



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

**(11) BR 112015020133-4 B1**



**(22) Data do Depósito:** 03/09/2013

**(45) Data de Concessão:** 30/11/2021

---

**(54) Título:** MÉTODO, EQUIPAMENTO E MEMÓRIA LEGÍVEL POR COMPUTADOR PARA ATENUAR INSTABILIDADE POTENCIAL DE QUADROS.

**(51) Int.Cl.:** G10L 19/005; G10L 19/07.

**(30) Prioridade Unionista:** 21/02/2013 US 61/767,431; 30/08/2013 US 14/016,004.

**(73) Titular(es):** QUALCOMM INCORPORATED.

**(72) Inventor(es):** VIVEK RAJENDRAN; VENKATESH KRISHNAN; SUBASINGHA SHAMINDA SUBASINGHA.

**(86) Pedido PCT:** PCT US2013057873 de 03/09/2013

**(87) Publicação PCT:** WO 2014/130087 de 28/08/2014

**(85) Data do Início da Fase Nacional:** 20/08/2015

**(57) Resumo:** SISTEMAS E MÉTODOS PARA ATENUAR INSTABILIDADE POTENCIAL DE QUADROS É descrito um método para atenuar instabilidade potencial de quadros por um aparelho eletrônico. O método inclui obter um quadro subsequente no tempo a um quadro suprimido. O método inclui também determinar se o quadro é potencialmente instável. O método inclui também aplicar um valor de ponderação substituto de modo a gerar um parâmetro de quadro estável se o quadro for potencialmente instável.

**"MÉTODO, EQUIPAMENTO E MEMÓRIA LEGÍVEL POR COMPUTADOR PARA  
ATENUAR INSTABILIDADE POTENCIAL DE QUADROS"**

PEDIDOS CORRELATOS

[0001] Este pedido está relacionado com o e reivindica prioridade para o pedido de patente provisório norte-americano N°. de Série 61/767 431, depositado a 21 de fevereiro de 2013 para "SISTEMAS E MÉTODOS PARA CORRIGIR INSTABILIDADE DE FREQUÊNCIA ESPECTRAL DE LINHA POTENCIAL".

CAMPO TÉCNICO

[0002] A presente revelação refere-se de maneira geral a aparelhos eletrônicos. Mais especificamente, a presente revelação refere-se a sistemas e métodos para atenuar a instabilidade potencial de quadros,

ANTECEDENTES

[0003] Nas últimas várias décadas, a utilização de aparelhos eletrônicos se tornou comum. Em particular, os avanços na tecnologia eletrônica reduziram o custo de aparelhos eletrônicos cada vez mais complexos e úteis. A redução de custo e a procura dos consumidores fizeram com que a utilização de aparelhos eletrônicos proliferasse, de modo que eles são praticamente ubíquos na sociedade moderna. À medida que a utilização de aparelhos eletrônicos se expandiu, assim o fez a procura por novos e aperfeiçoados recursos de aparelhos eletrônicos. Mais especificamente, os aparelhos eletrônicos que desempenham novas funções e/ou desempenham funções mais rápido, de maneira mais eficaz ou com qualidade mais elevada são procurados com frequência.

[0004] Alguns aparelhos eletrônicos (como, por exemplo, telefone celulares, telefones inteligentes, gravadores de áudio, camcorders, computadores, etc.)

utilizam sinais de áudio. Estes aparelhos eletrônicos podem codificar, armazenar e/ou transmitir os sinais de áudio. Por exemplo, um telefone inteligente pode obter, codificar e transmitir um sinal de fala para uma chamada telefônica, enquanto outro telefone inteligente pode receber e decodificar o sinal de fala.

[0005] Entretanto, desafios específicos surgem na codificação, transmissão e decodificação de sinais de áudio. Por exemplo, um sinal de áudio pode ser codificado de modo a se reduzir a quantidade de largura de banda necessária para transmitir o sinal de áudio. Quando uma parte do sinal de áudio é perdida na transmissão, pode ser difícil apresentar um sinal de áudio decodificado de maneira precisa. Conforme pode ser observado, a partir desta discussão, podem ser benéficos sistemas e métodos que aperfeiçoem a decodificação.

#### SUMÁRIO

[0006] É descrito um método para atenuar a instabilidade potencial de quadros por um aparelho específico. O método inclui obter um quadro subsequente no tempo a um quadro apagado. O método inclui também determinar se o quadro é potencialmente instável. O método inclui também um valor de ponderação substituto de modo a se gerar um parâmetro de quadro estável se o quadro for potencialmente instável. O parâmetro de quadro pode ser um vetor de frequência espectral de linha média de quadro. O método pode incluir aplicar um vetor de ponderação recebido de modo a se gerar um vetor de frequência espectral de linha média de quadro atual.

[0007] O valor de ponderação substituto pode estar entre 0 e 1. Gerar o parâmetro de quadro estável pode incluir aplicar o valor de ponderação substituto a um vetor de frequência espectral de linha final de quadro atual e um vetor de frequência espectral de linha final de quadro anterior. Gerar o parâmetro de quadro estável pode incluir determinar um vetor de frequência espectral de linha média de quadro atual substituto quer é igual ao produto do vetor de frequência espectral de linha final de quadro atual e do valor de ponderação substituto mais o produto do vetor de frequência espectral de linha final de quadro anterior e a diferença de um e o valor de ponderação substituto. O valor de ponderação substituto pode ser selecionado com base em pelo menos uma da classificação de dois quadros e a diferença de frequência espectral de linha entre os dois quadros.

[0008] A determinação de se o quadro é potencialmente instável pode ser baseada em se a frequência espectral de linha média do quadro atual é ordenada de acordo com uma regra antes de qualquer reordenamento. A determinação de se o quadro é potencialmente instável pode ser baseada de se o quadro está dentro de um número de limite de quadros após o quadro apagado. A determinação de se o quadro é potencialmente instável pode ser baseada em se qualquer quadro entre o quadro e o quadro apagado utiliza quantificação não preditiva.

[0009] É também descrito um aparelho eletrônico para antena atenuar a instabilidade potencial de quadros. O aparelho eletrônico inclui um conjunto de circuitos de determinação de parâmetros de quadro que obtém um quadro subsequente no tempo a um quadro apagado. O aparelho



eletrônico inclui também um conjunto de circuitos de determinação de estabilidade acoplado ao conjunto de circuitos de determinação de parâmetros de quadro. O conjunto de circuitos de determinação de estabilidade determina se o quadro é potencialmente instável. O aparelho eletrônico inclui também um conjunto de circuitos de substituição de valores de ponderação acoplado ao conjunto de circuitos de determinação de estabilidade. O conjunto de circuitos de substituição de valores de ponderação aplica um valor de ponderação substituto de modo a gerar um parâmetro de quadro estável se o quadro for potencialmente instável.

[0010] É também descrito um produto de programa de computador para atenuar a instabilidade potencial de quadros. O produto de programa de computador inclui um meio passível de leitura por computador tangível não transitório com instruções. As instruções incluem um código para fazer com que um aparelho eletrônico obtenha um quadro subsequente no tempo a um quadro apagado. As instruções incluem também um código para fazer com que o aparelho eletrônico determine se o quadro é potencialmente instável. As instruções incluem também um código para fazer com que o aparelho eletrônico aplique um valor de ponderação substituto de modo a gerar um parâmetro de quadro estável se o quadro for potencialmente instável.

[0011] É também descrito um equipamento para atenuar a instabilidade potencial de quadros. O equipamento inclui um para obter um quadro subsequente no tempo a um quadro apagado. O equipamento inclui também um dispositivo para determinar se o quadro é potencialmente instável. O equipamento inclui também um dispositivo para aplicar um

valor de ponderação substituto de modo a gerar um parâmetro de quadro estável se o quadro for potencialmente instável.

#### BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[0012] A Figura 1 é um diagrama de blocos que mostra um exemplo geral de um codificador e um decodificador;

[0013] A Figura 2 é um diagrama de blocos que mostra um exemplo de uma implementação básica de um codificador e um decodificador;

[0014] A Figura 3 é um diagrama de blocos que mostra um exemplo de codificador de fala de banda larga e um decodificador de fala de banda larga;

[0015] A Figura 4 é um diagrama de blocos que mostra um exemplo mais específico de um codificador;

[0016] A Figura 5 é um diagrama que mostra um exemplo ao longo do tempo;

[0017] A Figura 6 é um diagrama de fluxo que mostra uma configuração de um método para codificar um sinal de fala por um codificador;

[0018] A Figura 7 é um diagrama que mostra um exemplo de determinação de vetor de frequência espectral de linha (LSF);

[0019] A Figura 8 inclui dois diagramas que mostras exemplos de interpolação e extrapolação de LSF;

[0020] A Figura 9 é um diagrama de fluxos que mostra uma configuração de um método para decodificar um sinal de fala codificado por um decodificador;

[0021] A Figura 10 é um diagrama que mostra um exemplo de dimensões de LSF agrupadas;

[0022] A Figura 11 é um gráfico que mostra um exemplo de artefatos devidos a dimensões de LSF agrupadas;

[0023] A Figura 12 é um diagrama de blocos que mostra uma configuração de um aparelho eletrônico configurado para atenuar a instabilidade potencial de quadros;

[0024] A Figura 13 é um diagrama de fluxos que mostra uma configuração de um método para atenuar a instabilidade potencial de quadros;

[0025] A Figura 14 é um diagrama de fluxo que mostra uma configuração mais específica de um método para atenuar a instabilidade potencial de quadros;

[0026] A Figura 15 é um diagrama de fluxos que mostra outra configuração mais específica de um método para atenuar a instabilidade potencial de quadros;

[0027] A Figura 16 é um diagrama de fluxos que mostra outra configuração mais específica de um método para atenuar a instabilidade potencial de quadros;

[0028] A Figura 17 é um gráfico que mostra um exemplo de um sinal de fala sintetizado;

[0029] A Figura 18 é um diagrama de blocos que mostra uma configuração de um aparelho de comunicação sem fio no qual sistemas e métodos para atenuar a instabilidade potencial de quadros podem ser implementados; e

[0030] A Figura 19 mostra diversos componentes que podem ser utilizados em um aparelho eletrônico.

#### DESCRIÇÃO DETALHADA

[0031] Diversas configurações são agora descritas com referência às Figuras, nas quais os mesmos números de referência podem indicar elementos funcionalmente semelhantes. Os sistemas e métodos geralmente descritos e métodos nas figuras apresentadas podem ser dispostos e

projetados em uma ampla variedade de configurações diferentes. Assim, a descrição mais detalhada seguinte de várias configurações, conforme representadas na Figuras, não se destina a limitar o alcance, conforme reivindicado, mas é meramente representativa dos sistemas e métodos.

[0032] A Figura 1 é um diagrama de blocos que mostra um exemplo geral de codificador 104 e decodificador 108. O codificador 104 recebe um sinal de fala 102, o sinal de fala 102 pode ser um sinal de fala em qualquer faixa de frequência. Por exemplo, o sinal de fala 102 pode ser um sinal de banda completa com uma faixa de frequência aproximada de 0-24 kilohertz (kHz), um sinal de super-banda larga com uma faixa de frequência aproximada de 0-16 kHz, um sinal de banda larga com uma faixa de frequência aproximada de 0-0 kHz, um sinal de banda estreita com uma faixa de frequência aproximada de 0-4 kHz, um sinal de banda baixa com uma faixa de frequência aproximada de 50-3-00 hertz (Hz) ou um sinal de banda alta com uma faixa de frequência aproximada de 4-8 kHz. Outras faixas de frequência possíveis para o sinal de fala 102 incluem 300-3400 Hz (a faixa de frequência da Rede Telefônica Comutada Pública (PSTN), por exemplo) 14-20 kHz, 16-20 kHz, e 16-32 kHz. Em algumas configurações, o sinal de fala 102 pode ser amostrado a 16 kHz e pode ter uma faixa de frequência aproximada de 0-8 kHz.

[0033] O codificador 104 codifica o sinal de fala 102 de modo a produzir um sinal de fala codificado 106. Em geral, o sinal de fala codificado 106 inclui um ou mais parâmetros que representam um sinal de fala 102. Um ou mais dos parâmetros podem ser quantificados. Exemplos do parâmetro ou parâmetros incluem parâmetros de filtro (como,

por exemplo, fatores de ponderação, frequências espectrais de linha (LSFs), pares espectrais de linha (LSPs), frequências espectrais de imitância (ISFs), pares espectrais de imitância (ISPs), coeficientes de correlação parcial (PARCORS), coeficientes de reflexão e/ou valores de relação registro-área, etc.) e parâmetros incluídos em um sinal de excitação codificado (como, por exemplo, fatores de ganho, índices de livro de código adaptativos, ganhos de livro de código adaptativos, índices de livro de código fluxos e/ou ganhos de livro de código fixos, etc.). Os parâmetros podem corresponder a uma ou mais bandas de frequência. O decodificador 108 decodifica o sinal de fala codificado 106 de maneira produzir um sinal de fala decodificado 110. O decodificador 108 constrói o sinal de fala decodificado 110 com base no parâmetro ou parâmetros incluídos no sinal de fala codificado 106. O sinal de fala decodificado 110 pode ser uma reprodução aproximada do sinal de fala 102 original.

[0034] O codificador 104 pode ser implementado em hardware (conjunto de circuitos, por exemplo), software ou uma combinação de ambos. Por exemplo, o codificador 104 pode ser implementado em um circuito integrado específico de aplicativo (ASIC), ou como um processador com instruções. Da mesma maneira, o decodificador 108 pode ser implementado em hardware (conjunto de circuitos, por exemplo), software ou uma combinação de ambos. Por exemplo, o decodificador 108 pode ser implementado como um circuito integrado específico de aplicativo (ASIC) ou como um processador com instruções. O codificador 104 e o decodificador 108 podem ser implementados em aparelhos eletrônicos separados ou no mesmo aparelho eletrônico.

[0035] A Figura 2 é um diagrama de blocos que mostra um exemplo de uma implementação básica de um codificador 204 e um decodificador 208. O codificador 204 pode ser um exemplo do codificador 104 descrito em conexão com a Figura 1. O codificador 204 pode incluir um módulo de análise 212, uma transformada de coeficiente 214, um quantificador A 216, um quantificador inverso A 218, uma transformada de coeficiente inversa A 220, um filtro de análise 222 e um quantificador inverso B 224. Um ou mais dos componentes do codificador 204 e/ou do decodificador 208 podem ser implementados em hardware (conjunto de circuitos, por exemplo) software ou uma combinação de ambos.

[0036] O codificador 204 recebe um sinal de fala 202. Deve-se observar que o sinal de fala 202 pode incluir qualquer faixa de frequência descrita acima em conexão com a Figura 1 (uma banda inteira de frequências de fala ou uma sub-banda de frequências de fala, por exemplo).

[0037] Neste exemplo, o módulo de análise 212 codifica o invólucro espectral de um sinal de fala 202 como um conjunto de coeficientes de predição linear (LP) (como, por exemplo, coeficientes de filtro de análise  $A(z)$  que pode ser aplicado de modo a se para produzir um filtro de síntese de todos os pólos  $1/A(z)$  onde  $z$  é um número complexo). O módulo de análise 212 processa tipicamente o sinal de entrada como uma série de quadros não superpostos do sinal de fala 202, com um novo conjunto de coeficientes sendo calculado para cada quadro ou sub-quadro. Em algumas configurações, o período de quadros pode ser um período ao longo do qual o pode-se esperar que o sinal de fala 202 seja localmente estacionário. Um exemplo comum do período de quadros é 20

milissegundos (mseg) (equivalentes a 160 amostras a uma taxa de amostragem de 8 kHz, por exemplo). Em um exemplo, o módulo de análise 212 é configurado para calcular um conjunto dez de coeficientes de predição linear para caracterizar a estrutura de formação de cada quadro de 20 mseg. É também possível implementar o módulo de análise 212 para processar o sinal de fala 202 como uma série de quadros superpostos.

[0038] O módulo de análise 212 pode ser configurado para analisar as amostras de cada quadro diretamente ou as amostras podem ser ponderadas primeiro de acordo com uma função de formação de janela (uma janela de Hanning, por exemplo). A análise pode ser também realizada através de uma janela que é maior que o quadro, tal como uma janela de 30 mseg. Esta janela pode ser simétrica (como, por exemplo, 5-20-5, de modo que inclua os 5 milissegundos e imediatamente antes e depois do quadro de 20 milissegundos) ou assimétrica (como, por exemplo, 10-20, de modo que inclua os últimos 10 milissegundos do quadro precedente). O módulo de análise 212 pode ser configurado para analisar as amostras de cada quadro diretamente ou as amostras podem ser ponderadas primeiro de acordo com uma função de formação de janela (uma janela de Hamming, por exemplo). A análise pode ser também realizada através de uma janela que é maior que o quadro, tal como uma janela de 30 mseg. Esta janela pode ser simétrica (5-20-5, de modo que inclua os 5 milissegundos imediatamente antes e depois do quadro de 20 milissegundos, por exemplo) ou assimétrica (10-20 de modo que inclua os últimos 10 milissegundos do quadro precedente, por exemplo). O módulo de análise 212 é tipicamente configurado para calcular os coeficientes de predição linear utilizando uma recorrência

de Levinson-Durbin ou o algoritmo de Leroux-Gueguen. Em outra implementação o módulo de síntese pode ser configurado para calcular um conjunto de coeficientes espectrais para cada quadro em vez de um conjunto de coeficientes de predição linear.

[0039] A taxa de saída do codificador 204 pode ser reduzida de maneira significativa, com relativamente pouco efeito sobre qualidade de reprodução, pela quantificação dos coeficientes. Os coeficientes de predição linear são difíceis de quantificar de maneira eficaz e são usualmente mapeados em outra representação, tal como LSFs para quantificação e/ou codificação por entropia. No exemplo da Figura 2, a transformada de coeficiente 214 transforma o conjunto de coeficientes em um vetor de LSF correspondente (conjunto de dimensões de LSF, por exemplo). Outras representações de um para um de coeficientes incluem LSPs coeficientes de PARCOR, coeficientes de reflexão, valores de relação registro-área, ISPs e ISFs. Por exemplo, as ISFs podem ser utilizadas no codec AMR-WB (de Várias Taxas Adaptativas-de Banda Larga) GSM (Sistema Global para Comunicações Móveis). Por conveniência, os termos "frequências espectrais de linhas", "dimensões de LSF", "vetores de LSF" e termos correlatos podem ser utilizados para referir-se a um ou mais de LSFs, LSPs, ISFs, ISPs, coeficientes de PARCOR, coeficientes de reflexão e valores de relações registro-área. Tipicamente uma transformada entre um conjunto de coeficientes e um vetor de LSF correspondente é reversível, mas algumas configurações podem incluir implementações do codificador 204 nas quais a transformada não é reversível sem erro.



[0040] O quantificador A 216 é configurado para quantificar o vetor de LSF (ou outra representação de coeficiente). O codificador 204 pode transmitir o resultado desta quantificação como parâmetros de filtro 228. O quantificador A 216 inclui tipicamente um quantificador de vetores que codifica o vetor de entrada (o vetor de LSF, por exemplo) como índice de entrada de vetor correspondente em uma tabela ou livro de código.

[0041] Conforme visto na Figura 2, o codificador 204 também gera um sinal residual fazendo o sinal de fala 202 passar através de um filtro de análise 222 (também chamado de filtro de embranquecimento ou de erros de predição) que é configurado de acordo com o conjunto de coeficientes. O filtro de análise 222 pode ser implementado como um filtro de resposta ao impulso finita (FIR) ou um filtro de resposta ao impulso infinita (IIR). Este sinal residual conterá tipicamente informações perceptualmente importantes do quadro de fala, tais como a estrutura de longo prazo referente à densidade horizontal, que não são representadas nos parâmetros de filtro 228. O quantificador B 224 é configurado para calcular uma representação quantificada deste sinal residual para transmissão como um sinal de excitação codificado 226. Em algumas configurações, o quantificador B 224 inclui um quantificador de vetores que codifica o vetor de entrada como um índice de uma entrada de vetor correspondente em uma tabela ou livro de código. Além disto, ou alternativamente, o quantificador B 224 pode ser configurado para enviar um ou mais parâmetros a partir dos quais o vetor pode ser gerado dinamicamente no decodificador, em vez de recuperado do armazenamento, como um método de

livro de código esparsos. Tal m circuito é utilizado em esquemas de codificação, tais como CLLP (predição linear excitada por código) e codecs, tais como o EVRC (Codec de Taxa Variável Aperfeiçoado) 3GPP2 (Parceria de terceira Geração 2). Em algumas configurações, o sinal de excitação codificado 226 e os parâmetros de filtro 228 podem ser incluídos em um sinal de fala codificado 106.

[0042] Pode ser benéfico que o codificador 204 gere o sinal de excitação codificado 226 de acordo com os mesmos valores de parâmetro de filtro que estarão disponíveis para o decodificador 208 correspondente. Desta maneira, o sinal de excitação codificado 226 resultante já pode dar conta em, alguma medida de não idealidades nesses valores de parâmetro, tais como erros de quantificação. Por conseguinte, pode ser benéfico configurar o filtro de análise 222 utilizando-se os mesmos valores de coeficiente que estarão disponíveis no decodificador 208. No exemplo básico do codificador 4 mostrado na Figura 2, o quantificador inverso A 218 desquantifica os parâmetros de filtro 228. A transformada de coeficiente inversa A 220 mapeia os valores resultantes de volta em um conjunto correspondente de coeficientes. Este conjunto de coeficientes é utilizado para configurar o filtro de análise 222 de modo a se gerar o sinal residual que é quantificado pelo quantificador B 224.

