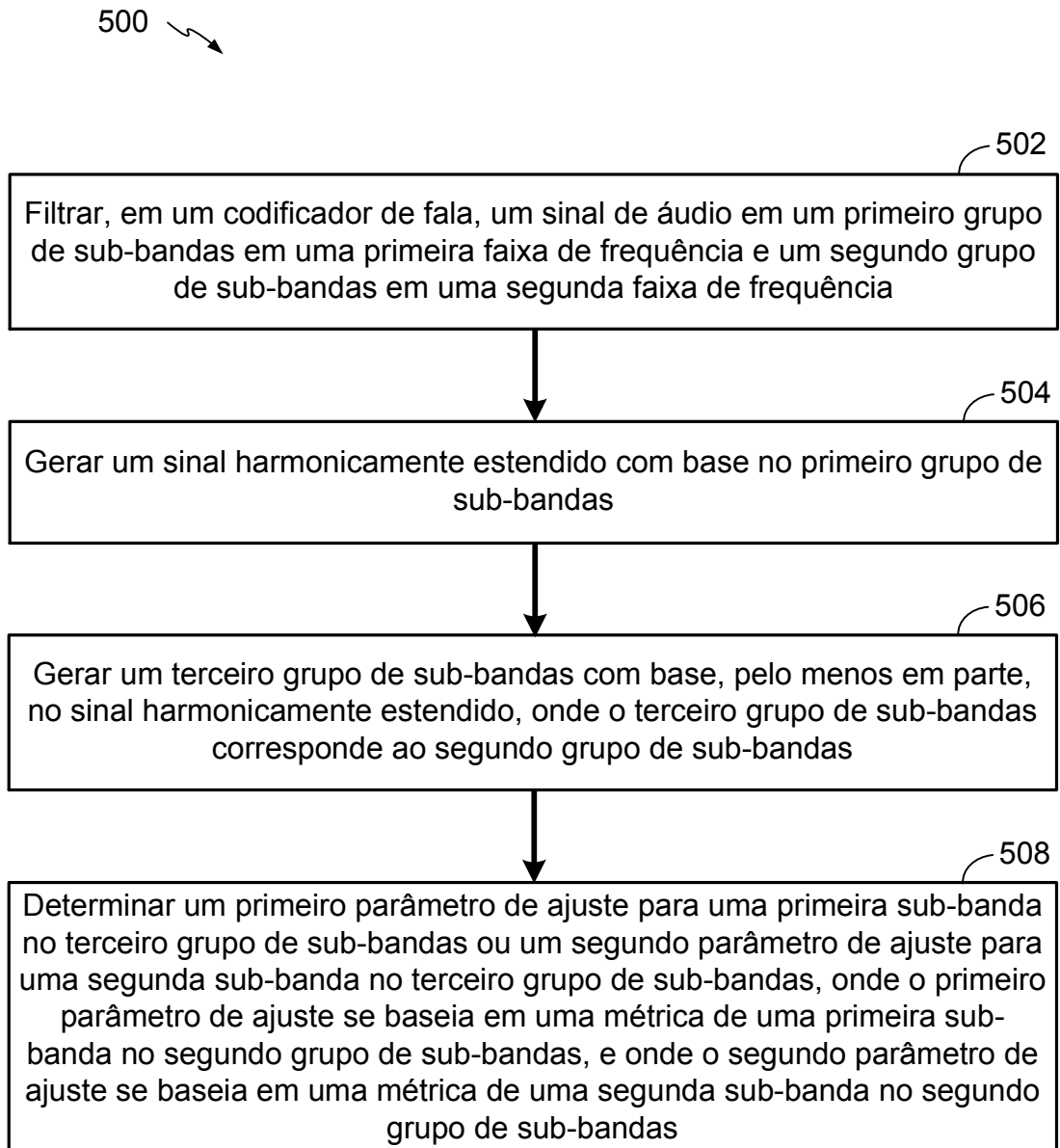
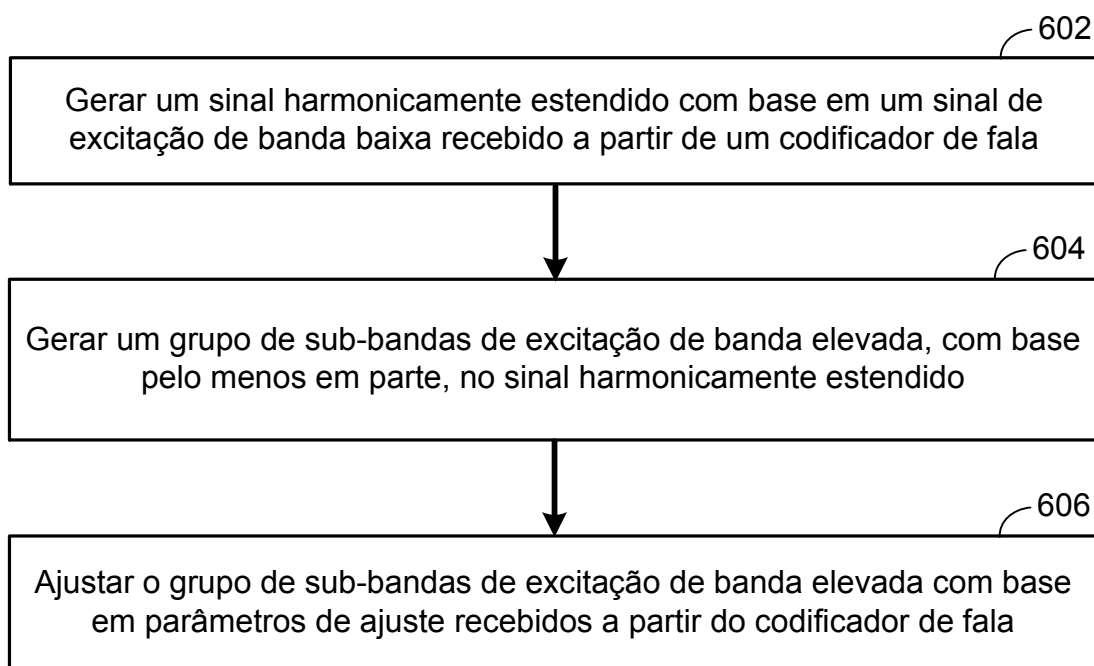