[0043] Algumas implementações do codificador 204 são configuradas para calcular o sinal de excitação codificado 226 identificando um entre um conjunto de vetores de livro de código que melhor corresponde ao sinal residual. Observa-se, contudo, que o codificador 204 pode ser implementado para calcular uma representação quantificada do

sinal residual sem gerar realmente o sinal residual. Por exemplo, o codificador 204 pode ser configurado para utilizar vários vetores de livro de código para gerar sinais sintetizados correspondentes (de acordo com o conjunto atual de parâmetros de filtro, por exemplo) e para selecionar o vetor de livro de código associado ao sinal gerado que melhor corresponda ao sinal de fala 202 original em um domínio perceptualmente ponderado.

[0044] O decodificador 208 pode incluir um quantificador inverso B 230, um quantificador inverso C 236, uma transformada de coeficiente inversa B 238 e um filtro de síntese 234. O quantificador inverso C 236 desquantifica os parâmetros de filtro 228 (um vetor de LSF, por exemplo) e a transformada de coeficiente inversa B 238 transforma o vetor de LSF em um conjunto de coeficientes (por exemplo, conforme descrito acima com referência ao quantificador inverso A 218 e a transformada de coeficiente inversa A 220 do decodificador 204). O quantificador inverso B 230 desquantifica o sinal de excitação codificado 226 de modo a produzir um sinal de excitação 232. Com base nos coeficientes e no sinal de excitação 232, o filtro de síntese 234 sintetiza um sinal de fala decodificado 210. Em outras palavras, o filtro de síntese 234 é configurado para conformar espectralmente o sinal de excitação 232 de acordo com os coeficientes desquantificados de modo a produzir o sinal de fala decodificado 210. Em algumas configurações, o decodificador 208 pode também enviar o sinal de excitação 232 a outro decodificador, que pode utilizar o sinal de excitação 232 para derivar um sinal de excitação de outra banda de frequência (uma banda alta, por exemplo). Em algumas

implementações, o decodificador 208 pode ser configurado para enviar informações adicionais a outro decodificador que está relacionado com o sinal de excitação 232, tal como uma oscilação espectral, ganho de densidade horizontal e modo de retardo e fala.

[0045] O sistema do codificar 204 e do decodificador 208 é um exemplo básico de codec de fala de análise por síntese. A codificação de predição linear por excitação de livro de código é uma família popular de codificação de análise por síntese. As implementações de tais codificadores podem efetuar codificação de formas de onda do resíduo, inclusive implementações tais como seleção de entradas a partir de livros de código fixos e adaptativos, operações de redução de erros ao mínimo e/ou operações de ponderação perceptual. Outras implementações de codificação de análise por síntese incluem predição linear de excitação mista (MELP), CELP algébrica (ACELP), CELP de relaxamento (RCELP), excitação por pulso regular (RPE), excitação por vários pulsos (MPE), CELP por vários pulsos (MP-CELP) e codificação de predição linear excitada pela soma de vetores (VSELP). Métodos de codificação correlatos incluem codificação por excitação por várias bandas (BEM) e por interpolação de formas de onda de protótipo (PWI). Exemplos de codecs de fala de análise por síntese padronizados incluem o codec de taxa completa GSM ETSI (Instituto Europeu de Padrões de Telecomunicação) (GSM 06.10) (que utiliza predição linear excitada por resíduos (RELPE)), o codec de taxa completa aperfeiçoado GSM (ETSI-GSM 06.60), o codificador do Anexo E G.729 do ITU (Sindicato Internacional de Telecomunicações), de 11,8 kilobits por segundo (kbps), os codecs IS (Padrão

Interino)-641 para IS 136 (um esquema de acesso múltiplo por divisão de tempo), os codecs de taxa adaptativa GSM (GSM-AMR) e o codec 4GV<sup>TM</sup> (Vocoder de Quarta Geração<sup>TM</sup> (QUALCOM Incorporated San Diego Calif). O codificador 204 e o decodificador 208 correspondente podem ser implementados de acordo com qualquer uma destas tecnologias ou com qualquer outra tecnologia de codificação de fala (quer conhecida, quer a ser desenvolvida) que represente um sinal de fala como (A) um conjunto de parâmetros que descrevem um filtro e (B) um sinal de excitação utilizado para acionar o filtro descrito de modo a se reproduzir o sinal de fala.

[0046] Mesmo depois que o filtro de análise 222 tiver removido o invólucro espectral grosseiro do sinal de fala 202, uma considerável quantidade de estrutura harmônica refinada pode permanecer, especialmente para fala vocalizada. A estrutura periódica está relacionada com densidade horizontal, e sons vocalizados diferentes falados pelo mesmo falante podem ter estruturas de formação diferentes, mais estruturais de densidade horizontal semelhantes.

[0047] A eficácia de codificação e/ou a qualidade de fala pode ser aumentada utilizando-se um ou mais valores de parâmetro para codificar as características da estrutura de densidade horizontal. Uma característica importante da estrutura de densidade horizontal é a frequência do primeiro harmônico (também chamada frequência fundamental) que está tipicamente na faixa de 60 a 400 hertz (Hz). Esta característica é tipicamente codificada como o inverso da frequência fundamental, também chamado retardo de densidade horizontal. O retardo de densidade horizontal indica um

número de amostras em um período de densidade horizontal e pode ser codificado como um ou mais índices de livro de código. Os sinais de fala de falantes masculinos tendem a ter retardos de densidade horizontal maiores do que os sinais de fala de falantes femininos.

[0048] Outra característica de sinal referente à estrutura de densidade horizontal é a periodicidade, que indica a intensidade da estrutura harmônica, ou em outras palavras, o grau ao qual o sinal é harmônico ou não harmônico. Dois indicadores típicos de periodicidade são cruzamento zero e funções de auto correlação normalizadas (NACFs). A periodicidade pode ser também indicada pelo ganho de densidade horizontal, que é comumente codificado como um ganho de livro de código (um ganho de livro de código adaptativo quantificado, por exemplo).

[0049] O codificador 204 pode incluir um ou mais módulos configurados para codificar a estrutura harmônica de longo prazo do sinal de fala 202. Em algumas abordagens da codificação CELP, o codificador 204 inclui um módulo de análise de codificação preditiva linear (LPC) de malha aberta, que codifica as características de curto prazo ou invólucro espectral aproximado, seguido de um estágio de análise de predição de longo prazo de malha fechada, que codifica a estrutura de densidade horizontal ou harmônica refinada. As características de curto prazo são codificadas como coeficientes (parâmetros de filtro 228, por exemplo), e as características de longo prazo são codificadas como valores para parâmetros tais como retardo de densidade horizontal e ganho de densidade horizontal. Por exemplo, o codificador 204 pode ser configurado para transmitir o sinal

de excitação codificado 226 sob uma forma que inclui um ou mais índices de livro de código (um índice de livro de código fixo e um índice de livro de código adaptativo, por exemplo) e valores de ganho correspondentes. O cálculo desta representação quantificada do sinal residual (pelo quantificador B 224, por exemplo) pode incluir a seleção de tais índices e o cálculo de tais valores. A codificação da estrutura de densidade horizontal pode incluir também a interpolação de uma forma de onda de protótipo de densidade horizontal operação esta que pode incluir calcular a diferença entre pulsos de densidade horizontal sucessivos. A modelação da estrutura de longo prazo pode ser desabilitada para quadros que correspondem à fala não vocalizada, que é tipicamente semelhante a ruído e não estruturada.

[0050] Algumas implementações do decodificador 208 podem ser configuradas para transmitir o sinal de excitação 232 para outro decodificador (um decodificador de banda alta, por exemplo) depois que a estrutura de longo prazo (estrutura de densidade horizontal ou harmônica) tiver sido restaurada. Por exemplo, tal decodificador pode ser configurado para transmitir o sinal de excitação 232 como uma versão desquantificada do sinal de excitação codificado 226. Evidentemente, é também possível implementar o decodificador 208 de modo que o outro decodificador efetue a desquantificação do sinal de excitação codificado 226 de modo a obter o sinal de excitação 232.

[0051] A Figura 3 é um diagrama de blocos que mostra um exemplo de um codificador de fala de banda larga 342 e um decodificador de fala de banda larga 358. Um ou mais componentes do codificador de fala de banda larga 342 e o do

decodificador de fala de banda larga 358 podem ser implementados em hardware (conjunto de circuitos, por exemplo), software ou uma combinação de ambos. O codificador de fala de banda larga 342 e o decodificador de fala de banda larga 358 podem ser implementados em aparelhos eletrônicos separados ou no mesmo aparelho eletrônico.

[0052] O codificador de fala de banda larga 342 inclui um banco de filtros A 344, um primeiro codificador de banda 348 e um segundo codificador de banda 350. O banco de filtros A 344 é configurado para filtrar um sinal de fala de banda larga de modo a se para produzir um primeiro sinal de banda 346a (um sinal de banda estreita, por exemplo) e um segundo sinal de banda 346b (um sinal de banda alta, por exemplo).

[0053] O primeiro codificador de banda 348 é configurado para codificar o primeiro sinal de banda 346a de modo a se produzirem parâmetros de filtro 352 (parâmetros de filtro de banda estreita (NB), por exemplo) e um sinal de excitação codificado 354 (um sinal de excitação de banda estreita codificado, por exemplo). Em algumas configurações, o primeiro codificador de banda 348 pode para produzir os parâmetros de filtro 352 e o sinal de excitação codificado 354 como índices de livro de código ou sob outra forma quantificada. Em algumas configurações, o primeiro codificador de banda 348 pode ser implementado de acordo com o codificador 204 descrito em conexão com a Figura 2.

[0054] O segundo codificador de banda 350 é configurado para codificar o segundo sinal de banda 346b (um sinal de banda alta, por exemplo) de acordo com as informações no sinal de excitação codificado 354 de modo a



se produzirem segundos parâmetros de codificação de banda 356 (parâmetros de codificação de banda alta, por exemplo). O segundo codificador de banda 350 pode ser configurado para produzir segundos parâmetros de codificação de banda 356 como índices de livro de código ou sob outra forma quantificada. Um exemplo específico de um codificador de fala de banda larga 342 é configurado para codificar o sinal de fala de banda larga 340 a uma taxa de cerca de 8,55 kbps, com de cerca de 7,55 kbps sendo utilizados para os parâmetros de filtro 352 e o sinal de excitação configurado 354, e de cerca de 1 kbps sendo utilizado para os segundos parâmetros de codificação de banda 356. Em algumas implementações, os parâmetros de filtro 352, o sinal de excitação codificado 254 e os segundos parâmetros de codificação de banda 356 podem ser incluídos em um sinal de fala codificado 106.

[0055] Em algumas configurações, o segundo codificador de banda 350 pode ser implementado de maneira semelhante ao codificador 204 descrito em conexão com a Figura 2. Por exemplo, o segundo codificador de banda 350 pode para produzir segundos parâmetros de filtro de banda (como parte dos segundos parâmetros de codificação de banda 356, por exemplo) conforme descrito em conexão com o codificador 204 descrito em conexão com a Figura 2. Entretanto, o segundo codificador de banda 350 pode diferir sob alguns aspectos. Por exemplo, o segundo codificador de banda 350 pode incluir um segundo gerador de excitação de banda, que pode gerar um segundo sinal de excitação de banda com base no sinal de excitação codificado 354. O segundo codificador de banda 350 pode utilizar o segundo sinal de excitação de banda de modo a produzir um segundo sinal de

banda sintetizado e, para determinar um segundo fator de ganho de banda. Em algumas configurações, o segundo codificador de banda 350 pode quantificar o segundo fator de ganho de banda. Por conseguinte, exemplos dos segundos parâmetros de codificação de banda 356 incluem segundos parâmetros de filtro de banda e um segundo fator de ganho de banda quantificado.

[0056] Pode ser benéfico combinar os parâmetros de filtro 352, o sinal de excitação codificado 354 e os segundos parâmetros de codificação de banda 356 em um único fluxo de bits. Por exemplo, pode ser benéfico multiplexar os sinais codificados uns nos outros para transmissão (através de um canal de transmissão cabeado, óptico ou sem fio, por exemplo) ou para armazenamento, como um sinal de fala de banda larga codificado. Em algumas configurações, o codificador de fala de banda larga 342 inclui um multiplexador (não mostrado) configurado para combinar os parâmetros de filtro 352, o sinal de excitação codificado 354 e os segundos parâmetros de codificação de banda 356 em um sinal multiplexado. Os parâmetros de filtro 352, o sinal de excitação codificado 354 e os segundos parâmetros de codificação de banda 356 podem ser exemplos de parâmetros incluídos em um sinal de fala codificado 106 conforme descrito em conexão com a Figura 1.

[0057] Em algumas implementações, um aparelho eletrônico que inclui o codificador de fala de banda larga 342 pode incluir também um conjunto de circuitos configurado para transmitir o sinal multiplexado para um canal de transmissão, tal como um canal cabeado, óptico ou sem fio. Tal aparelho eletrônico pode ser também configurado para

executar uma ou mais operações de codificação de canal no sinal, tais como codificação de correção de erros (codificação convolucional compatível com taxa, por exemplo) e/ou codificação de detecção de erros (codificação de redundância cíclica, por exemplo) e/ou uma ou mais camadas de codificação de protocolo de rede (como, por exemplo, Ethernet, Protocolo de Controle de Transmissão/Protocolo Internet (TCP/IP), cdma200, etc.).

[0058] Pode ser benéfico que o multiplexador seja configurado para embutir os parâmetros de filtro 352 e o sinal de excitação codificado 354 como um sub-fluxo separável do sinal multiplexado, de modo que os parâmetros de filtro 352 e o sinal de excitação codificado 354 possam ser recuperados e decodificados independentemente de outra parte do sinal multiplexado tal como um sinal de banda alta e/ou de banda baixa. Por exemplo, o sinal multiplexado pode ser disposto de modo que os parâmetros de filtro 352 e o sinal de excitação codificado 354 possam ser recuperados eliminando-se os segundos parâmetros de codificação de banda 356. Uma vantagem potencial de tal recurso é a de evitar a necessidade de transcodificar os segundos parâmetros de codificação de banda 356 antes de passá-los para um sistema que suporte a decodificação dos parâmetros de filtro 352 e do sinal de excitação codificado 354, mas não suporte a decodificação dos segundos parâmetros de codificação de banda 356.

[0059] O decodificador de fala de banda larga 358 pode incluir um primeiro decodificador de banda 360, um segundo decodificador de banda 366 e um banco de filtros B 368. O primeiro decodificador de banda 360 (um decodificador

de banda estreita, por exemplo) é configurado para decodificar os parâmetros de filtro 352 e o sinal de excitação codificado 354 de modo a produzir um primeiro sinal de banda decodificado 362a (um sinal de banda estreita decodificado, por exemplo). O segundo decodificador de banda 366 é configurado para decodificar os segundos parâmetros de codificação de banda 356 de acordo com um sinal de excitação 364 (um sinal de excitação de banda estreita, por exemplo), com base no sinal de excitação codificado 354, de modo a produzir um segundo sinal de banda decodificado 362b (um sinal de banda alta decodificado, por exemplo). Neste exemplo, o primeiro decodificador de banda 360 é configurado para enviar o sinal de excitação 364 ao segundo decodificador de banda 366. O banco de filtros 368 é configurado para combinar o primeiro sinal de banda decodificado 362a e o segundo sinal de banda decodificado 362b de modo a produzir um sinal de fala de banda larga decodificado 370.

[0060] Algumas implementações do decodificador de fala de banda larga 358 podem incluir um demultiplexador (não mostrado) configurado para produzir os parâmetros de filtro 352, o sinal de excitação codificado 354 e os segundos parâmetros de codificação de banda 356 a partir de um sinal multiplexado. Um aparelho eletrônico que inclui o decodificador de fala de banda larga 358 pode incluir um conjunto de circuitos configurado para receber o sinal multiplexado de um canal de transmissão, tal como um canal cabeado, óptico ou sem fio. Tal aparelho eletrônico pode ser também configurado para executar uma ou mais operações de decodificação de canal no sinal, tais como decodificação de correção de erros (decodificação convolucional compatível

com taxa, por exemplo) e/ou decodificação de detecção de erros (decodificação de redundância cíclica, por exemplo) e/ou uma ou mais camadas de decodificação de protocolo de rede (Ethernet, TCP/IP, cdma2000, por exemplo).

[0061] O banco de filtros A 344 no codificador de fala de banda larga 342 é configurado para filtrar um sinal de entrada de acordo com o esquema de banda dividida de modo a se para produzir um primeiro sinal de banda 346a (sinal de banda estreita ou de sub-banda de baixa frequência, por exemplo) e um segundo sinal de banda 346b (um sinal de banda alta ou de sub-banda de alta frequência, por exemplo). Dependendo do critério de desenho para a aplicação específica, as sub-bandas de saída podem ter larguras de banda iguais ou desiguais e podem ser superpostas ou não superpostas. É também possível uma configuração do banco de filtros A 344 que produza mais de duas sub-bandas. Por exemplo, o banco de filtros A 344 pode ser configurado para produzir um ou mais sinais de banda baixa que incluem componentes em uma faixa de frequência abaixo daquela do primeiro sinal de banda 346a (tal como a faixa de 50-300 hertz (Hz), por exemplo). É também possível que o banco de filtros A 344 seja configurado para produzir um ou mais sinais de banda alta adicionais que incluem componentes em uma faixa de frequência acima daquela do segundo sinal de banda 346b (tal como uma faixa de 14-20, 16-20 ou 16-32 kilohertz (kHz), por exemplo). Em tal configuração, o codificador de fala de banda larga 342 pode ser implementado para codificar o sinal ou sinais separadamente e um multiplexador pode ser configurado para incluir o sinal ou

sinais codificados adicionais em um sinal multiplexado (como um ou mais partes separáveis, por exemplo).

[0062] A Figura 4 é um diagrama de blocos que mostra um exemplo mais específico de um codificador 404. Em particular, a Figura 4 mostra uma arquitetura de análise por síntese CELP para codificação de fala de baixa taxa de bits. Neste exemplo, o codificador 404 inclui um módulo de enquadramento, de pré-processamento 472, um módulo de análise 476, uma transformada de coeficiente 478, um quantificador 480, um filtro de síntese 484, um somador 488, um filtro de ponderação perceptual e um módulo de redução ao mínimo de erros 492 e um módulo de estimação de excitação 494. Deve-se observar que o codificador 404 e um ou mais dos componentes do codificador 404 podem ser implementados em hardware (conjunto de circuitos, por exemplo), software ou uma combinação de ambos.

[0063] O sinal de fala 402 (fala de entrada *s*, por exemplo) pode ser um sinal eletrônico que contém informações de fala. Por exemplo, um sinal de fala acústico pode ser captado por um microfone e amostrado de modo a se produzir o sinal de fala 402. Em algumas configurações, o sinal de fala 402 pode ser amostrado a 16 kHz. O sinal de fala 402 pode compreender uma faixa de frequência descrita acima em conexão com a Figura 1.

[0064] O sinal de fala 402 pode ser enviado ao módulo de enquadramento e pré-processamento. O módulo de enquadramento e pré-processamento 472 pode dividir o sinal de fala 402 em uma série de quadros. Cada quadro pode ser um período de tempo específico. Por exemplo, cada quadro pode compreender a 20 mseg do sinal de fala 402. O módulo de

enquadramento e pré-processamento 472 pode executar outras operações no sinal de fala, tais como filtragem (uma ou mais de filtragem de baixa passagem, alta passagem e passagem de banda, por exemplo). Por conseguinte, o módulo de enquadramento e pré-processamento 472 pode produzir um sinal de fala pré-processado 474 (como, por exemplo,  $S(l)$  é um número de amostra) com base no sinal de fala 402.

[0065] O módulo de análise 476 pode determinar um conjunto de coeficientes (como, por exemplo, o filtro de análise de predição linear  $A(z)$ ). Por exemplo, o módulo de análise 476 pode codificar o invólucro espectral do sinal de fala pré-processado 474 como um conjunto de coeficientes descrito em conexão com a Figura 2.

[0066] Os coeficientes podem ser enviados à transformada de coeficiente 478. A transformada de coeficiente 478 transforma o conjunto de coeficientes em um vetor de LSF correspondente (como, por exemplo, LSFs, LSPs, ISFs, ISPs, etc.) descrito acima em conexão com a Figura 2.

[0067] O vetor de LSF é enviado ao quantificador 480. O quantificador 480 quantifica o vetor de LSF em um vetor de LSF quantificado 482. Por exemplo, o quantificador 480 pode efetuar quantificação de vetor no vetor de LSF de modo a obter o vetor de LSF quantificado 482. Em algumas configurações, vetores de LSF podem ser gerados e/ou quantificados em uma base de sub-quadro. Nestas configurações, apenas vetores de LSF quantificados que correspondem a determinados sub-quadros (o último sub-quadro ou sub-quadro final de cada quadro, por exemplo) podem ser enviados a um decodificador de fala. Nestas configurações, o quantificador 480 pode também determinar um vetor de

ponderação quantificado 441. Vetores de ponderação são utilizados para quantificar vetores de LSF (vetores de LSF médio, por exemplo) entre vetores de LSF que correspondem aos sub-quadros que são enviados. Os vetores de ponderação podem ser quantificados. Por exemplo, o quantificador 480 pode determinar um índice de um livro de código ou tabela de busca que corresponde ao vetor de ponderação que melhor corresponde ao vetor de ponderação real. Os vetores de ponderação quantificados 441 (os índices, por exemplo) podem ser enviados a um decodificador de fala. O vetor de ponderação 441 e o vetor de LSF quantificado 482 podem ser exemplos dos parâmetros de filtro 228 descritos acima em conexão com a Figura 2.

[0068] O quantificador 480 pode produzir um indicador de modo de predição 481 que indica o modo de predição para cada quadro. O indicador de modo de predição 481 pode ser enviado a um decodificador. Em algumas configurações, o indicador de modo de predição 481 pode indicar um de dois modos de predição (se uma quantificação preditiva ou uma quantificação não preditiva for utilizada, por exemplo) para um quadro. Por exemplo, o indicador de modo de predição 481 pode indicar se um quadro é quantificado com base no quadro precedente (preditivo, por exemplo) ou não (não preditivo, por exemplo). O indicador de modo de predição 481 pode indicar o modo de predição do quadro atual. Em algumas configurações, o indicador de modo de predição 481 pode ser um bit que é enviado a um decodificador que indica se o quadro é quantificado com quantificação preditiva ou não preditiva.



[0069] O vetor de LSF quantificado 482 é enviado ao filtro de síntese 484. O filtro de síntese 484 produz um sinal de fala sintetizado 486 (fala reconstruída  $\hat{s}(l)$ , onde  $l$  é o número de amostra, por exemplo) com base no vetor de LSF 482 (coeficientes quantificados, por exemplo) e um sinal de excitação 496. Por exemplo, o filtro de síntese 484 filtra o sinal de excitação 496 com base no vetor de LSF quantificado 482 ( $1/A(z)$ ).

[0070] O sinal de fala sintetizado 486 é subtraído do sinal de fala pré-processado 474 pelo somador 488 de modo a se obter um sinal de erro 490 (também referido como sinal de erro de predição). O sinal de erro 490 é enviado ao módulo de filtro de ponderação perceptual e redução ao mínimo de erros 492.

[0071] O módulo de filtro de ponderação perceptual e redução ao mínimo de erros 492 produz um sinal de erro ponderado com base no sinal de erro 490. Por exemplo, nem todos os componentes (componentes de frequência, por exemplo) do sinal de erro 490 têm impacto sobre a qualidade perceptual de um sinal de fala sintetizado igualmente. O erro em algumas bandas de frequência tem um impacto maior sobre a qualidade de fala que o erro em outras bandas de frequência. O módulo de filtro de ponderação perceptual e redução ao mínimo de erros 492 pode produzir um sinal de erro ponderado que reduz o erro em componentes de frequência com maior impacto sobre a qualidade de fala e distribui mais erros em outros componentes de frequência com menos impacto sobre a qualidade de fala.

[0072] O módulo de estimação de excitação 494 gera um sinal de excitação 496 e um sinal de excitação codificado

498 com base na saída do módulo de filtro de ponderação perceptual e redução ao mínimo de erros 492. Por exemplo, o módulo de estimação de excitação 494 estima um ou mais parâmetros que caracterizam o sinal de erro 490 (o sinal de erro ponderado 493, por exemplo). O sinal de excitação codificado 498 pode incluir o parâmetro ou parâmetros e pode ser enviado a um decodificador. Em uma abordagem CELP, por exemplo, o módulo de estimação de excitação 494 pode determinar parâmetros tais como um índice de livro de código adaptativo (ou de densidade horizontal), um ganho de livro de código adaptativo (ou de densidade horizontal), um índice de livro de código fixo e um ganho de livro de código fixo que caracterizam o sinal de erro 490 (o sinal de erro ponderado 493, por exemplo) com base nestes parâmetros, o módulo de estimação de excitação 494 pode gerar o sinal de excitação 496, que é enviado ao filtro de síntese 484. Nesta abordagem, o índice de livro de código adaptativo, o ganho de livro de código adaptativo (um ganho de livro de código adaptativo quantificado, por exemplo), um índice de livro de código fixo e um ganho de livro de código fixo (um ganho de livro de código fixo quantificado, por exemplo) podem ser enviados a um decodificador como o sinal de excitação codificado 498.

[0073] O sinal de excitação codificado 498 pode ser um exemplo do sinal de excitação codificado 226 descrito acima em conexão com a Figura 2. Por conseguinte, o vetor de ponderação quantificado 441, o vetor de LSF quantificado 482, o sinal de excitação codificado 498 e/ou o indicador de modo de predição 481 podem ser incluídos no sinal de fala codificado 106 descrito acima em conexão com a Figura 1.

[0074] A Figura 5 é um diagrama que mostra um exemplo de quadros 503 ao longo do tempo 501. Cada quadro 503 é dividido em vários sub-quadros 505. No exemplo mostrado na Figura 1, o quadro anterior A 503a inclui 4 sub-quadro 505d, o quadro anterior B 503b inclui 4 sub-quadros 505e-h e o quadro atual C 503c inclui 4 sub-quadros 505i-l. Um quadro 503 típico pode ocupar um período de tempo de 20 msec e pode incluir 4 sub-quadros, embora possam ser utilizados quadros de comprimentos diferentes e/ou números diferentes de sub-quadros. Cada quadro pode ser denotado com um número de quadro correspondente, onde  $n$  denota o quadro atual (o quadro atual C 503c, por exemplo). Além disto, cada sub-quadro pode ser denotado com um número de sub-quadro  $k$  correspondente.

[0075] A Figura 5 pode ser utilizada para mostrar um exemplo de quantificação de LSFs em um codificador. Cada sub-quadro  $k$  no quadro  $n$  tem um vetor de LSF correspondente  $x^k_n$ ,  $k = \{1234\}$  para utilização nos filtros de análise e síntese. Um vetor de LSF de fim de quadro atual 527 (o último vetor de LSF de sub-quadro do  $n$ -ésimo quadro, por exemplo) é denotado como  $x^e_n$ , onde  $x^e_n = x^4_n$ . Um vetor de LSF de meio de quadro atual 525 (o vetor de LSF médio do  $n$ -ésimo quadro, por exemplo) é denotado como  $x^m_n$ . Um "vetor de LSF médio" é um vetor de LSF entre outros vetores de LSF (entre  $x^e_{n-1}$  e  $x^e_n$ , por exemplo) no tempo 501. Um exemplo de vetor de LSF de fim de quadro anterior 523 é mostrado na Figura 5 e é denotado como  $x^e_{n-1}$ , onde  $x^e_{n-1} = x^4_{n-1}$ . Conforme aqui utilizado, o termo "quadro anterior" pode referir-se a qualquer quadro antes do quadro atual (como, por exemplo,  $n-1$ ,  $n-2$ ,  $n-3$ , etc.). Por conseguinte, um "vetor de LSF de fim de quadro

anterior" pode ser um vetor de LSF final que corresponde a qualquer quadro antes do quadro atual. No exemplo mostrado na Figura 5, o vetor de LSF de fim de quadro anterior 523 corresponde ao último sub-quadro 505h do quadro anterior B 503b (o quadro  $n-1$ , por exemplo) que precede imediatamente o quadro atual C 503c (o quadro  $n$ , por exemplo).

[0076] Cada vetor de LSF é  $M$  dimensional, onde cada dimensão do vetor de LSF corresponde a uma única dimensão ou valor de LSF. Por exemplo,  $M$  é tipicamente 16 para fala de banda larga (fala amostrada a 16 kHz, por exemplo). A  $i$ -ésima do  $k$ -ésimo do sub-quadro do quadro  $n$  é denotado como  $x_{i,n}^k$ , onde  $i = \{1, 2, \dots, M\}$ .

[0077] No processo de quantificação do quadro  $n$ , o vetor de LSF final  $x_n^e$  pode ser quantificado primeiro. Esta quantificação pode ser ou não preditiva (nenhum vetor de LSF anterior  $x_{n-1}^e$  é utilizado no processo de quantificação, por exemplo) ou preditiva (o vetor de LSF anterior  $x_{n-1}^e$  é utilizado no processo de quantificação, por exemplo). Um vetor de LSF médio  $x_n^m$  pode ser então quantificado. Por exemplo, um codificador pode selecionar um vetor de ponderação de modo que  $x_{i,n}^m$  seja conforme apresentado na Equação (1).

$$x_{i,n}^m = w_{i,n} \cdot x_{i,n}^e + (1 - w_{i,n}) \cdot x_{i,n-1}^e \quad (1)$$

[0078] A  $i$ -ésima dimensão do vetor de ponderação  $w_n$  corresponde a um único peso e é denotada por  $w_{i,n}$ , onde  $i = \{1, 2, \dots, M\}$ . Deve-se observar também que  $w_{i,n}$  não é restrito. Em particular, se  $0 \leq w_{i,n} \leq 1$  levar à obtenção de um valor limitado por  $x_{i,n}^e$  e  $x_{i,n-1}^e$  e  $w_{i,n} < 0$  ou  $w_{i,n} > 1$ , o vetor de LSF médio resultante  $x_n^m$  pode estar fora da faixa

$[x_{i,n}^e \ x_{i,n-1}^e]$ . Um codificador pode determinar (selecionar, por exemplo) um vetor de ponderação  $w_n$  de modo que o vetor de LSF médio quantificado esteja mais próximo do vetor de LSF médio real no codificador com base em alguma medida de distorção, tal como o erro elevado ao quadrado médio (MSE) ou a distorção espectral de registro (LSD). No processo de quantificação, o codificador transmite os índices de quantificação do vetor de LSF final  $x_n^e$  e o índice do vetor de ponderação  $w_n$ , o que permite que o decodificador reconstrua  $x_n^e$  e  $x_n^m$ .

[0079] Os vetores de LSF de sub-quadro  $x_n^k$  são interpolados com base em  $x_{i,n-1}^e$ ,  $x_{in}^m$  e  $x_{i,n}^e$  utilizando-se os fatores de interpolação  $\alpha_k$  e  $\beta_k$  dados pela Equação (2).

$$x_n^k = \alpha_k \cdot x_n^e + \beta_k \cdot x_{n-1}^e + (1 - \alpha_k - \beta_k) \cdot x_n^m \quad (2)$$

Deve-se observar que  $\alpha_k$  e  $\beta_k$  são tais que  $0 \leq (\alpha_k, \beta_k) \leq 1$ . Os fatores de interpolação  $\alpha_k$  e  $\beta_k$  podem ser valores predeterminados conhecidos tanto do codificador quanto do decodificador.

[0080] A Figura 6 é um diagrama de fluxos que mostra uma configuração de um método 600 para codificar um sinal de fala por um codificador 404. Por exemplo, um aparelho eletrônico que inclui um codificador 404 pode executar o método 600. A Figura 6 mostra procedimentos de quantificação de LSFs para o quadro atual  $n$ .

[0081] O codificador 404 pode obter 602 um vetor de LSF final quantificado de quadro anterior. Por exemplo, o codificador 404 pode quantificar um vetor de LSF final que corresponde a um quadro anterior ( $x_{n-1}^e$ , por exemplo) pela seleção de um vetor de livro de código que está mais próximo

do vetor de LSF final que corresponde ao quadro anterior  $n - 1$ .

[0082] O codificador 404 pode quantificar 604 um vetor de LSF de fim de quadro atual ( $x_n^e$ , por exemplo). O codificador 404 quantifica 604 o vetor de LSF de fim de quadro atual com base no quadro anterior com base no vetor de LSF de fim de quadro anterior se for utilizada a quantificação de LSF preditiva. Entretanto, a quantificação 604 do vetor de LSF de quadro atual não é baseada no vetor de LSF de fim de quadro anterior se for utilizada a quantificação não preditiva para o vetor de LSF.

[0083] O codificador 404 pode quantificar 606 um vetor de LSF de meio de quadro atual ( $x_n^m$ , por exemplo) determinando um vetor de ponderação ( $w_n$ , por exemplo). Por exemplo, o codificador 404 pode selecionar um vetor de ponderação que resulte em um vetor de LSF médio quantificado que está mais próximo do vetor de LSF médio real. Conforme mostrado na Equação (1), o vetor de LSF médio quantificado pode ser baseado no vetor de ponderação, no vetor de LSF de fim de quadro anterior e no vetor de LSF de fim de quadro atual.

[0084] O codificador 404 pode enviar 608 um vetor de LSF de fim de quadro atual quantificado e o vetor de ponderação a um decodificador. Por exemplo, o codificador 404 pode enviar o vetor de LSF de fim de quadro atual e o vetor de ponderação a um transmissor em um aparelho eletrônico, que pode transmiti-los para um decodificador em outro aparelho eletrônico.

[0085] A Figura 7 é um diagrama que mostra um exemplo de determinação de vetor de LSF. A Figura 7 mostra

o quadro A anterior 703a (quadro  $n - 1$ , por exemplo) e o quadro atual B 703b (quadro  $n$ , por exemplo) ao longo do tempo 701. Neste exemplo, amostras de fala são ponderadas utilizando-se filtros de ponderação e são então utilizadas na determinação de vetor de LSF (computação, por exemplo). Em primeiro lugar, um filtro de ponderação no codificador 404 é utilizado para determinar 707 um vetor de LSF de fim de quadro anterior ( $x_{n-1}^e$ , por exemplo). Em segundo lugar, um filtro de ponderação no codificador 404 é utilizado para determinar 709 um vetor de LSF de fim de quadro atual ( $x_n^e$ , por exemplo). Em terceiro lugar, um filtro de ponderação no decodificador 404 é utilizado para determinar 711 (computar, por exemplo) um vetor de LSF de meio de quadro atual ( $x_n^m$ , por exemplo).

[0086] A Figura 8 inclui dois diagramas que mostram exemplos de interpolação e extrapolação de LSF. O eixo geométrico horizontal no exemplo A 821a mostra a frequência em Hz 819a e o eixo geométrico horizontal no exemplo B 821b mostra também a frequência em Hz 819b. Em particular, várias dimensões de LSF são representadas no domínio da frequência na Figura 8. Entretanto, deve-se observar que há várias maneiras de representar uma dimensão de LSF (como, por exemplo, frequência, ângulo, valor, etc.). Por conseguinte, os eixos geométricos horizontais 819-a-d no exemplo A 821a e no exemplo B 821b podem ser descritos em termos de outras unidades.

[0087] O exemplo A 821a mostra um caso de interpolação que considera uma primeira dimensão de um vetor de LSF. Conforme descrito acima, uma dimensão de LSF refere-se a uma única dimensão ou valor de LSF de um vetor de LSF.

Especificamente, o exemplo A 821a mostra uma dimensão de LSF de fim de quadro anterior 813a ( $x_{1,n-1}^e$ , por exemplo) a 500 Hz e uma dimensão de LSF de fim de quadro atual ( $x_{1,n}^e$ , por exemplo) 817a a 800 Hz. No exemplo A 821a, um primeiro peso (um primeira dimensão de um fator de ponderação  $w_n$  ou  $w_{1,n}$ , por exemplo) pode ser utilizado para quantificar e indicar uma dimensão de LSF média ( $x_{1,n}^m$ , por exemplo) 815a de um vetor de LSF de meio de quadro atual entre a dimensão de LSF de fim de quadro anterior ( $x_{1,n-1}^e$ , por exemplo) 813a e a dimensão de LSF de fim de quadro atual ( $x_{1,n}^e$ , por exemplo) 817a na frequência 819a. Por exemplo, se  $w_{1,n} = 0,5$ ,  $x_{1,n}^e = 800$  e  $x_{1,n-1}^e = 500$ , então

$$x_{1,n}^m = w_{1,n} \cdot x_{1,n}^e + (1 - w_{1,n}) \cdot x_{1,n-1}^e = 650$$

conforme mostrado no exemplo A 821a.

[0088] O exemplo B 821b mostra um caso de extrapolação que considera uma primeira dimensão de LSF de um vetor de LSF, especificamente, o exemplo B 821b mostra uma dimensão de LSF de fim de quadro anterior ( $x_{i,n-1}^e$ , por exemplo) 813b a 500 Hz e uma dimensão de LSF de fim de quadro atual ( $x_{1,n}^e$ , por exemplo) 817b a 800hz. No exemplo B 821b, um primeiro peso (uma primeira dimensão de um vetor de ponderação  $w_n$  ou  $w_{1,n}$ , por exemplo) pode ser utilizado para quantificar e indicar uma dimensão de LSF média ( $x_{1,n}^m$ , por exemplo) 815b de um vetor de LSF de meio de quadro atual que não está disposto entre a dimensão de LSF de fim de quadro anterior ( $x_{1,n-1}^e$ , por exemplo) 813b e a dimensão de LSF de quadro atual ( $x_{1,n}^e$ , por exemplo) 817b na frequência 819b. Conforme mostrado no exemplo B 821b, por exemplo se  $w_{1,n} = 2$   $x_{1,n}^e = 800$  e  $x_{1,n-1}^e = 500$ , então



$$x_{1,n}^m = [2 * x_{1,n}^e] + [(1-2) * x_{1,n-1}^e] \Rightarrow 2 \cdot 800 + (-1) \cdot 500 = 1100.$$

[0089] A Figura 9 é um diagrama de fluxos que mostra uma configuração de um método 900 para decodificar um sinal de fala codificado por um decodificador. Por exemplo, um aparelho eletrônico que inclui um decodificador pode executar o método 900.

[0090] O decodificador pode obter 902 um vetor de LSF de final desquantificado de quadro anterior ( $x_{n-1}^e$ , por exemplo). Por exemplo, o decodificador pode recuperar um vetor de LSF final desquantificado que corresponde ao quadro anterior que foi decodificado (ou estimado, no caso de uma supressão de quadro) anteriormente.

[0091] O decodificador pode desquantificar 904 um vetor de LSF de final de quadro atual ( $x_n^e$ , por exemplo). Por exemplo, o decodificador pode desquantificar 904 o vetor de LSF de fim de quadro atual buscando o vetor de LSF de quadro atual em um livro de código ou tabela com base em um índice de vetor de LSF recebido.

[0092] O codificador pode determinar 906 um vetor de LSF de meio de quadro atual ( $x_n^m$ , por exemplo) com base em um vetor de ponderação ( $w_n$ , por exemplo). Por exemplo, o decodificador pode receber o vetor de ponderação de um codificador. O decodificador pode em seguida determinar 906 o vetor de LSF de meio de quadro atual com base no vetor de LSF de fim de quadro anterior, no vetor de LSF de fim de quadro atual e no vetor de ponderação mostrado na Equação (1). Conforme descrito acima, cada vetor de LSF pode ter  $M$  ou dimensões de LSF (16 dimensões de LSF, por exemplo). Deve haver uma separação mínima entre duas ou mais das dimensões

de LSF no vetor de LSF de modo que o vetor de LSF seja estável. Entretanto, se houver várias dimensões de LSF agrupadas com apenas a separação mínima, então há uma probabilidade substancial de um vetor de LSF instável. Conforme descrito acima, o decodificador pode reordenar o vetor de LSF nos casos em que haja menos que a separação mínima entre duas ou mais das dimensões de LSF no vetor de LSF.

[0093] A abordagem descrita em conexão com as Figuras 4-9 para ponderação e interpolação e/ou extrapolação de vetores de LSF funciona bem em condições de canal limpas (sem supressões de quadros e/ou erros de transmissão). Entretanto, esta abordagem pode ter alguns problemas sérios quando uma ou mais supressões de quadros ocorrem. Um quadro suprimido é um quadro que não é recebido ou que é recebido incorretamente com erros por um decodificador. Por exemplo, um quadro é um quadro suprimido se o sinal de fala codificado que corresponde ao quadro não for recebido ou for recebido incorretamente com erros.

[0094] Um exemplo de supressão de quadro é dado em seguida com referência à Figura 5. Suponha-se que o quadro anterior B 503b seja um quadro suprimido (o quadro  $n-1$  é perdido, por exemplo). Neste exemplo, um decodificador

estima o vetor de LSF final perdido (denotado como  $\hat{x}_{n-1}^e$ ) e o vetor de LSF médio (denotado como  $\hat{x}_{n-1}^m$ ) com base no quadro anterior A 503a (quadro  $n-2$ , por exemplo). Suponha-se também que o quadro  $n$  seja recebido corretamente. O decodificador pode utilizar a Equação (1) para  $\hat{x}_{n-1}^e$  computar o

vetor de LSF de meio de quadro ao longo 525 com base em  $\hat{x}_{n-1}^e$  e  $x_{i,n}^e$ . No caso em que uma dimensão de LSF específica (dimensão  $j$ , por exemplo) de  $x_{i,n}^m$  é extrapolada, há uma probabilidade de que a dimensão de LSF seja colocada bem fora das frequências de dimensão de LSF utilizadas no processo de extrapolação ( $x_{i,n}^m > \max(x_{i,n-1}^e, x_{i,n}^e)$ , por exemplo) no codificador.