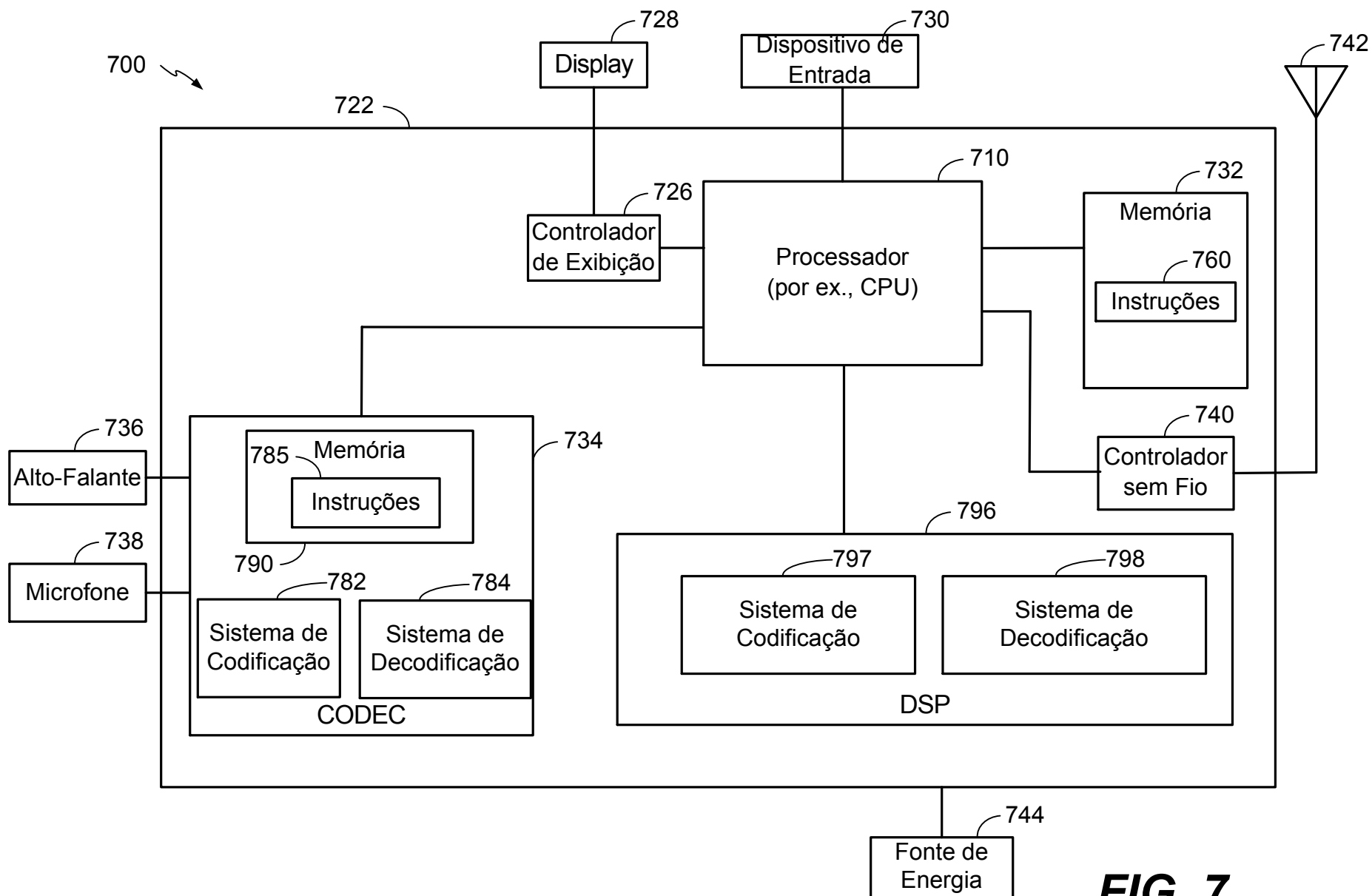


FIG. 4

**FIG. 5**

600 ↘

**FIG. 6**



7/7

FIG. 7