[0095] As dimensões de LSF em cada vetor de LSF podem ser ordenadas de modo a que  $x_{1,n}^m + \Delta \leq x_{2,n}^m + \Delta \leq \dots \leq x_{M,n}^m$  onde delta é uma separação mínima (separação de frequência, por exemplo) entre duas dimensões de LSF consecutivas. Conforme descrito acima, se uma determinada dimensão de LSF  $j$  (denotada como  $x_{j,n}^m$ , por exemplo) for extrapolada erroneamente de modo que seja significativamente maior que o valor correto, as dimensões de LSF subsequentes

$x_{j+1,n}^m, x_{j+2,n}^m$  podem ser recomputadas como  $x_{j,n}^m + \Delta, x_{j,n}^m + 2\Delta, \dots$ ,

, embora elas sejam computadas como  $x_{j+1,n}^m, x_{j+2,n}^m, \dots < x_{j,n}^m$  no decodificador. Por exemplo, embora as dimensões de LSF  $j$ ,  $j+1$ , etc., possam ser menores que a dimensão de LSF  $j$ , elas

podem ser recomputadas como sendo  $x_{j,n}^m + \Delta, x_{j,n}^m + 2\Delta, \dots$  devido à estrutura de ordenamento imposta. Isto cria um vetor de LSF que tem duas ou mais dimensões de LSF colocadas próximas umas das outras com a distância permitida mínima. Duas ou mais dimensões de LSF deparadas apenas pela separação mínima podem ser referidas como "dimensões de LSF agrupadas". As

dimensões de LSF agrupadas podem resultar em dimensões de LSF instáveis (dimensões de LSF de sub-quadro instáveis, por exemplo) e/ou vetores de LSF instáveis. As dimensões de LSF instáveis correspondem a coeficientes de um filtro de síntese que podem resultar em um artefato de fala.

[0096] Em sentido estrito, um filtro pode ser instável se ele tiver pelo menos um pólo no ou fora do círculo unitário. No contexto de codificação de fala e conforme aqui utilizados, os termos "instável" e "instabilidade" são utilizados em um sentido mais amplo. Uma "dimensão de LSF instável" é qualquer dimensão de LSF que corresponde a um coeficiente de um filtro de síntese que pode resultar em um artefato de fala. Por exemplo, as dimensões de LSF instáveis podem não corresponder necessariamente a pólos no ou fora do círculo unitário, mas podem ser "instáveis" se seus valores estiverem próximos demais uns dos outros. Isto é porque dimensões de LSF que são colocadas próximas demais umas das outras podem especificar pólos em um filtro de síntese que tem respostas de filtro altamente ressonantes em algumas frequências que produzem artefatos de fala. Por exemplo, uma dimensão de LSF quantificada instável pode especificar uma colocação de pólos para um filtro de síntese que pode resultar em um aumento de energia indesejável. Tipicamente, a separação de dimensões de LSF pode ser mantida a aproximadamente  $0,01 \cdot \pi$  para dimensões de LSF representadas em termos de ângulos entre 0 e  $\pi$ . Conforme aqui utilizado, um "vetor de LSF instável" é um vetor que inclui uma ou mais dimensões de LSF instáveis. Além disto, um "filtro de síntese instável" é um filtro de síntese com um ou mais coeficientes (pólos, por

exemplo) que correspondem a uma ou mais dimensões de LSF instáveis.

[0097] A Figura 10 é um diagrama que mostra um exemplo de dimensões de LSF agrupadas 1029. As dimensões de LSF são mostradas na frequência 1019 em Hz, embora se deva observar que as dimensões LSF podem ser caracterizadas alternativamente em outras unidades. As dimensões de LSF ( $x_{1,n}^m$  1031a,  $x_{2,n}^m$  1031b,  $x_{3,n}^m$  1031c, por exemplo) são exemplos de LSF incluídas em um vetor de LSF de meio de quadro atual após estimação e reordenamento. Em um quadro suprimido anterior, por exemplo, um decodificador estima a primeira dimensão de LSF do vetor de LSF de fim de quadro anterior ( $x_{1,n-1}^e$ , por exemplo), que é provavelmente incorreta. Neste caso, a primeira dimensão de LSF do vetor de LSF de meio de quadro atual ( $x_{1,n}^m$  1031a, por exemplo) é também provavelmente incorreta.

[0098] O decodificador pode tentar reordenar a dimensão de LSF seguinte do vetor de LSF de meio de quadro atual ( $x_{2,n}^m$  1031b, por exemplo). Conforme descrito acima, pode ser necessário que cada dimensão de LSF sucessiva em um vetor de LSF seja maior que o elemento anterior. Por exemplo,  $x_{2,n}^m$  1031b deve ser maior que  $x_{1,n}^m$  1031a. Assim, um decodificador pode colocá-la com uma separação mínima ( $\Delta$ , por exemplo) de  $x_{1,n}^m$  1031a. Mais especificamente,  $x_{2,n}^m = x_{1,n}^m + \Delta$ . Por conseguinte, pode haver várias dimensões de LSF ( $x_{1,n}^m$  1031a,  $x_{2,n}^m$  1031b e  $x_{3,n}^m$  1031c, por exemplo) com a separação mínima ( $\Delta = 100$  Hz, por exemplo) conforme mostrado na Figura 10. Assim  $x_{1,n}^m$  1031a,  $x_{2,n}^m$  1031b e  $x_{3,n}^m$  1031c são um exemplo de dimensões de LSF agrupadas 1029. As dimensões de LSF agrupadas podem resultar em um filtro de síntese

instável, que por sua vez pode produzir artefatos de fala na fala sintetizada.

[0099] A Figura 11 é um gráfico que mostra um exemplo de artefatos 1135 devidos a dimensões de LSF agrupadas. Mais especificamente, o gráfico mostra um exemplo de artefatos 1135 em um sinal de fala decodificado (fala sintetizada, por exemplo) que resultam da aplicação de dimensões de LSF agrupadas a um filtro de síntese. O eixo geométrico horizontal do gráfico é mostrado no tempo 1101 (segundos, por exemplo), e o eixo geométrico vertical do gráfico é mostrado na amplitude 1133 (um número, um valor, por exemplo). A amplitude 1133 pode ser um número representado em bits. Em gases configurações, 16 bits podem ser utilizados para representar amostras de um sinal de fala que varia na faixa de valor entre -32768 e 32767, o que corresponde a uma faixa (um valor entre -1 e +1 no ponto flutuante, por exemplo. Deve-se observar que a amplitude 1133 pode ser representada de maneira diferente com base na implementação. Em alguns exemplos, o valor da amplitude 1133 pode corresponder a um sinal eletromagnético caracterizado por tensão (em volts) e/ou corrente (em amps).

[0100] A interpolação e/ou extrapolação de vetor de LSF entre vetores de LSF de quadro atuais e anteriores em uma base de sub-quadro são conhecidas em sistemas de codificação de fala. Em condições de quadro suprimido descritas em conexão com as Figuras 10 e 11, esquemas de interpolação e/ou extrapolação de LSFs podem gerar vetores de LSF instáveis para determinados sub-quadros, o que pode resultar em artefatos incômodos na fala sintetizada. Os artefatos ocorrem mais frequentemente quando técnicas de

quantificação preditiva além de técnicas não preditivas são utilizadas para quantificação de LSFs.

[0101] A utilização de um número maior de bits para proteção contra erros e a utilização de quantificação não preditiva para evitar propagação de erros são maneiras comuns de resolver o problema. Entretanto, a introdução de bits adicionais não é possível em codificadores com restrição de bits e a utilização de quantificação não preditiva pode reduzir a qualidade de fala em condições de canal limpas (sem quadros suprimidos, por exemplo).

[0102] Os sistemas e métodos aqui revelados podem ser utilizados para atenuar a instabilidade potencial de quadro. Por exemplo, algumas configurações dos sistemas e métodos aqui revelados podem ser aplicadas para atenuar os artefatos de codificação de fala devidos à instabilidade de quadros resultante da quantificação preditiva e da interpolação e extrapolação inter-quadro de vetores de LSF em um canal não emparelhado.

[0103] A Figura 12 é um diagrama de blocos que mostra uma configuração de um aparelho eletrônico 1237 configurado para atenuar instabilidade potencial de quadros. O aparelho eletrônico 1237 inclui um decodificador 1208. Um ou mais dos decodificadores descritos acima podem ser implementados de acordo com o decodificador 1208 descrito em conexão com a Figura 12. O aparelho eletrônico 1237 inclui também um detector de quadros suprimidos 1243. O detector de quadros suprimidos 1243 pode ser implementado separadamente do decodificador 1208 ou pode ser implementado no decodificador 1208. O detector de quadros suprimidos 1243 detecta um quadro suprimido (um quadro que não é recebido ou

é recebido com erros, por exemplo) e pode fornecer um indicar de quadro suprimido 1267 quando um quadro suprimido é detectado. Por exemplo, o detector de quadros suprimidos 1243 pode detectar um quadro suprimido com base em um ou mais de uma função de acha, soma de verificação, código de repetição, bit(s) de paridade, verificação de redundância cíclica (CRC), etc. Deve-se observar que um ou mais dos componentes incluídos no aparelho eletrônico 1237 e/ou no decodificador 1208 podem ser implementados em hardware (conjunto de circuitos, por exemplo), software ou uma combinação de ambos. Uma ou mais das linhas ou setas mostradas nos diagramas de blocos aqui apresentado podem indicar acoplamentos (conexões, por exemplo) entre componentes ou elementos.

[0104] O decodificador 1208 produz um sinal de fala decodificado 1259 (um sinal de fala sintetizado, por exemplo) com base em parâmetros recebidos. Exemplos dos parâmetros recebidos incluem vetores de LSF quantificados 1282, vetores de ponderação quantificados 1241, um indicador de modo de predição 1281 e um sinal de excitação codificado 1298. O decodificador 1208 inclui um ou mais do quantificador inverso A 1245, de um módulo de interpolação 1249, de uma transformada de coeficiente inversa 1253, de um filtro de síntese 1257, de um módulo de determinação de parâmetros de quadro 1261, de um módulo de substituição de valores de ponderação 1265, de um módulo de determinação de estabilidade 1269 e de um quantificador inverso B 1273.

[0105] O decodificador 1208 recebe vetores de LSF quantificados 1282 (LSFs, LSPs, ISFs, ISPs, coeficientes PARCOR, coeficientes de reflexão ou valores de relação



registro-área quantificados, por exemplo) e vetores de ponderação quantificados 1241. Os vetores de LSF quantificados 1282 podem corresponder a um subconjunto de sub-quadros. Por exemplo, os vetores de LSF quantificados 1282 podem incluir apenas vetores de LSF finais quantificados que correspondem ao último sub-quadro de cada quadro. Em algumas configurações, os vetores de LSF quantificados 1282 podem ser índices que correspondem a uma tabela de busca ou livro de código. Além disto, ou alternativamente, os vetores de ponderação quantificados 1241 podem ser índices que correspondem a uma tabela de busca ou livro de código.

[0106] O aparelho eletrônico 1237 e/ou o decodificador 1208 podem receber o indicador de modo de predição 1281 de um codificador. Conforme descrito acima, o indicador de modo de predição 1281 indica um modo de predição para cada quadro. Por exemplo, o indicador de modo de predição 1281 pode indicar um de dois ou mais modos de predição para um quadro. Mais especificamente, o indicador de modo de predição 1281 pode indicar se a quantificação preditiva ou q quantificação não preditiva é utilizada.

[0107] Quando um quadro é recebido corretamente, o quantificador inverso A 1245 desquantifica os vetores de LSF quantificados 1282 recebidos de modo a produzir vetores de LSF desquantificados 1247. Por exemplo, o quantificador inverso A 1245 pode procurar vetores de LSF desquantificados 1247 com base em índices (os vetores de LSF quantificados 1282, por exemplo) que correspondem a uma tabela de busca ou livro de código. A desquantificação dos vetores de LSF quantificados 1282 pode ser também baseada no indicador de modo de predição 1281. Os vetores de LSF desquantificados

1247 podem corresponder a um sub-conjunto de sub-quadros (vetores de LSF finais  $x_n^e$  que correspondem a último sub-quadro de cada quadro, por exemplo). Além disto, o quantificador inverso A 1245 desquantifica os vetores de ponderação quantificados 1241 de modo a produzir vetores de ponderação desquantificados 1239. Por exemplo, o quantificador inverso A 1245 pode procurar vetores de ponderação desquantificados 1239 com base em índices (os vetores de ponderação quantificados 1241, por exemplo) que correspondem a uma tabela de busca ou livro de código.

[0108] Quando um quadro é um quadro suprimido, o detector de quadros suprimidos 1243 pode enviar um indicador de quadros suprimidos ao quantificador inverso A 1245 de quadros suprimidos 1267. Quando um quadro suprimido ocorre, um ou mais vetores de LSF quantificados 1282 e um ou mais vetores de ponderação quantificados 1241 podem não ser recebidos ou podem conter erros. Neste caso, o quantificador inverso A 1245 pode estimar um ou mais vetores de LSF desquantificados 1247 (um vetor de LSF final do quadro suprimido  $\hat{x}_n^e$ , por exemplo) com base em um ou mais vetores de LSF de um quadro anterior (um quadro antes do quadro suprimido, por exemplo). Além disto, ou alternativamente, o quantificador inverso A 1245 pode estimar um ou mais vetores de ponderação desquantificados 1239 quando ocorre um quadro suprimido.

[0109] Os vetores de LSF desquantificados 1247 (vetores de LSF finais, por exemplo) podem ser enviados ao módulo de determinação de parâmetros de quadro 1261 e ao módulo de interpolação 1249. Além disto, um ou mais vetores

de ponderação desquantificados 1239 podem ser enviados ao módulo de determinação de parâmetros de quadro 1261. O módulo de determinação de parâmetros de quadro 1261 obtém quadros. Por exemplo, o módulo de determinação de parâmetros de quadro 1261 pode obter um quadro suprimido (um vetor de ponderação desquantificado estimado 1239 e um vetor de LSF desquantificado estimado 1247 que correspondem a um quadro suprimido, por exemplo). O módulo de determinação de parâmetros de quadro 1261 pode obter também um quadro (um quadro recebido corretamente, por exemplo) depois de um quadro suprimido. Por exemplo, o módulo de determinação de parâmetros de quadro 1261 pode obter um vetor de ponderação desquantificado 1239 e um vetor de LSF desquantificado 1247 que correspondem a um quadro recebido corretamente depois de um quadro suprimido.

[0110] O módulo de determinação de parâmetros de quadro 1261 determina o parâmetro de quadro A 1263a com base nos vetores de LSF desquantificados 1247 e em um vetor de ponderação desquantificado 1239. Um exemplo do parâmetro de quadro A 1263a é um vetor de LSF médio ( $x^m_n$ , por exemplo). Por exemplo, o módulo de determinação de parâmetros de quadro pode aplicar um vetor de ponderação recebido (um vetor de ponderação desquantificado 1239, por exemplo) de modo a gerar um vetor de LSF de meio de quadro atual. Por exemplo, o módulo de determinação de parâmetros de quadro 1261 pode determinar um vetor de LSF de meio de quadro atual  $x^m_n$  com base em um vetor de LSF de fim de quadro atual  $x^e_n$ , em um vetor de LSF de fim de quadro anterior  $x^e_{n-1}$  e em um vetor de ponderação de quadro atual  $w_n$  de acordo com a Equação (1). Outros exemplos do parâmetro de quadro A 1263a incluem

vetores de LSP e vetores de ISP. Por exemplo, o parâmetro de quadro A 1263a pode ser qualquer parâmetro que seja estimado com base em dois parâmetros de sub-quadro final.

[0111] Em algumas configurações, o módulo de determinação de parâmetros de quadro 1261 pode determinar se um parâmetro de quadro (um vetor de LSF de meio de quadro atual  $x_{m,n}^m$ , por exemplo) está ordenado de acordo com uma regra antes de qualquer reordenamento. Em um exemplo, este parâmetro de quadro é um vetor de LSF de meio de quadro atual  $x_{m,n}^m$  e a regra pode ser que cada dimensão de LSF no vetor de LSF médio  $x_{m,n}^m$  seja uma ordem crescente com pelo menos uma separação mínima entre cada par de dimensões de LSF. Neste exemplo, o módulo de determinação de parâmetros de quadro 1261 pode determinar se cada dimensão de LSF no vetor de LSF médio  $x_{m,n}^m$  está em ordem crescente com pelo menos uma separação mínima entre cada par de dimensões de LSF. Por exemplo, o módulo de determinação de parâmetros de quadro 1261 pode

determinar se  $x_{1,n}^m + \Delta \leq x_{2,n}^m + \Delta \leq \dots \leq x_{M,n}^m$  é verdadeiro.

[0112] Em algumas configurações, o módulo de determinação de parâmetros de quadro 1261 pode enviar um indicador de ordenamento 1262 ao módulo de determinação de estabilidade 1269. O indicador de ordenamento 1262 indica se as dimensões de LSF (no vetor de LSF médio  $x_{m,n}^m$ , por exemplo) estavam fora de ordem ou se não estavam separadas por mais da separação mínima  $\Delta$  antes de qualquer reordenamento.

[0113] O módulo de determinação de parâmetros de quadro 1261 pode reordenar um vetor de LSF em alguns casos. Por exemplo, se o módulo de determinação de parâmetros de quadro 1261 determinar que as dimensões de LSF incluídas no

vetor de LSF de meio de quadro atual  $x_{m,n}^m$  não estão em ordem crescente e/ou estas dimensões de LSF não têm pelo menos uma separação mínima entre cada par de dimensões de LSF, o módulo de determinação de parâmetros de quadro 1261 pode reordenar as dimensões de LSF. Por exemplo, o módulo de determinação de parâmetros de quadro 1261 pode reordenar as dimensões de LSF no vetor de LSF de meio de quadro atual  $x_{m,n}^m$  de modo que

$$x_{j+1,n}^m = x_{j,n}^m + \Delta$$

para cada dimensão de LSF que não

satisfação os critérios  $x_{j,n}^m + \Delta < x_{j+1,n}^m$ . Em outras palavras, o módulo de determinação de parâmetros de quadro 1261 pode adicionar  $\Delta$  a uma dimensão de LSF de modo a obter uma parte para a dimensão de LSF seguinte, se a dimensão LSF seguinte não estivesse separada pelo menos por  $\Delta$ . Além disto, isto só pode ser feito para dimensões de LSF que não são separadas pela separação mínima  $\Delta$ . Conforme descrito acima, este reordenamento pode resultar em dimensões de LSF agrupadas no vetor de LSF médio  $x_{m,n}^m$ . Por conseguinte, o parâmetro de quadro A 1263a pode ser um vetor de LSF reordenado (o vetor de LSF médio  $x_{m,n}^m$ , por exemplo) em alguns casos (para um ou mais quadros depois de um quadro suprimido, por exemplo).

[0114] Em algumas configurações, o módulo de determinação de parâmetros de quadro 1261 pode ser implementado como parte do quantificador inverso A 1245. Por exemplo, a determinação de um vetor de LSF médio com base nos vetores de LSF desquantificados 1247 e em um vetor de ponderação desquantificado 1239 pode ser considerada parte de um procedimento de desquantificação. O apresentar de quadro A 1263a pode ser enviado ao módulo de substituição de

valores de ponderação 1265 e opcionalmente ao módulo de determinação de estabilidade 1269.

[0115] O módulo de determinação de estabilidade 1269 pode determinar se um quadro é potencialmente instável. O módulo de determinação de estabilidade 1269 pode enviar um indicador de instabilidade 1271 ao módulo de substituição de valores de ponderação 1265 quando o módulo de determinação de estabilidade 1269 determinar que o quadro atual é potencialmente instável. Em outras palavras, o indicador de instabilidade 1271 indica que o quadro atual é potencialmente instável.

[0116] Um quadro potencialmente instável é um quadro com uma ou mais características que indicam o risco de se produzir um artefato de fala. Exemplos de características que indicam o risco de se produzir um artefato de fala podem incluir quando um quadro está dentro de um ou mais quadros depois de um quadro suprimido, se qualquer quadro entre o quadro e um quadro suprimido utiliza quantificação preditiva (ou não preditiva) e/ou se um parâmetro de quadro é ordenado de acordo com uma regra antes de qualquer reordenamento. Um quadro potencialmente instável pode corresponder a (pode incluir, por exemplo) um ou mais vetores de LSF instáveis. Deve-se observar que um quadro potencialmente instável pode ser realmente instável em alguns casos. Entretanto, pode ser difícil determinar se um quadro é certamente estável ou certamente instável sem sintetizar o quadro inteiro. Por conseguinte, os sistemas e métodos aqui revelados podem tomar uma providência corretiva para atenuar quadros potencialmente instáveis. Um benefício dos sistemas e métodos aqui revelados é a detecção de quadros

potencialmente instáveis sem a sintetização do quadro inteiro. Isto pode reduzir a quantidade de processamento e/ou latência necessária para detectar e/ou atenuar artefatos de fala.

[0117] Em uma primeira abordagem, o módulo de determinação de estabilidade 1269 determina se o quadro atual (o quadro  $n$ , por exemplo) é potencialmente instável com base em se o quadro atual está dentro de um número de limite de quadros depois de um quadro suprimido e se qualquer quadro entre um quadro suprimido e o quadro atual utiliza quantificação preditiva (ou não preditiva). O quadro atual pode ser recebido corretamente. Nesta abordagem, o módulo de determinação de estabilidade 1269 determina que um quadro é potencialmente instável se o quadro atual for recebido dentro de um número de limite de quadros depois de um quadro suprimido e se nenhum quadro entre o quadro atual e o quadro suprimido (se existente) utiliza quantificação não preditiva.

[0118] O número de quadros entre o quadro suprimido e o quadro atual pode ser determinado com base no indicador de quadros suprimidos 1267. Por exemplo, o módulo de determinação de estabilidade 1269 pode manter um contador que é incrementado para cada quadro depois de um quadro suprimido. Em uma configuração, o número de limite de quadros depois do quadro suprimido pode ser 1. Nesta configuração, o quadro seguinte depois de um quadro suprimido é sempre considerado como sendo potencialmente instável. Por exemplo, se o quadro atual for o quadro seguinte depois de um quadro suprimido (consequentemente, não há quadro que utilize quantificação não preditiva entre o quadro atual e o quadro

suprimido), então o módulo de determinação de estabilidade 1269 determina que o quadro atual é potencialmente instável. Neste caso, o módulo de determinação de estabilidade 1269 fornece um indicador de instabilidade 1271, que indica que o quadro atual é potencialmente instável.

[0119] Em outras configurações, o número de limite de quadros depois do quadro suprimido pode ser maior que 1. Nestas configurações, o módulo de determinação de estabilidade 1269 pode determinar se há um quadro que utiliza quantificação não preditiva entre o quadro atual e o quadro suprimido com base no indicador de modo de predição 1281. Por exemplo, o indicador de modo de predição 1281 pode indicar se a quantificação preditiva ou não preditiva é utilizada para cada quadro. Se houver um quadro entre o quadro atual e o quadro suprimido que utilize quantificação não preditiva, o módulo de determinação de estabilidade pode determinar que o quadro atual é estável (potencialmente não instável, por exemplo). Neste caso, o módulo de determinação de estabilidade pode não indicar que o quadro atual é potencialmente instável.

[0120] Em uma segunda abordagem, o módulo de determinação de estabilidade 1269 determina se o quadro atual (o quadro  $n$ , por exemplo) é potencialmente instável com base em se o quadro atual é recebido depois de um quadro suprimido, se o parâmetro de quadro A 1263a foi ordenado de acordo com uma regra antes de qualquer reordenamento e se qualquer quadro entre o quadro suprimido e o quadro atual utiliza quantificação não preditiva. Nesta abordagem, o módulo de determinação de estabilidade 1269 determina se um quadro é potencialmente instável se o quadro atual for obtido



depois de um quadro suprimido, se o parâmetro de quadro A 1263a não foi ordenado de acordo com uma regra antes de qualquer reordenamento e se nenhum quadro entre o quadro atual e o quadro suprimido (se existente) utiliza quantificação não preditiva.

[0121] Se o quadro é recebido depois do quadro suprimido pode ser determinado com base em um indicador de quadros suprimidos 1267. Se qualquer quadro entre um quadro suprimido e o quadro atual utiliza quantificação não preditiva pode ser determinado com base no indicador de modo de predição, conforme descrito acima. Por exemplo, se o quadro atual for qualquer número de quadros depois de um quadro suprimido, se não houver nenhum quadro que utilize quantificação não preditiva entre o quadro atual e o quadro suprimido, e se o parâmetro de quadro A 1263a não tiver sido ordenado de acordo com uma regra antes de qualquer reordenamento, então o módulo de determinação de estabilidade 1269 determina que o quadro atual é potencialmente instável. Neste caso, o módulo de determinação de estabilidade 1269 fornece um indicador de instabilidade 1271 que indica que o quadro atual é potencialmente instável.

[0122] Em algumas configurações, o módulo de determinação de estabilidade 1269 pode obter o indicador de ordenamento 1262 do módulo de determinação de parâmetro de quadro 1261, que indica se o parâmetro de quadro A 1263a (um vetor de LSF de meio de quadro atual  $x_n^m$ , por exemplo) foi ordenado de acordo com uma regra antes de qualquer reordenamento. Por exemplo, o indicador de ordenamento 1262 pode indicar se as dimensões de LSF (no vetor de LSF médio

$x_n^m$ , por exemplo) estavam fora de ordem ou se não foram separadas por pelo menos a separação mínima  $\Delta$  antes de qualquer reordenamento.

[0123] Uma combinação da primeiro e segundo abordagens pode ser implementada em algumas configurações. Por exemplo, a primeira abordagem pode ser aplicada para o primeiro quadro depois de um quadro suprimido, enquanto a segunda abordagem pode ser aplicada para quadros subsequentes. Nesta codificação, um ou mais dos quadros subsequentes podem ser indicados como potencialmente instáveis com base na segunda abordagem. Outras abordagens à determinação de instabilidade potencial podem ser baseadas na variação de energia de uma resposta ao impulso de filtros de síntese com base nos vetores de LSF e/ou em variações de energia que correspondem a bandas de frequência diferentes de filtros de síntese com base nos vetores de LSF.

[0124] Quando nenhuma instabilidade potencial é indicada (quando o quadro atual é estável, por exemplo), o módulo de substituição de valores de ponderação 1265 envia ou passa o parâmetro de quadro A 1263a como parâmetro de quadro B 1263 para o módulo de interpolação 1249. Em um exemplo, o parâmetro de quadro A 1293a é um vetor de LSF de meio de quadro atual  $x_n^m$  que é baseado no vetor de LSF de fim de quadro atual  $x_n^e$ , no vetor de LSF de fim de quadro anterior  $x_{n-1}^e$  e no vetor de ponderação de quadro atual  $w_n$  recebido. Quando nenhuma instabilidade potencial é indicada, pode-se supor que o vetor de LSF de meio de quadro atual  $x_n^m$  é estável e pode ser enviado ao módulo de interpolação 1249.

[0125] Se o quadro atual for potencialmente instável, o módulo de substituição de valores de ponderação

1265 aplica um valor de ponderação substituto de modo a gerar um parâmetro de quadro estável (um vetor de LSF de meio de quadro atual substituto  $x^m_n$ , por exemplo). Um "parâmetro de quadro estável" é um parâmetro que não causará artefatos de fala. O valor de ponderação substituto pode ser um valor predeterminado que assegura um parâmetro de quadro estável (o parâmetro de quadro B 1263b, por exemplo). O valor de ponderação substituto pode ser aplicado em vez de um vetor de ponderação desquantificado (recebido e/ou estimado) 1239. Mais especificamente, o módulo de substituição de valores de ponderação 1265 aplica um valor de ponderação substituto aos vetores de LSF desquantificados 1247 de modo a gerar um parâmetro de quadro estável B 1263b quando o indicador de instabilidade 1271 indica que o quadro atual é potencialmente instável. Neste caso, o parâmetro de quadro A 1263a e o vetor de ponderação desquantificado de quadro atual 1239 podem ser descartados. Por conseguinte, o módulo de substituição de valores de ponderação 1265 gera um parâmetro de quadro B 1263b que substitui o parâmetro de quadro A 1263a quando o quadro atual for potencialmente instável.

[0126] Por exemplo, o módulo de substituição de valores de ponderação 1265 pode aplicar um valor de ponderação substituto  $w^{substitute}$  de modo a gerar um vetor de LSF de meio de quadro atual substituto (estável)  $x^m_n$ . Por exemplo, o módulo de substituição de valores de ponderação 1265 pode aplicar o valor de ponderação substituto ao vetor de LSF de fim de quadro atual e um vetor de LSF de fim de quadro anterior. Em algumas configurações, o valor de ponderação substituto  $w^{substitute}$  pode ser um valor escalar entre 0 e 1. Por exemplo, o valor de ponderação substituto

$w^{substitute}$  pode funcionar como um valor de ponderação substituto (com  $M$  dimensões, por exemplo) onde todos os valores são iguais a  $w^{substitute}$ , onde  $0 \leq w^{substitute} \leq 1$  (ou  $0 < w^{substitute} < 1$ ). Assim, um vetor de LSF de meio de quadro atual substituto (estável)  $x_n^m$  pode ser gerado ou determinado com a Equação (3).

$$x_n^m = w^{substitute} \cdot x_n^e + (1 - w^{substitute}) \cdot x_{n-1}^e \quad (3)$$

A utilização de um  $w^{substitute}$  entre 0 e 1 assegura que o vetor de LSF de meio de quadro atual substituto resultante  $x_n^m$  seja estável se os vetores de LSF finais subjacentes  $x_n^e$  e  $x_{n-1}^e$  forem estáveis. Neste caso, o vetor de LSF de meio de quadro atual substituto é um exemplo de parâmetro de quadro estável, uma vez que a aplicação de coeficientes 1255 que correspondem ao vetor de LSF de meio de quadro atual substituto a um filtro de síntese 1257 não provocará artefatos de fala no sinal de fala decodificado 1259. Em algumas configurações,  $w^{substitute}$  pode ser selecionado como 0,6, o que dá ligeiramente mais peso ao vetor de LSF de fim de quadro atual ( $x_n^e$ , por exemplo) comparado ao vetor de LSF de fim de quadro anterior ( $x_{n-1}^e$ , por exemplo) que corresponde ao quadro suprimido.

[0127] Em configurações alternativas, o valor de ponderação substituto pode ser um valor de ponderação

substituto  $w^{substitute}$  que inclui pesos individuais  $w_{i,n}^{substitute}$ , onde  $i = \{1, 2, \dots, M\}$  e  $n$  denota o quadro atual. Nestas

configurações, cada peso  $w_{i,n}^{substitute}$  está entre 0 e 1 e todos os pesos podem não ser os mesmos. Nestas configurações, o

valor de ponderação substituto (o valor de ponderação substituto  $w^{substitute}$ , por exemplo) pode ser aplicado conforme apresentado na Equação (4).

$$x_{i,n}^m = w_{i,n}^{substitute} \cdot x_{i,n}^e + (1 - w_{i,n}^{substitute}) \cdot x_{i,n-1}^e \quad (4)$$

[0128] Em algumas configurações, o valor de ponderação substituto pode ser estático. Em outros configurações, o módulo de substituição de valores de ponderação 1265 pode selecionar um valor de ponderação substituto com base no quadro anterior e no quadro atual. Por exemplo, valores de ponderação substitutos diferentes podem ser selecionados com base na classificação (como, por exemplo, vocalizado, não vocalizado, etc.) de dois quadros (o quadro anterior e o quadro atual, por exemplo). Além disto, ou alternativamente, valores de ponderação substitutos diferentes podem ser selecionados com base em uma ou mais diferenças de LSF entre dois quadros (diferença nas energias de resposta ao impulso do filtro de LSF, por exemplo).

[0129] Os vetores de LSF desquantificados 1247 e o parâmetro de quadro B 1263b podem ser enviados ao módulo de interpolação 1249. O módulo de interpolação 1249 interpola os vetores de LSF desquantificados 1247 e o parâmetro de quadro B 1263b de modo a gerar vetores de LSF de sub-quadro (vetores de LSF de sub-quadro  $x_n^k$  para o quadro atual, por exemplo).

[0130] E um exemplo, o parâmetro de quadro B 1263 é o vetor de LSF de meio de quadro atual  $x_n^m$  e os vetores de LSF desquantificados 1247 incluem o LSF de fim de quadro anterior  $x_{n-1}^e$  e o vetor de LSF de fim de quadro atual  $x_n^e$ .

Por exemplo, os módulo de interpolação 1249 pode interpolar os vetores de LSF de sub-quadro  $x_n^k$  com base em  $x_{i,n-1}^e$ ,  $x_{i,n}^m$  e  $x_{i,n}^e$  utilizando-se os fatores de interpolação  $\alpha_k$  e  $\beta_k$  de

$$x_n^k = \alpha_k \cdot x_n^e + \beta_k \cdot x_{n-1}^e + (1 - \alpha_k - \beta_k) \cdot x_n^m.$$

acordo com a Equação Os fatores de interpolação  $\alpha_k$  e  $\beta_k$  podem ser valores predeterminados de modo que  $0 \leq (\alpha_k, \beta_k) \leq 1$ . Aqui  $k$  é um número de quadros inteiro, onde  $1 \leq k \leq K - 1$ , onde  $K$  é um número total de sub-quadros no quadro atual. O módulo de interpolação 1249, por conseguinte, interpola vetores de LSF que correspondem a cada sub-quadro no quadro atual. Em algumas configurações,  $\alpha_k = 1$  e  $\beta_k = 0$  para o vetor de LSF de fim de quadro atual  $x_n^e$ .

[0131] O módulo de interpolação 1249 envia vetores de LSF 1251 à transformada de coeficiente inversa 1253. A transformada de coeficiente inversa 1253 transforma os vetores de LSF 1251 em coeficientes 1255 (coeficientes de filtro para um filtro de síntese  $1/A(z)$ , por exemplo). Os coeficientes 1255 são enviados ao filtro de síntese 1257.

[0132] O quantificador inverso 1273 recebe de desquantifica um sinal de excitação codificado 1298 de modo a produzir um sinal de excitação 1275. Em um exemplo, o sinal de excitação codificado 1298 pode incluir um índice de livro de código fixo, um ganho de livro de código fixo quantificado, um índice de livro de código adaptativo e um ganho de livro de código adaptativo quantificado. Neste exemplo, o quantificador inverso B 1273 procura uma entrada de livro de código fixa (vetor, por exemplo) com base no índice de livro de código fixo e aplica um ganho de livro de código fixo desquantificado à entrada de livro de código

fixa de modo a obter uma contribuição de livro de código fixa. Além disto, o quantificador inverso B 1273 procura uma entrada de livro de código adaptativa com base no índice de livro de código adaptativo e aplica um ganho de livro de código adaptativo desquantificado à entrada de livro de código adaptativa de modo a obter uma contribuição de livro de código adaptativa. O quantificador inverso B 1273 pode somar então a contribuição de livro de código fixa e a contribuição de livro de código adaptativa de modo a produzir o sinal de excitação 1275.

[0133] O filtro de síntese 1257 filtra o sinal de excitação 1275 de acordo com os coeficientes 1255 de modo a produzir um sinal de fala decodificado 1259. Por exemplo, os pólos do filtro de síntese 1257 podem ser configurados de acordo com os coeficientes 1255. O sinal de excitação 1275 é então levado a passar através do filtro de síntese 1257 de modo a se produzir o sinal de fala decodificado 1259 (um sinal de fala sintetizado, por exemplo).

[0134] A Figura 13 é um diagrama de fluxos que mostra uma configuração de um método 1300 para atenuar instabilidade potencial de quadros. Um aparelho eletrônico 1237 pode obter 1302 um quadro depois (subsequente no tempo a, por exemplo) de um quadro suprimido. Por exemplo, o aparelho eletrônico 1237 pode detectar um quadro suprimido com base em um ou mais de uma função de hash, soma de verificação, código de repetição, bit(s) de paridade, verificação de redundância cíclica (CRC), etc. O aparelho eletrônico 1237 pode em seguida obter 1302 um quadro depois do quadro suprimido. O quadro obtido 1302 pode ser o quadro seguinte depois do quadro suprimido ou pode ser qualquer

número de quadros depois do quadro suprimido. O quadro obtido 1302 pode ser um quadro recebido corretamente.

[0135] A aparelho eletrônico 1237 pode determinar 1304 se o quadro é potencialmente instável. Em algumas configurações, a determinação 1304 de se o quadro é potencialmente instável é baseada em se um parâmetro de quadro (um vetor de LSF de meio de quadro atual, por exemplo) está ordenado de acordo com uma regra antes de qualquer reordenamento (antes do reordenamento, se existente, por exemplo). Além disto, ou alternativamente, a determinação 1304 de se o quadro é potencialmente instável pode ser baseada de se o quadro (o quadro atual, por exemplo) está dentro de um número de limite de quadros desde o quadro suprimido. Além disto, ou alternativamente, a determinação 1304 de se o quadro é potencialmente instável pode ser baseada em se qualquer quadro entre o quadro (o quadro atual, por exemplo) e o quadro suprimido utiliza quantificação não preditiva.

[0136] Em uma primeira abordagem descrita acima, o aparelho eletrônico 1237 determina 1304 que um quadro é potencialmente instável se o quadro for recebido dentro de um número de limite de quadros depois de um quadro suprimido e se nenhum quadro entre o quadro e o quadro suprimido (se existente) utiliza quantificação não preditiva. Em uma segunda abordagem descrita acima, o aparelho eletrônico 1237 determina 1304 que um quadro é potencialmente instável se o quadro atual é obtido depois de um quadro suprimido, se um parâmetro de quadro (o vetor de LSF de meio de quadro atual  $x^m_n$ , por exemplo) não foi ordenado de acordo com uma regra antes de qualquer reordenamento e se nenhum quadro entre o



quadro atual e o quadro suprimido (se existente) utiliza quantificação não preditiva. Podem ser utilizadas abordagens adicionais ou alternativas. Por exemplo, a primeira abordagem pode ser aplicada para o primeiro quadro depois de um quadro suprimido, enquanto a segunda abordagem pode ser aplicada para quadros subseqüentes.

[0137] O aparelho eletrônico 1237 pode aplicar 1306 um valor de ponderação substituto de modo a gerar um parâmetro de quadro estável se o quadro for potencialmente instável. Por exemplo, o aparelho eletrônico 1237 pode gerar um parâmetro de quadro estável (um vetor de LSF de meio de quadro atual substituto  $x^m_n$ , por exemplo) aplicando um valor de ponderação substituto aos vetores de LSF desquantificados 1247 (a um vetor de LSF de fim de quadro atual  $x^e_n$  e a um vetor de LSF de fim de quadro anterior  $x^e_{n-1}$ , por exemplo). Por exemplo, gerar o parâmetro de quadro estável pode incluir determinar um vetor de LSF de meio de quadro atual substituto ( $x^m_n$ , por exemplo) que é igual ao produto do vetor de LSF de fim de quadro atual ( $x^e_n$ , por exemplo) e do valor de ponderação substituto ( $w^{substitute}$ , por exemplo) mais o produto do vetor de LSF de fim de quadro anterior ( $x^e_{n-1}$ , por exemplo) e a diferença de um e o valor de ponderação substituto ( $(1 - w^{substitute})$ , por exemplo). Isto pode ser feito conforme mostrado na Equação (3) ou Equação (4), por exemplo.

[0138] A Figura 14 é um diagrama de fluxos que mostra uma configuração mais específica de um método 1400 para atenuar a instabilidade potencial de quadros. Um aparelho eletrônico 1237 pode obter 1402 um quadro atual.

Por exemplo, o aparelho eletrônico 1237 pode obter parâmetros por um período de tempo que corresponde ao quadro atual.

[0139] O aparelho eletrônico 1237 pode determinar 1402 se o quadro atual é um quadro suprimido. Por exemplo, o aparelho eletrônico 1237 pode detectar um quadro suprimido com base em um ou mais de uma função de hash, soma de verificação, código de repetição, bit(s) de paridade, verificação de redundância cíclica (CRC), etc.

[0140] Se o quadro atual for um quadro suprimido, o aparelho eletrônico 1237 pode obter 1406 um vetor de LSF de fim de quadro atual estimado e um vetor de LSF de meio de quadro atual estimado com base no quadro anterior. Por exemplo, o decodificador 1208 pode utilizar ocultação de erro para um quadro suprimido. Na ocultação de erro, o decodificador 1208 pode copiar um vetor de LSF de fim de quadro anterior e um vetor de LSF de meio de quadro anterior como o vetor de LSF de quadro atual estimado e o vetor de LSF de meio de quadro atual estimado, respectivamente. Este procedimento pode ser seguido para quadros suprimidos consecutivos.

[0141] No caso de dois quadros suprimidos consecutivos, por exemplo, o segundo quadro suprimido pode incluir uma cópia do vetor de LSF final do primeiro quadro suprimido e todos os vetores de LSF interpolados, tais como o vetor de LSF médio e os vetores de LSF de sub-quadro. Por conseguinte, os vetores de LSF no segundo quadro suprimido podem ser aproximadamente idênticos aos vetores de LSF no primeiro quadro suprimido. Por exemplo, o primeiro vetor de LSF de fim de quadro suprimido pode ser copiado do quadro anterior. Assim, todos os vetores de LSF em quadros

suprimidos consecutivos podem ser derivados do último quadro recebido corretamente. O último quadro recebido corretamente pode ter uma probabilidade muito alta de ser estável. Consequentemente, há muito pouca probabilidade de que quadros suprimidos consecutivos tenham um vetor de LSF instável. Isto é essencialmente porque pode não haver interpolação entre dois vetores de LSF dessemelhante no caso de quadros suprimidos consecutivos. Por conseguinte, um valor de ponderação substituto pode não ser aplicado para quadros consecutivamente suprimidos em algumas configurações.

[0142] O aparelho eletrônico 1237 pode determinar 1416 vetores de LSF de sub-quadro para o quadro atual. Por exemplo, o aparelho eletrônico 1237 pode interpolar o vetor de LSF de fim de quadro atual, o vetor de LSF de meio de quadro atual e o vetor de LSF de fim de quadro anterior com base em fatores de interpolação de modo a produzir os vetores de LSF de sub-quadro para o quadro atual. Em algumas configurações, isto pode ser feito de acordo com a Equação (2).

[0143] A aparelho eletrônico 1237 pode sintetizar 1418 um sinal de fala decodificado 1259 para o quadro atual. Por exemplo, o aparelho eletrônico 1237 pode fazer passar um sinal de excitação através de um filtro de síntese 1257 que é especificado pelos coeficientes 1255 com base nos vetores de LSF de sub-quadro 1251 de modo a produzir um sinal de fala decodificado 1259.

[0144] Se o quadro atual não for um quadro suprimido, o aparelho eletrônico 1237 pode aplicar 1408 um vetor de ponderação recebido de modo a gerar um vetor de LSF

de meio de quadro atual. Por exemplo, o aparelho eletrônico 1237 pode multiplicar o vetor de LSF de fim de quadro atual pelo vetor de ponderação recebido e pode multiplicar o vetor de LSF de fim de quadro anterior por 1 menos o vetor de ponderação recebido. O aparelho eletrônico 1237 pode em seguida somar os produtos resultantes de modo a gerar o vetor de LSF de meio de quadro atual. Isto pode ser feito conforme apresentado na Equação (1).

[0145] O aparelho eletrônico 1237 pode determinar 1410 se o quadro atual está dentro de um número de limite de quadros desde o último quadro suprimido. Por exemplo, o aparelho eletrônico 1237 pode utilizar um contador que conta cada quadro desde que o indicador de quadros suprimidos 1267 indicou um quadro suprimido. O contador pode ser reajustado cada vez que um quadro suprimido ocorre. O aparelho eletrônico 1237 pode determinar se o contador está dentro do número de limite de quadros. O número de limite pode ser um ou mais quadros. Se o quadro atual não estiver dentro do número de limite de quadros desde o último quadro suprimido, o aparelho eletrônico 1237 pode determinar 1416 vetores de LSF de sub-quadro para o quadro atual e sintetizar 1418 um sinal de fala decodificado 1259 conforme descrito acima. A determinação 1410 de se o quadro atual está dentro de um número de limite de quadros desde o último quadro suprimido pode reduzir o processamento desnecessário para quadros com baixa probabilidade de instabilidade (como, por exemplo, para quadros que vêm depois de um ou mais quadro suprimido potencialmente instáveis para os quais a instabilidade potencial foi atenuada).

[0146] Se o quadro atual estiver dentro do número de limite de quadros desde o último quadro suprimido, o aparelho eletrônico 1237 pode determinar 1412 se qualquer quadro entre o quadro atual e o último quadro suprimido utiliza quantificação não preditiva. Por exemplo, o aparelho eletrônico 1237 pode receber o indicador de modo de predição 1281, que indica se cada quadro utiliza quantificação preditiva ou não preditiva. O aparelho eletrônico 1237 pode utilizar o indicador de modo de predição 1281 para rastrear o modo de predição para cada quadro. Se qualquer quadro entre o quadro atual e o último quadro suprimido utilizar quantificação não preditiva, o aparelho eletrônico 1237 pode determinar 1416 vetores de LSF de sub-quadro para o quadro atual e sintetizar 1418 um sinal de fala decodificado 1259 conforme descrito acima. A determinação 1412 de se qualquer quadro entre o quadro atual e o último quadro suprimido utiliza quantificação não preditiva pode reduzir o processamento desnecessário para quadros com baixa probabilidade de instabilidade (como, por exemplo, para quadros que vêm depois de um quadro que deve incluir um vetor de LSF final preciso, uma vez que o vetor de LSF final não foi quantificado com base em qualquer quadro anterior).

[0147] Se nenhum quadro entre o quadro atual e o último quadro suprimido utilizar quantificação não preditiva (se todos os quadros entre o quadro atual e o último quadro suprimido utilizarem quantificação preditiva, por exemplo), o aparelho eletrônico 1237 pode aplicar 1414 um valor de ponderação substituto de modo a gerar um vetor de LSF de meio de quadro atual substituto. Neste caso, o aparelho eletrônico 1237 pode determinar que o quadro atual é

potencialmente instável e pode aplicar o valor de ponderação substituto de modo a gerar um parâmetro de quadro estável (o vetor de LSF de meio de quadro atual substituto, por exemplo). Por exemplo, o aparelho eletrônico 1237 pode multiplicar o vetor de LSF de fim de quadro atual pelo vetor de ponderação substituto e pode multiplicar o vetor de LSF de fim de quadro anterior por 1 menos o vetor de ponderação substituto. O aparelho eletrônico 1237 pode em seguida somar os produtos resultantes de modo a gerar o vetor de LSF de meio de quadro atual substituto. Isto pode ser feito conforme mostrado na Equação (3) ou na Equação (4).

[0148] O aparelho eletrônico 1237 pode em seguida determinar 1416 vetores de LSF de sub-quadro para o quadro atual conforme descrito acima. Por exemplo, o aparelho eletrônico 1237 pode interpolar os vetores de LSF de sub-quadro com base no vetor de LSF de fim de quadro atual, no vetor de LSF de fim de quadro anterior e, no vetor de LSF de meio de quadro atual substituto e em fatores de interpolação. Isto pode ser feito de acordo com a Equação (2). O aparelho eletrônico 1237 pode também sintetizar 1418 um sinal de fala decodificado 1259 conforme descrito acima. Por exemplo, o aparelho eletrônico 1237 pode fazer passar sinal de excitação 1275 através de um filtro de síntese 1257 que é especificado pelos coeficientes 1255 com base nos vetores de LSF de sub-quadro 1251 (que são baseados nos vetores de LSF de médio atual substituto) de modo a se produzir um sinal de fala decodificado 1259.

[0149] A Figura 15 é um diagrama de fluxos que mostra outra configuração mais específica de um método 1500 para atenuar a instabilidade potencial de quadros. Um

aparelho eletrônico 1237 pode obter 1502 um quadro atual. Por exemplo, o aparelho eletrônico 1237 pode obter parâmetros por um período de tempo que corresponde ao quadro atual.

[0150] O aparelho eletrônico 1237 pode determinar 1504 se o quadro atual é um quadro suprimido. Por exemplo, o aparelho eletrônico 1237 pode detectar um quadro suprimido com base em um ou mais de uma função de hash, soma de verificação, código de repetição, bit(s) de paridade, verificação de redundância cíclica (CRC), etc.

[0151] Se o quadro atual for um quadro suprimido, o aparelho eletrônico 1237 pode obter 1506 um vetor de LSF de fim de quadro atual estimado e um vetor de LSF de meio de quadro atual estimado com base no quadro anterior. Isto pode ser feito conforme descrito acima em conexão com a Figura 14.

[0152] O aparelho eletrônico 1237 pode determinar 1516 vetores de LSF de sub-quadro para o quadro atual. Isto pode ser feito conforme descrito acima em conexão com a Figura 14. O aparelho eletrônico 1237 pode sintetizar 1518 um sinal de fala decodificado 1259 para o quadro atual. Isto pode ser feito conforme descrito acima em conexão com a Figura 14.

[0153] Se o quadro atual não for um quadro suprimido, o aparelho eletrônico 1237 pode aplicar 1508 um vetor de ponderação recebido de modo a gerar um vetor de LSF de meio de quadro atual. Isto pode ser feito conforme descrito acima em conexão com a Figura 14.

[0154] O aparelho eletrônico 1237 pode determinar 1510 se qualquer quadro entre o quadro atual e o último quadro suprimido utiliza quantificação não preditiva. Isto

pode ser feito conforme descrito acima em conexão a Figura 14. Se qualquer quadro entre o quadro atual e o último quadro suprimido utilizar quantificação não preditiva, o aparelho eletrônico 1237 pode determinar 1516 vetores de LSF de subquadro para o quadro atual e sintetizar 1518 um sinal de fala decodificado 1259 conforme descrito acima.

[0155] Se nenhum quadro entre o quadro atual e o último quadro suprimido utilizar quantificação não preditiva (se todos os quadros entre o quadro atual e o último quadro suprimido utilizarem quantificação preditiva, por exemplo), o aparelho eletrônico 1237 pode determinar 1512 se o vetor de LSF de meio de quadro atual está ordenado de acordo com uma regra antes de qualquer reordenamento. Por exemplo, o aparelho eletrônico 1237 pode determinar se cada LSF no vetor de LSF médio  $x_n^m$  está em ordem crescente com pelo menos uma separação mínima entre cada par de dimensões de LSF antes de qualquer reordenamento, conforme descrito acima em conexão com a Figura 2. Se o vetor de LSF de meio de quadro atual estiver ordenado de acordo com a regra antes de qualquer reordenamento, o aparelho eletrônico 1237 pode determinar 1516 vetores de LSF para o quadro atual e sintetizar 1518 um sinal de fala decodificado 1250 conforme descrito acima.

[0156] Se o vetor de LSF de meio de quadro atual não estiver ordenado de acordo com a regra antes de qualquer reordenamento, o aparelho eletrônico 1237 pode aplicar 1514 um valor de ponderação substituto de modo a gerar um vetor de LSF de meio de quadro atual substituto. Neste caso, o aparelho eletrônico 1237 pode determinar que o quadro atual é potencialmente instável e pode aplicar o valor de ponderação substituto de modo a gerar um parâmetro de quadro



estável (o vetor de LSF de meio de quadro atual substituto, por exemplo). Isto pode ser feito conforme descrito acima em conexão com a Figura 14.

[0157] O aparelho eletrônico 1257 pode em seguida determinar 1516 vetores de LSF de sub-quadro para o quadro atual e sintetizar 1518 um sinal de fala decodificado 1259 conforme descrito acima em conexão com a Figura 14. Por exemplo, o aparelho eletrônico 1237 pode fazer passar um sinal de excitação 1275 através de um filtro de síntese 1257 que é especificado pelos coeficientes 1255 com base nos vetores de LSF de sub-quadro 1251 (que são baseados no vetor de LSF médio atual substituto) de modo a produzir um sinal de fala decodificado 1259.

[0158] A Figura 16 é um diagrama de fluxos que mostra outra configuração mais específica de um método 1600 para atenuar instabilidade potencial de quadros. Por exemplo, algumas configurações dos sistemas e métodos aqui revelados podem ser aplicadas em dois procedimentos: detectar uma instabilidade de LSF potencial e atenuar a instabilidade de LSF potencial.

[0159] Um aparelho eletrônico 1237 pode receber 1602 um quadro depois de um quadro suprimido. Por exemplo, o aparelho eletrônico 1237 pode detectar um quadro suprimido e receber um ou mais quadros depois do quadro suprimido. Mais especificamente, o aparelho eletrônico 1237 pode receber parâmetros que correspondem a quadros depois do quadro suprimido.

[0160] O aparelho eletrônico 1237 pode determinar se há potencial para que o vetor de LSF de meio de quadro atual seja instável. Em algumas implementações, o aparelho

eletrônico 1237 pode supor que um ou mais quadros depois de um quadro suprimido sejam potencialmente instáveis (eles incluem um vetor de LSF médio potencialmente instável, por exemplo).

[0161] Se for detectada uma instabilidade potencial, o vetor de ponderação recebido  $w_n$  utilizado para interpolação/extrapolação pelo codificador (transmitido como índice para o decodificador 1208, por exemplo) pode ser descartado. Por exemplo, o aparelho eletrônico 1237 (o decodificador 1208, por exemplo) pode descartar o vetor de ponderação.

[0162] O aparelho eletrônico 1237 pode aplicar 1604 um valor de ponderação substituto de modo a gerar um vetor de LSF de meio de quadro atual substituto. Por exemplo, o decodificador 1208 aplica um valor de ponderação substituto  $w^{substitute}$  conforme descrito acima em conexão com a Figura 12.

[0163] As instabilidades dos vetores de LSF pode propagar-se se os quadros subseqüentes (como, por exemplo,  $n + 1$ ,  $n + 2$ , etc.) utilizarem técnicas de quantificação preditiva para quantificar os vetores de LSF finais. Consequentemente, para o quadro atual e o quadro atual subsequente recebido 1608 até que o aparelho eletrônico 1237 determine 1606, 1614 que técnicas de quantificação de LSF não preditiva são utilizadas para um quadro, o decodificador 1208 pode determinar 1612 se o vetor de LSF de meio de quadro atual está ordenado de acordo com uma regra antes de qualquer reordenamento. Mais especificamente, o aparelho eletrônico 1237 pode determinar 1606 se o quadro atual utiliza quantificação de LSF preditiva. Se o quadro atual utilizar quantificação de LSF preditiva, o aparelho eletrônico pode

determinar 1608 se um novo quadro (quadro seguinte, por exemplo) é recebido corretamente. Se o novo quadro não for recebido corretamente (se o novo quadro for um quadro suprimido, por exemplo), então a operação pode prosseguir até a recepção 1602 do quadro atual depois do quadro suprimido. Se o aparelho eletrônico 1237 determinar 1608 que um novo quadro é recebido corretamente, o aparelho eletrônico 1237 pode aplicar 1610 um vetor de ponderação recebido de modo a gerar um vetor de LSF de meio de quadro atual. Por exemplo, o aparelho eletrônico 1237 pode utilizar o vetor de ponderação atual para a LSF de meio de quadro atual (inicialmente sem substituí-la). Por conseguinte, para todos os quadros subseqüentes (recebidos corretamente) até que as técnicas de quantificação de LSF não preditiva sejam utilizadas, o decodificador pode aplicar 1610 um vetor de ponderação recebido de modo a gerar um vetor de LSF de meio de quadro atual e determinar 1612 se o vetor de LSF de meio de quadro atual está ordenado de acordo com uma regra antes de qualquer reordenamento. Por exemplo, o aparelho eletrônico 1237 pode aplicar 1610 um vetor de ponderação com base em um índice transmitidos de um codificador para interpolação de vetores de LSF médio. Em seguida, o aparelho eletrônico 1237 pode determinar 1612 se o vetor de LSF de meio de quadro atual que corresponde ao quadro está ordenado de modo que  $x_{1,n} + \Delta \leq x_{2,n} + \Delta \leq \dots x_{M,n}$  antes de qualquer reordenamento.

[0164] Se a violação da regra for detectada, o vetor de LSF médio é potencialmente instável. Por exemplo, se o aparelho eletrônico 1237 determinar 1612 que o vetor de LSF médio que corresponde ao quadro não está ordenado de acordo

com a regra antes de qualquer reordenamento, o aparelho eletrônico 1237, por conseguinte, determina que as dimensões de LSF no vetor de LSF médio são potencialmente instáveis. O decodificador 1208 pode atenuar a instabilidade potencial aplicando 1604 o valor de ponderação substituto conforme descrito acima.

[0165] Se o vetor de LSF de meio de quadro atual estiver ordenado de acordo com a regra, o aparelho eletrônico 1237 pode determinar 1614 se o quadro atual utiliza quantificação preditiva. Se o quadro atual utilizar quantificação preditiva, o aparelho eletrônico 1237 pode aplicar 1604 o valor de ponderação substituto conforme descrito acima. Se o apl determinar 1614 que o quadro atual não utiliza quantificação preditiva (que o quadro atual utiliza quantificação não preditiva, por exemplo), o aparelho eletrônico 1237 pode determinar 1616 se um novo quadro é recebido corretamente. Se um novo quadro não for recebido corretamente (se o novo quadro for um quadro suprimido, por exemplo), a operação pode prosseguir até a recepção 1602 de um quadro atual depois de um quadro suprimido.

[0166] Se o quadro atual utilizar quantificação não preditiva e se o aparelho eletrônico 1237 determinar 1616 que um novo quadro é recebido corretamente, o decodificador 1208 continua a funcionar normalmente utilizando o vetor de ponderação recebido que é utilizado em um modo de funcionamento regular. Em outras palavras, o aparelho eletrônico 1237 pode aplicar 1618 um vetor de ponderação recebido com base no índice transmitidos no codificador para interpolação de vetores de LSF médios para cada quadro

recebido corretamente. Em particular, o aparelho eletrônico 1237 pode aplicar 1618 o vetor de ponderação recebido com base no índice recebido do codificador para cada quadro subsequente (como, por exemplo,  $n + n_{np} + 1$ ,  $n + n_{np} + 2$ , etc., onde  $n_{np}$  é o número de quadro de um quadro que utiliza quantificação não preditiva) até que ocorra um quadro suprimido.

[0167] Os sistemas e métodos aqui revelado podem ser implementados em um decodificador 1208. Em algumas configurações não é necessário que bits adicionais sejam transmitidos do codificador para o decodificador 1208 para habilitar a detecção e a atenuação de instabilidade potencial de quadros. Além disto, os sistemas e métodos aqui revelados não deterioram a qualidade em condições de canal limpas.

[0168] A Figura 17 é um gráfico que mostra um exemplo de sinal de fala sintetizado. O eixo geométrico horizontal do gráfico é mostrado no tempo 1701 (segundos, por exemplo) e o eixo geométrico vertical do gráfico é mostrado na amplitude 1733 (um número, um valor, por exemplo). A amplitude 1733 pode ser um número representado em bits. Em algumas configurações 16 bits podem ser utilizados para representar amostras de um sinal de fala que varia em valor entre -32768 e 32767, o que corresponde a uma faixa (um valor entre -1 e +1 no ponto flutuante). Deve-se observar que a amplitude 1733 pode ser representada de maneira diferente com base na implementação. Em alguns exemplos, o valor da amplitude 1733 pode corresponder a um sinal eletromagnético caracterizado pela tensão (em volts) e/ou pela corrente (em amps).

[0169] Os sistemas e métodos aqui revelados podem ser implementados de modo a gerarem o sinal de fala sintetizado apresentado na Figura 17. Em outras palavras, a Figura 17 é um gráfico que mostra um exemplo de sinal de fala sintetizado que resulta da aplicação dos sistemas e métodos aqui revelados. A forma de onda correspondente sem a aplicação dos sistemas e métodos aqui revelados é mostrada na Figura 11. Conforme se pode observar, os sistemas e métodos aqui revelados proporcionam atenuação de artefatos 1777. Em outras palavras, os artefatos 1135 mostrados na Figura 11 são atenuados ou removidos pela aplicação dos sistemas e métodos aqui revelados, conforme mostrado na Figura 17.

[0170] A Figura 18 é um diagrama de blocos que mostra uma configuração de um aparelho de comunicação sem fio 1837 no qual os sistemas e métodos para atenuar instabilidade potencial de quadros podem ser implementados. O aparelho de comunicação sem fio 1837 mostrado na Figura 18 pode ser um exemplo de pelo menos um dos aparelhos eletrônicos aqui descritos. O aparelho de comunicação sem fio 1837 pode incluir um processador de aplicativos 1893. O processador de aplicativos 1893 processo geralmente instruções (executa programas, por exemplo) para desempenhar funções no aparelho de comunicação sem fio 1837. O processador de aplicativos 1893 pode ser acoplado a um codificador/decodificador (codec) de áudio 1891.

[0171] O codec de áudio 1891 pode ser utilizado para codificar e/ou decodificar sinais de áudio. O codec de áudio 1891 pode ser acoplado a pelo menos um alto-falante 1883 a uma peça de ouvido 1885, a uma tomada de saída 1887 e/ou a

pelo menos um microfone 1889. Os alto-falantes 1883 podem incluir um ou mais transdutores eletro-acústicos que convertem sinais elétricos ou eletrônicos em sinais acústicos. Por exemplo, os alto-falantes 1883 podem ser utilizados para tocar música ou transmitir uma conversa telefônica por alto-falante, etc. A peça de ouvido 1885 pode ser outro alto-falante ou transdutor eletro-acústico que pode ser utilizado para transmitir sinais acústicos (sinais de fala, por exemplo) para o usuário. Por exemplo, a peça de ouvido 1885 pode ser utilizada de modo que apenas um usuário possa ouvir com segurança o sinal acústico. A tomada de saída 1887 pode ser utilizada para acoplar outros aparelhos ao aparelho de comunicação sem fio 1837 para transmissão de áudio, tais como fones de ouvido. Ao alto-falantes 1883, a peça de ouvido 1885 e/ou a tomada de saída 1887 podem ser geralmente utilizadas para transmitir um sinal de áudio do codec de áudio 1891. O pelo menos um microfone 1889 pode ser um transdutor eletro-acústico que converte um sinal acústico (tal como a voz do usuário) em sinais elétricos ou eletrônicos que são enviados ao codec de áudio 1891.

[0172] O codec de áudio 1891 (um decodificador, por exemplo) pode incluir um módulo de determinação de parâmetros de quadro 1861, um módulo de determinação de estabilidade 1869 e/ou um módulo de substituição de valores de ponderação 1865. O módulo de determinação de parâmetros de quadro 1861, o módulo de determinação de estabilidade 1869 e/ou o módulo de substituição de valores de ponderação 1865 podem funcionar conforme descrito acima em conexão com a Figura 12.

[0173] O processador de aplicativos 1893 pode ser também acoplado a um circuito de gerenciamento de energia

1804. Um exemplo de circuito de gerenciamento de energia 1804 é um circuito integrado de gerenciamento de energia (PMIC), que pode ser utilizado para gerenciar o consumo de energia elétrica do aparelho de comunicação sem fio 1837. O circuito de gerenciamento de energia 1804 pode ser acoplado a uma bateria 1806. A bateria 1806 pode fornecer geralmente energia elétrica ao aparelho de comunicação sem fio 1837. Por exemplo, a bateria 1806 e/ou o circuito de gerenciamento de energia 1804 podem ser acoplados a pelo menos um dos elementos incluídos no aparelho de comunicação sem fio 1837.

[0174] O processador de aplicativos 1893 pode ser acoplado a pelo menos um aparelho de entrada 1808 para receber entrada. Exemplos de aparelho de entrada 1808 incluem sensores infravermelhos, sensores de imagem, acelerômetros, sensores sensíveis ao toque, teclados, etc. Os aparelhos de entrada 1808 podem permitir interação do usuário com aparelho de comunicação sem fio 1837. O processador de aplicativos 1893 pode ser também acoplado a um ou mais aparelhos de saída 1810. Exemplos de aparelhos de saída 1810 incluem impressoras, projetores, telas, aparelhos hápticos, etc. Os aparelhos de saída 1810 podem permitir que o aparelho de comunicação sem fio 1837 produza saída que pode ser experimentada pelo usuário.

[0175] O processador de aplicativo 1893 pode ser acoplado a uma memória de aplicativos 1812. A memória de aplicativos 1812 pode ser qualquer aparelho eletrônico que seja capaz de armazenar informações eletrônicas. Exemplos de memória de aplicativos 1812 incluem memória de acesso aleatório dinâmica síncrona de dupla taxa de dados (DDRAM), memória de acesso aleatório dinâmica síncrona (SDRAM),



memória flash, etc. A memória de aplicativo 1812 pode prover armazenamento para o processador de aplicativos 1893. Por exemplo, a memória de aplicativo 1812 pode armazenar dados e/ou instruções para o funcionamento de programas que são rodados no processador de aplicativos 1893.

[0176] O processador de aplicativos 1893 pode ser acoplado a um controlador de exibição 1814, que por sua vez acoplado a um monitor 1816. O controlador de exibição 1814 pode ser um bloco de hardware que é utilizado para gerar imagens no monitor 1816. Por exemplo, o controlador de exibição 1814 pode traduzir instruções e/ou dados do processador de aplicativos 1893 em imagens que podem ser apresentadas no monitor 1816. Exemplos do monitor 1816 incluem painéis de tela de cristal líquido (LCD), painéis de diodo emissor de luz (LED), monitores como tubo de raios catódicos (CRT), monitores de plasma, etc.

[0177] O processador de aplicativos 1893 pode ser acoplado a um processador de banda base 1895. O processador de banda base 1895 processa geralmente sinais de comunicação. Por exemplo, o processador de banda base 1895 pode demodular e/ou decodificar sinais recebidos. Além disto, ou alternativamente, o processador de banda base 1895 pode codificar e/ou modular sinais em preparação para transmissão.

[0178] O processador de banda base 1895 pode ser acoplado a uma memória de banda base 1818. A memória de banda base 1818 pode ser qualquer aparelho eletrônico capaz de armazenar informações eletrônicas, tal como SDRAM, DDRAM, memória flash, etc. O processador de banda base 1895 pode ler informações (instruções e/ou dados, por exemplo) da e/ou

gravar informações na memória de banda base 1818. Além disto, ou alternativamente, o processador de banda base 1895 pode utilizar instruções e/ou dados armazenados na memória de banda base 1818 para executar operações de comunicação.

[0179] O processador de banda base 1895 pode ser acoplado a um receptor de radiofrequência (RF) 1897. O transceptor RF 1897 pode ser acoplado a um amplificador de potência 1897 e a uma ou mais antenas 1802. O transceptor RF 1897 pode transmitir e/ou receber sinais de radiofrequência. Por exemplo, o transceptor RF 1895 pode transmitir um sinal RF utilizando um amplificador de potência 1899 e pelo menos uma antena 1802. O transceptor RF 1807 pode receber também sinais RF utilizando a antena ou antenas 1802. Deve-se observar que um ou mais dos elementos incluídos no aparelho de comunicação sem fio 1837 podem ser acoplados a um barramento geral que pode permitir comunicação entre os elementos.

[0180] A Figura 19 mostra diversos componentes que podem ser utilizados em um aparelho eletrônico 1237. Os componentes mostrados podem ser localizados dentro da mesma estrutura física ou em alojamentos ou estruturas separadas. O aparelho eletrônico 1237 descrito em conexão com a Figura 19 pode ser implementado de acordo com um ou mais dos aparelhos eletrônicos aqui descritos. O aparelho eletrônico 1237 inclui um processador 1926. O processador 1926 pode ser um microprocessador de chip único ou vários chips de propósito geral (um ARM, por exemplo), um microprocessador de propósito especial (um processador de sinais digitais (DSP), por exemplo), um microcontrolador, um arranjo de portas programável, etc. O processador 1926 pode ser referido

como unidade central de processamento (CPU). Embora apenas um único processador 1926 seja mostrado no aparelho eletrônico 1937 da Figura 10, em uma configuração alternativa pode ser utilizada uma combinação de processadores (um ARM e um DSP, por exemplo).

[0181] [0181] O aparelho eletrônico 1937 inclui também uma memória 1920 em comunicação eletrônica com o processador 1926. Ou seja, o processador 1926 pode ler informações da ou gravar informações na memória 1920. A memória 1920 pode ser qualquer componente eletrônico capaz de armazenar informações eletrônicas. A memória 1920 pode ser uma memória de acesso aleatório (RAM), memória exclusiva de leitura (ROM), meios de armazenamento em disco magnético, meios de armazenamento ópticos, aparelhos de memória flash em RAM, memória a borda incluída com o processador, memória exclusiva de leitura programável (PROM), memória exclusiva de leitura programável apagável (EPROM), PROM eletricamente apagável (EEPROM), registradores e assim por diante, inclusive combinações deles.

[0182] Dados 1924a e instruções 1922a podem ser armazenados na memória 1920. As instruções 1922a podem incluir um ou mais programas, rotinas, sub-rotinas, funções, procedimentos, etc. As instruções 1922a podem incluir uma única afirmação passível de leitura por computador ou muitas afirmações passíveis de leitura por computador. As instruções 1922a podem ser executadas pelo processador 1926 para implementar um ou mais dos métodos, funções e procedimentos descritos acima. A execução das instruções 1922a pode envolver a utilização dos dados 1924a, que são armazenados na memória 1920. A Figura 19 mostra algumas

instruções 1922b e dados 1924b sendo carregados no processador 1926 (que podem vir das instruções 1922a e dos dados 1924a).

[0183] O aparelho eletrônico 1937 pode incluir também uma ou mais interfaces de comunicação 1930 para comunicação com outros aparelhos eletrônicos. As interfaces de comunicação 1930 podem ser baseadas em tecnologia de comunicação cabeada, tecnologia de comunicação sem fio ou em ambas. Exemplos de tipos diferentes de interfaces de comunicação 1930 incluem uma porta serial, uma porta paralela, um Barramento Serial Universal (USB), um adaptador Ethernet, uma interface de barramento IEEE 1394, uma interface de barramento da interface com sistema de computador pequeno (SCSI), uma porta de comunicação infravermelha (IR), uma adaptador de comunicação sem fio Bluetooth e assim por diante.

[0184] O aparelho eletrônico 1937 pode incluir também um ou mais aparelhos de entrada 1932 e um ou mais aparelhos de saída 1936. Exemplos de espécie diferentes de aparelhos de entrada 1932 incluem um teclado, um mouse, um microfone, um aparelho de controle remoto, um botão, um joystick, uma trackball, uma almofada sensível ao toque, uma caneta de luz, etc. Por exemplo, o aparelho eletrônico 1937 pode incluir um ou mais microfones 1934 para captar sinais acústicos. Em uma configuração, um microfone 1934 pode ser um transdutor que converte sinais acústicos (voz, fala, por exemplo) em sinais elétricos ou eletrônicos. Exemplos de espécies diferentes de aparelhos de saída 1936 incluem um alto-falante, uma impressora, etc. Por exemplo, o aparelho eletrônico 1937 pode incluir um ou mais alto-falantes 1938.

Em uma configuração, um alto-falante 1938 pode ser um transdutor que converte sinais elétricos ou eletrônicos em sinais acústicos, um tipo específico de aparelho de saída que pode ser tipicamente incluído em um aparelho eletrônico 1937 é um aparelho de exibição 1940. Os aparelhos de exibição 1940 utilizados com configurações aqui reveladas podem utilizar qualquer tecnologia de projeção de imagens adequada, tal como um tubo de raios catódicos (CRT), uma tela de cristal líquido (LCD), um diodo emissor de luz (LED), plasma de gás, eletroluminescência ou semelhantes. Pode ser também apresentado um controlador de exibição 1942 para converter os dados armazenados na memória 1920 em texto, gráficos e/ou imagens em movimento (conforme apropriado) mostrados no aparelho de exibição 1940.

[0185] Os diversos componentes do aparelho eletrônico 1937 podem ser acoplados entre si por um ou mais barramento, que podem incluir um barramento de energia, um barramento de sinal de controle, um barramento de sinal de condição, um barramento de dados, etc. Para simplificar, os diversos barramentos são mostrados na Figura 19 como um sistema de barramento 1928. Deve-se observar que a Figura 19 mostra apenas uma configuração possível do aparelho eletrônico 1937. Podem ser utilizadas diversas outras arquiteturas e componentes.

[0186] Na descrição acima, números de referência foram às vezes utilizados em conexão com discutidos termos. No caso de um termo ser utilizado em conexão com um número diferente, isto pode significar referência a um elemento específico que é mostrado em uma ou mais da Figuras. No caso de um termo ser utilizado sem um número de referência, isto

pode significar geralmente referência ao termo sem limitação a qualquer Figura.

[0187] O termo "determinar" abrange uma ampla variedade de ações e, portanto, "determinar" pode incluir calcular, computar, processar, derivar, investigar, procurar (procurar em uma tabela, em um banco de dados, ou outra estrutura de dados, por exemplo), verificar e semelhantes. Além disto, "determinar" pode incluir receber (receber informações, por exemplo) acessar (acessar dados em uma memória, por exemplo) e semelhantes. Além disto, "determinar" pode incluir resolver, selecionar, escolher, estabelecer e semelhante.

[0188] A locução "com base em" não significa "com base apenas em", a menos que expressamente especificado de outra maneira. Em outras palavras, a locução "com base em" descreve tanto "com base apenas em" quanto "com base em pelo menos em".

[0189] Deve-se observar que um ou mais dos recursos, funções, procedimentos, componentes, elementos, estruturas, etc., descritos em conexão com qualquer uma das configurações aqui descritas podem ser combinados com uma ou mais das funções, procedimentos, componentes, elementos, estruturas, etc., descritos em conexão com qualquer uma das outras configurações aqui descritas, se compatível. Em outras palavras, qualquer combinação compatível das funções, procedimentos, componentes, elementos, etc., aqui descritos pode ser implementada de acordo com os sistemas e métodos aqui revelados.

[0190] As funções aqui descritas podem ser armazenadas como uma ou mais instruções em um meio passível

de leitura por processador ou passível de leitura por computador. O termo "meio passível de leitura por computador" refere-se a qualquer meio disponível que possa ser acessado por um computador ou processador. A título de exemplo, e não de limitação, tal meio pode corresponder RAM, ROM, EEPROM, memória flash, CD-ROM ou outro armazenamento em disco óptico, armazenamento em disco magnético ou outros aparelhos de armazenamento magnético ou qualquer outro meio que possa ser utilizado para armazenar código de programa desejado sob a forma de instruções ou estruturas de dados e que possa ser acessado por um computador. Disco, conforme aqui utilizado, inclui disco compacto (CD), disco de laser, disco óptico, disco versátil digital (DVD), disco flexível e disco Blu-ray®, onde discos (*disks*) reproduzem usualmente dados eletromagneticamente enquanto discos (*discs*) reproduzem dados opticamente com lasers. Deve-se observar que um meio passível de leitura por computador pode ser tangível e não transitório. O termo "produto de programa de computador" refere-se a um aparelho de computação ou processador em combinação com código ou instruções (um "programa", por exemplo) que podem ser executadas, processadas ou computadas pelo aparelho de computação ou processador. Conforme aqui utilizado, o termo "código" pode referir-se a software, instruções, código ou dados que são executáveis por um aparelho de computação ou processador.

[0191] Software ou instruções podem ser também transmitidas através de um meio de transmissão. Por exemplo, se o software for transmitidos de um site da Web, servidor ou outra fonte remota utilizando-se um cabo coaxial, cabo de fibra óptica, par trançado, linha de assinante digital (DSL)

ou tecnologias sem fio tais como infravermelho, rádio e micro-ondas, então o cabo axial, o cabo de fibra óptica, o par trançado, a DSL ou as tecnologias sem fio tais como infravermelho, rádio e micro-ondas são incluídas na diferença de meio de transmissão.

[0192] Os métodos aqui revelados compreendem uma ou mais etapas ou ações para executar o método descrito. As etapas e/ou ações de método podem ser intercambiadas umas com as outras sem que abandonem o alcance das reivindicações. Em outras palavras, a menos que uma ordem específica de etapa ou ações seja necessária para o funcionamento adequado do método que está sendo descrito, a ordem e/ou utilização de etapas e/ou ações específicas pode ser modificada sem que se abandone o alcance das reivindicações.

[0193] Deve ficar entendido que as reivindicações não estão limitadas à configuração e aos componentes precisos mostrados acima. Diversas modificações, alterações e variações podem ser feitas na disposição, funcionamento e detalhes dos sistemas, métodos e do aparelho aqui descritos sem que abandone o alcance das reivindicações.



### REIVINDICAÇÕES

1. Método para atenuar instabilidade potencial de quadros por um aparelho eletrônico, **caracterizado pelo** fato de que compreende:

obter um quadro de um sinal de fala subsequente no tempo a um quadro suprimido;

aplicar um vetor de ponderação recebido a um vetor de frequência espectral de linha de fim de quadro atual (527, 709) e um vetor de frequência espectral de linha de fim de quadro anterior (523, 707), para gerar um vetor de frequência espectral de linha de meio quadro atual (525, 711);

determinar se o quadro é potencialmente instável, em que um quadro potencialmente instável tem uma ou mais características que indicam um risco de se produzir um artefato de fala; e

aplicar um valor de ponderação substituto ao invés do vetor de ponderação recebido de modo a gerar um parâmetro de quadro estável se o quadro for potencialmente instável, em que o valor de ponderação substituto é um valor escalar entre 0 e 1 e em que o parâmetro de quadro estável é um vetor de frequência espectral de linha de meio de quadro atual (525, 711), gerado pela aplicação do valor de ponderação substituto ao vetor de frequência espectral de linha de fim de quadro atual (527, 709) e o vetor de frequência espectral de linha de fim de quadro anterior (523, 707).

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo** fato de que compreende adicionalmente interpolar uma pluralidade de vetores de frequência

espectral de linha de sub-quadro com base no vetor de frequência espectral de linha de meio de quadro.

3. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo** fato de que gerar o parâmetro de quadro estável compreende determinar um vetor de frequência espectral de linha de meio de quadro atual substituto que é igual ao produto de um vetor de frequência espectral de linha de fim de quadro atual e do valor de ponderação substituto mais um produto de um vetor de frequência espectral de linha de fim de quadro anterior e uma diferença de um e do valor de ponderação substituto.

4. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo** fato de que o valor de ponderação substituto é selecionado com base em pelo menos uma dentre uma classificação de dois quadros e uma diferença de frequência espectral de linha entre os dois quadros.

5. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo** fato de que a determinação de se o quadro é potencialmente instável é baseada em se uma frequência espectral de linha de meio de quadro atual está ordenada de acordo com uma regra antes de qualquer reordenamento.

6. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo** fato de que a determinação de se o quadro é potencialmente instável é baseada em se o quadro está dentro de um número limite de quadros após o quadro suprimido.

7. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo** fato de que a determinação de se o quadro é potencialmente instável é baseada em se qualquer

quadro entre o quadro e o quadro suprimido utiliza quantização não preditiva.

8. Memória legível por computador para atenuar instabilidade potencial de quadros **caracterizada pelo** fato de que compreende instruções armazenadas na mesma, as instruções sendo executáveis por um aparelho eletrônico para realizar as etapas de método conforme definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 7.

9. Equipamento para atenuar instabilidade potencial de quadros, **caracterizado pelo** fato de que compreende:

dispositivos para obter um quadro atual de um sinal de fala subsequente no tempo a um quadro suprimido;

dispositivos para aplicar um vetor de ponderação recebido a um vetor de frequência espectral de linha de fim de quadro atual (527, 709) e um vetor de frequência espectral de linha de fim de quadro anterior (523, 707), para gerar um vetor de frequência espectral de linha de meio de quadro atual (525, 711);

dispositivos para determinar se o quadro atual é potencialmente instável, em que um quadro potencialmente instável tem uma ou mais características que indicam um risco de se produzir um artefato de fala; e

dispositivos para aplicar um valor de ponderação substituto ao invés do vetor de ponderação recebido de modo a gerar um parâmetro de quadro estável se o quadro atual for potencialmente instável, em que o valor de ponderação substituto é um valor escalar maior do que 0 e menor do que 1, e em que o parâmetro de quadro estável é um vetor de frequência espectral de linha de meio de quadro atual (525, 711), gerado pela aplicação do valor de ponderação

substituto para o vetor de frequência espectral de linha de fim de quadro atual (527, 709) e o vetor de frequência espectral de linha de fim de quadro anterior (523, 707).

10. Equipamento, de acordo com a reivindicação 9, **caracterizado pelo** fato de que compreende adicionalmente dispositivos para interpolar uma pluralidade de vetores de frequência espectral de linha de sub-quadro com base no vetor de frequência espectral de linha de meio de quadro.

11. Equipamento, de acordo com a reivindicação 9, **caracterizado pelo** fato de que gerar o parâmetro de quadro estável compreende determinar um vetor de frequência espectral de linha de meio de quadro atual substituto que é igual a um produto de um vetor de frequência espectral de linha de fim de quadro atual e do valor de ponderação substituto mais um produto de um vetor de frequência espectral de linha de fim de quadro anterior e uma diferença de um e do valor de ponderação substituto.

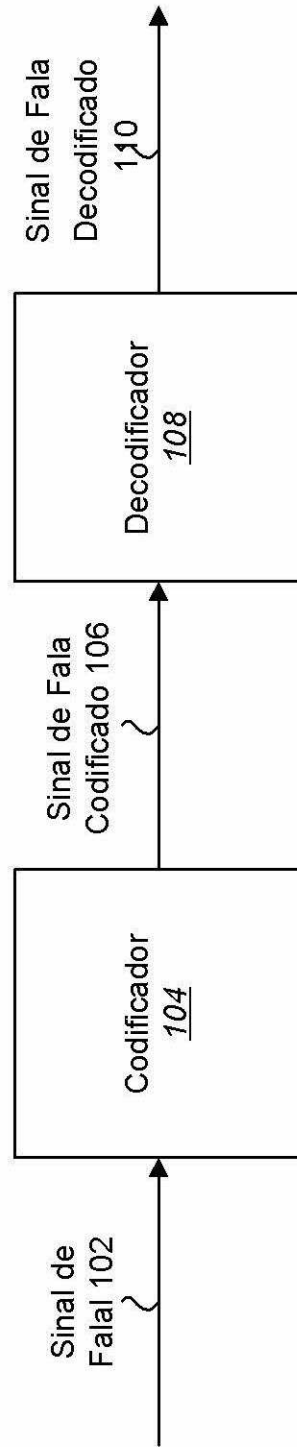
12. Equipamento, de acordo com a reivindicação 9, **caracterizado pelo** fato de que o valor de ponderação substituto é selecionado com base em pelo menos uma dentre uma classificação de dois quadros e uma diferença de frequência espectral de linha entre os dois quadros.

13. Equipamento, de acordo com a reivindicação 9, **caracterizado pelo** fato de que a determinação de se o quadro é potencialmente instável é baseada em se a frequência espectral de linha de meio de quadro atual está ordenada de acordo com uma regra antes de qualquer reordenamento.

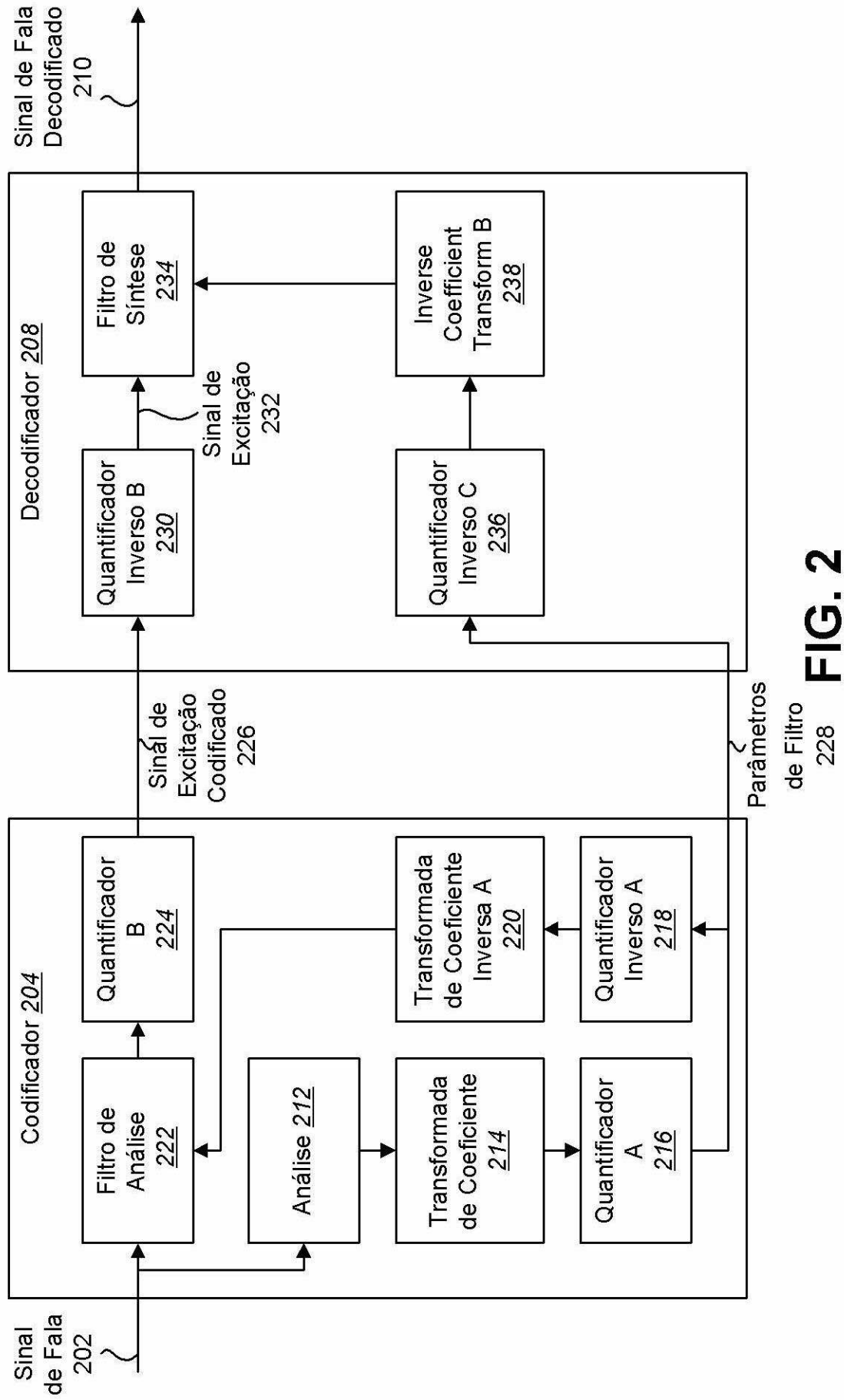
14. Equipamento, de acordo com a reivindicação 9, **caracterizado pelo** fato de que a determinação de se o

quadro é potencialmente instável é baseada em se o quadro está dentro de um número limite de quadros após o quadro suprimido.

15. Equipamento, de acordo com a reivindicação 9, **caracterizado pelo** fato de que a determinação de se o quadro é potencialmente instável é baseada em se qualquer quadro entre o quadro e o quadro suprimido utiliza quantização não preditiva.



**FIG. 1**

**FIG. 2**

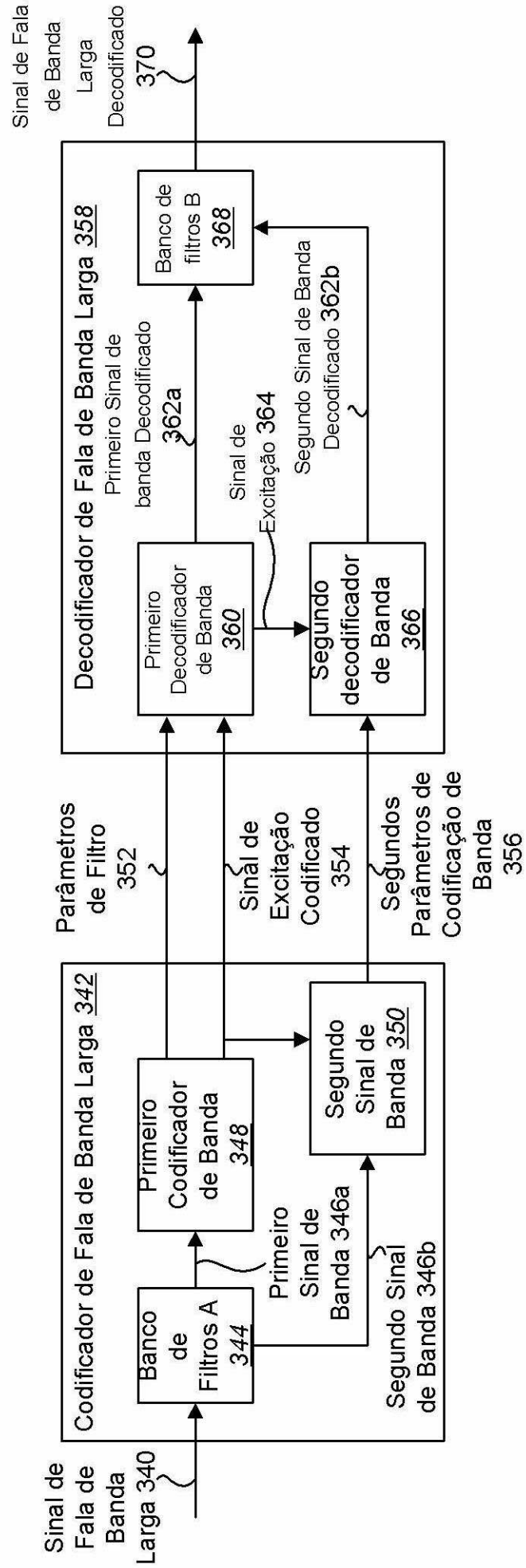


FIG. 3



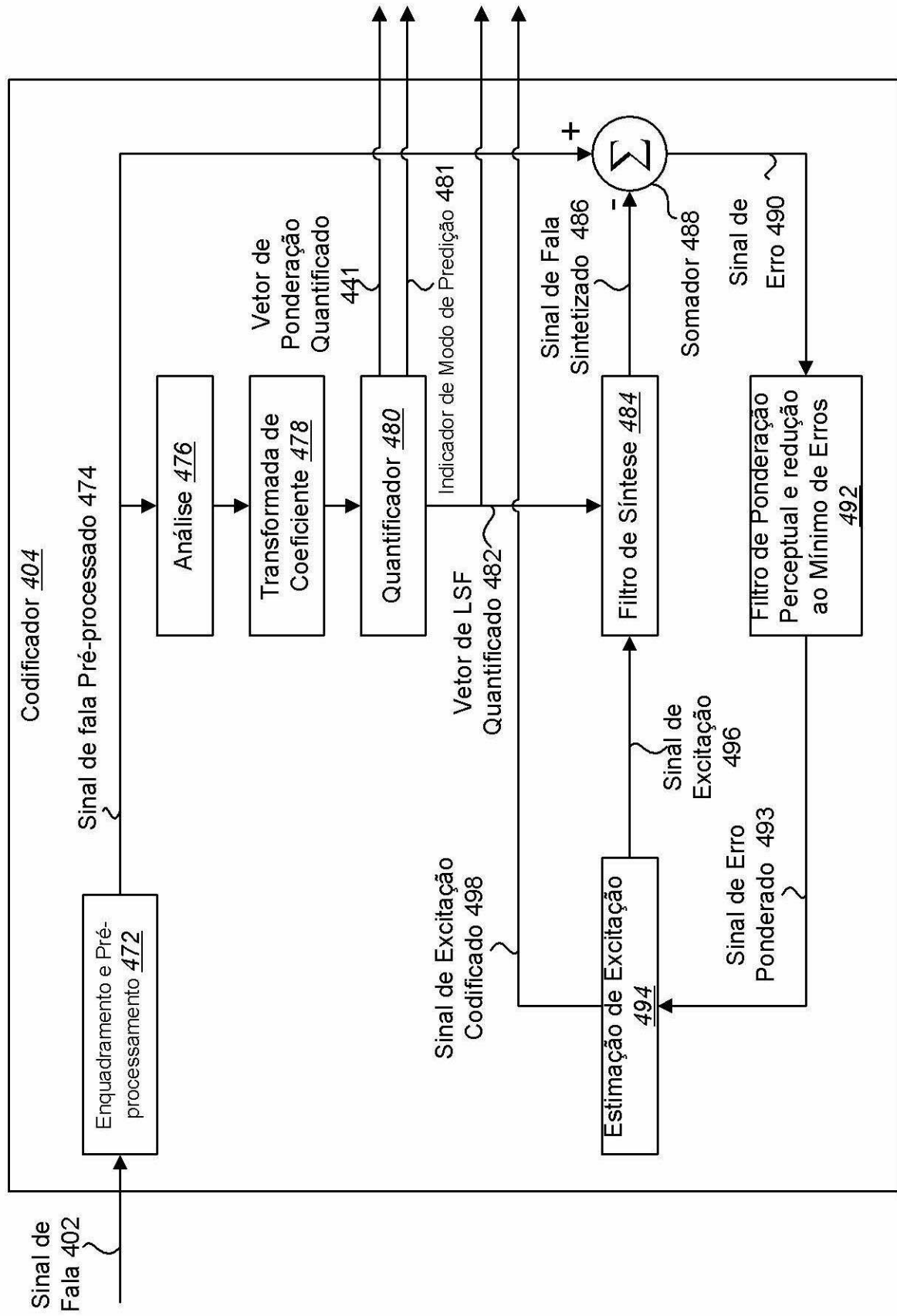


FIG. 4

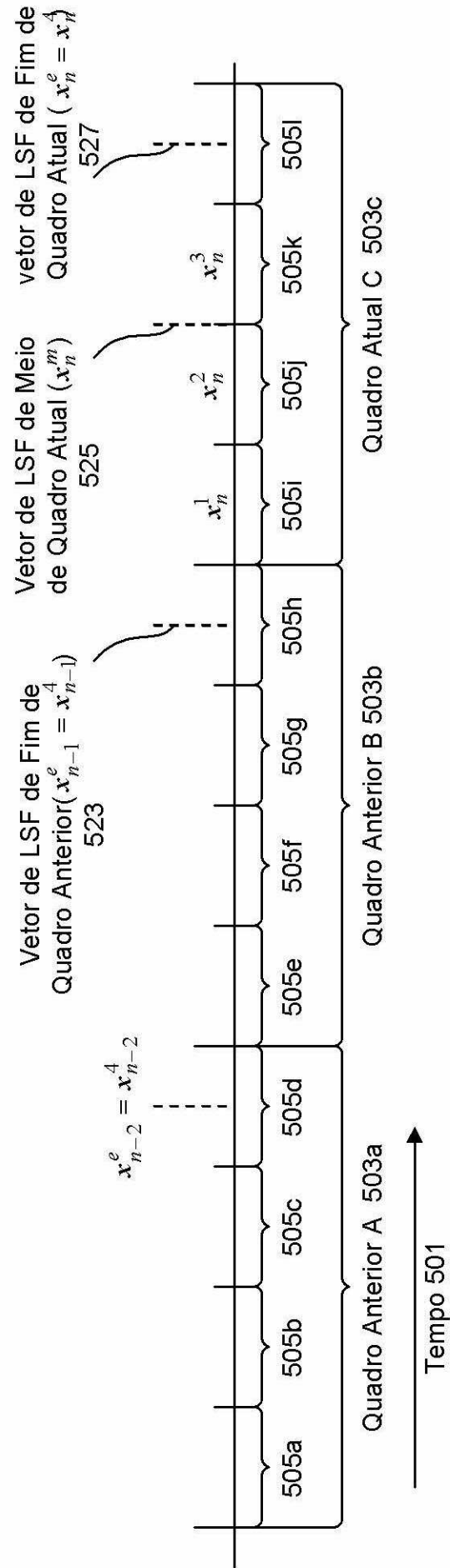
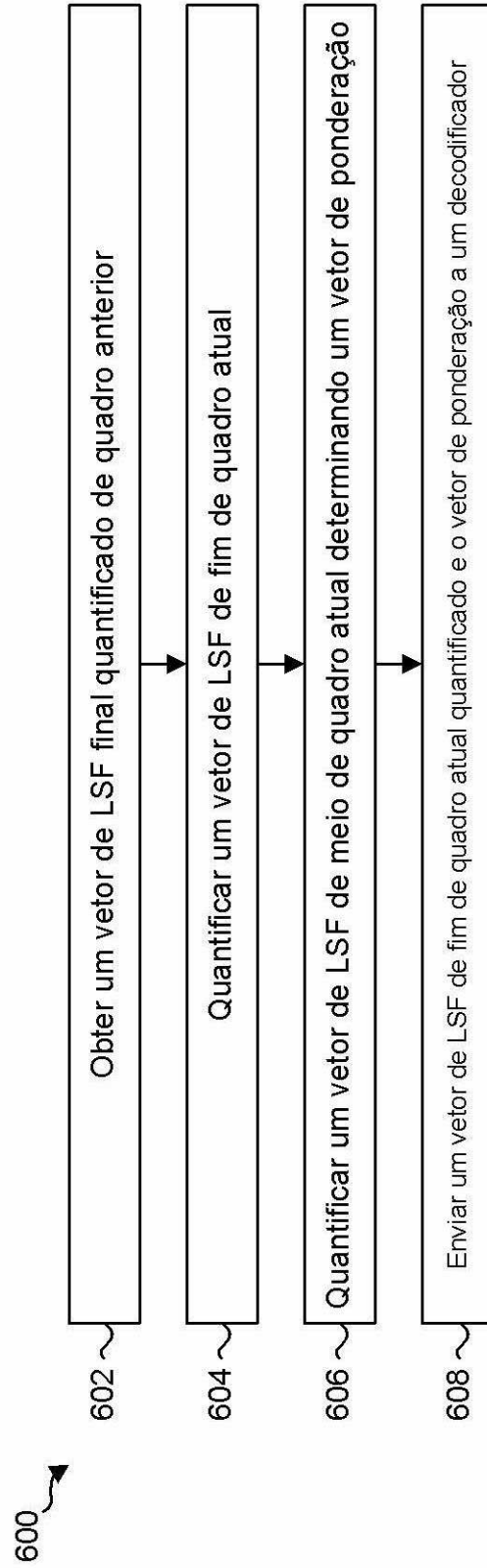
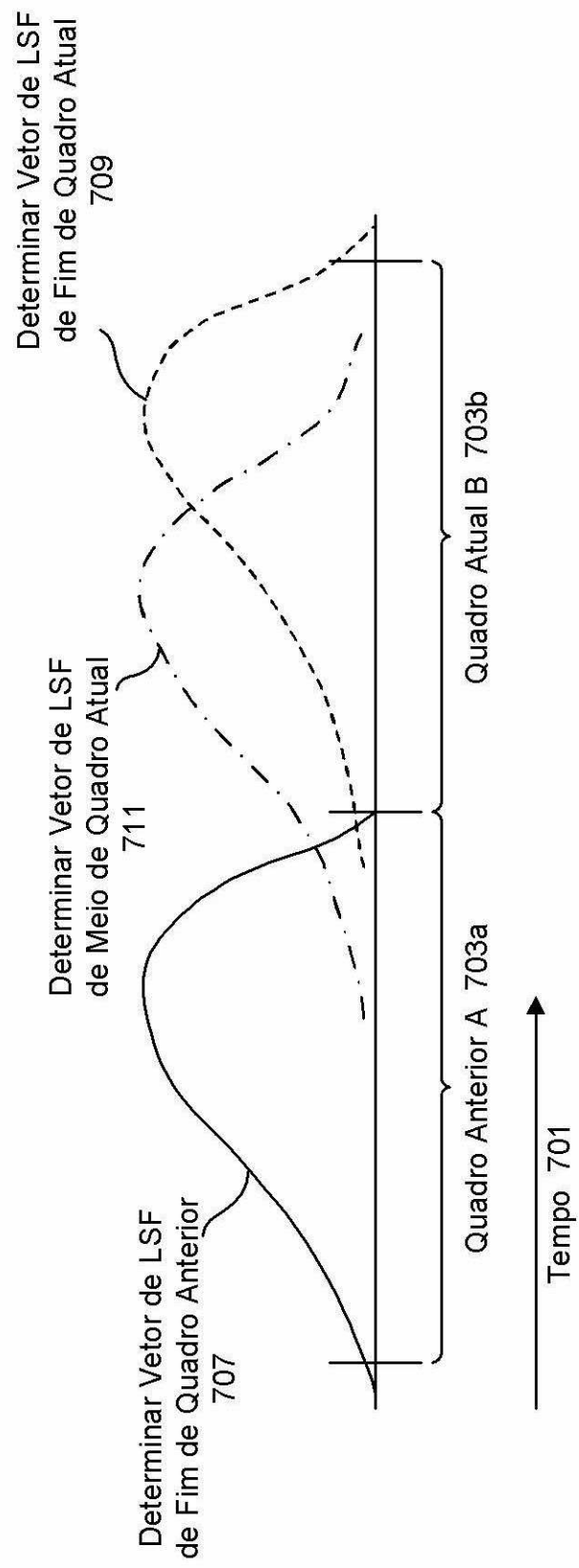
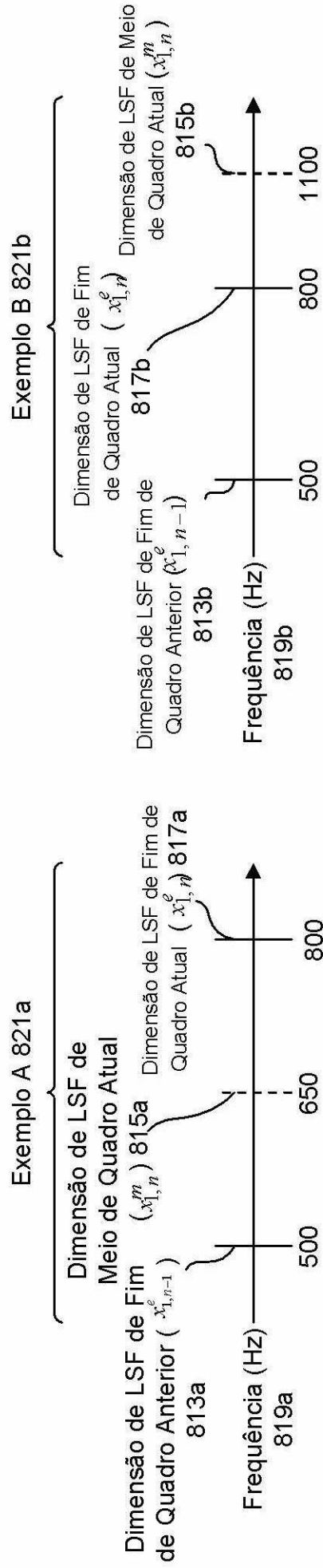
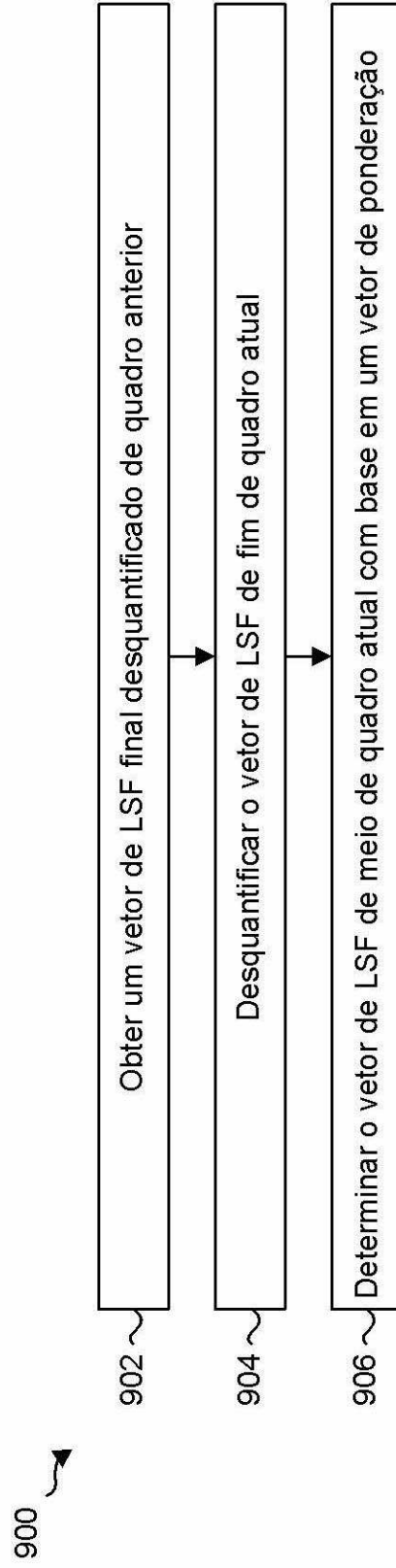


FIG. 5

**FIG. 6**

**FIG. 7**

**FIG. 8**

**FIG. 9**

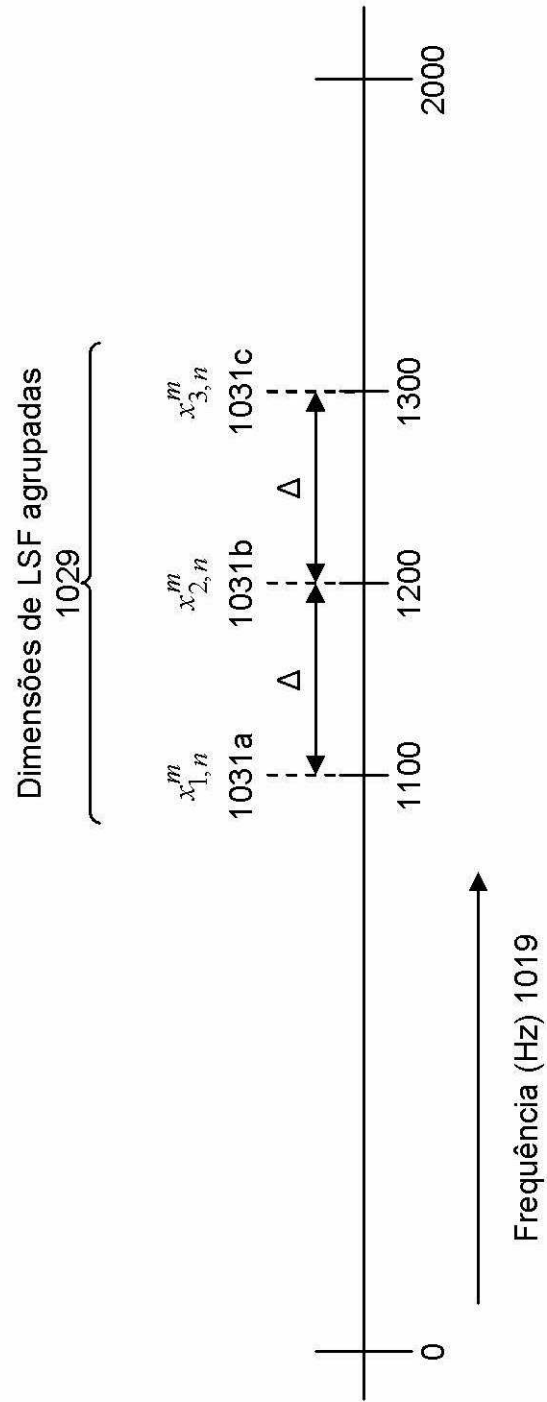
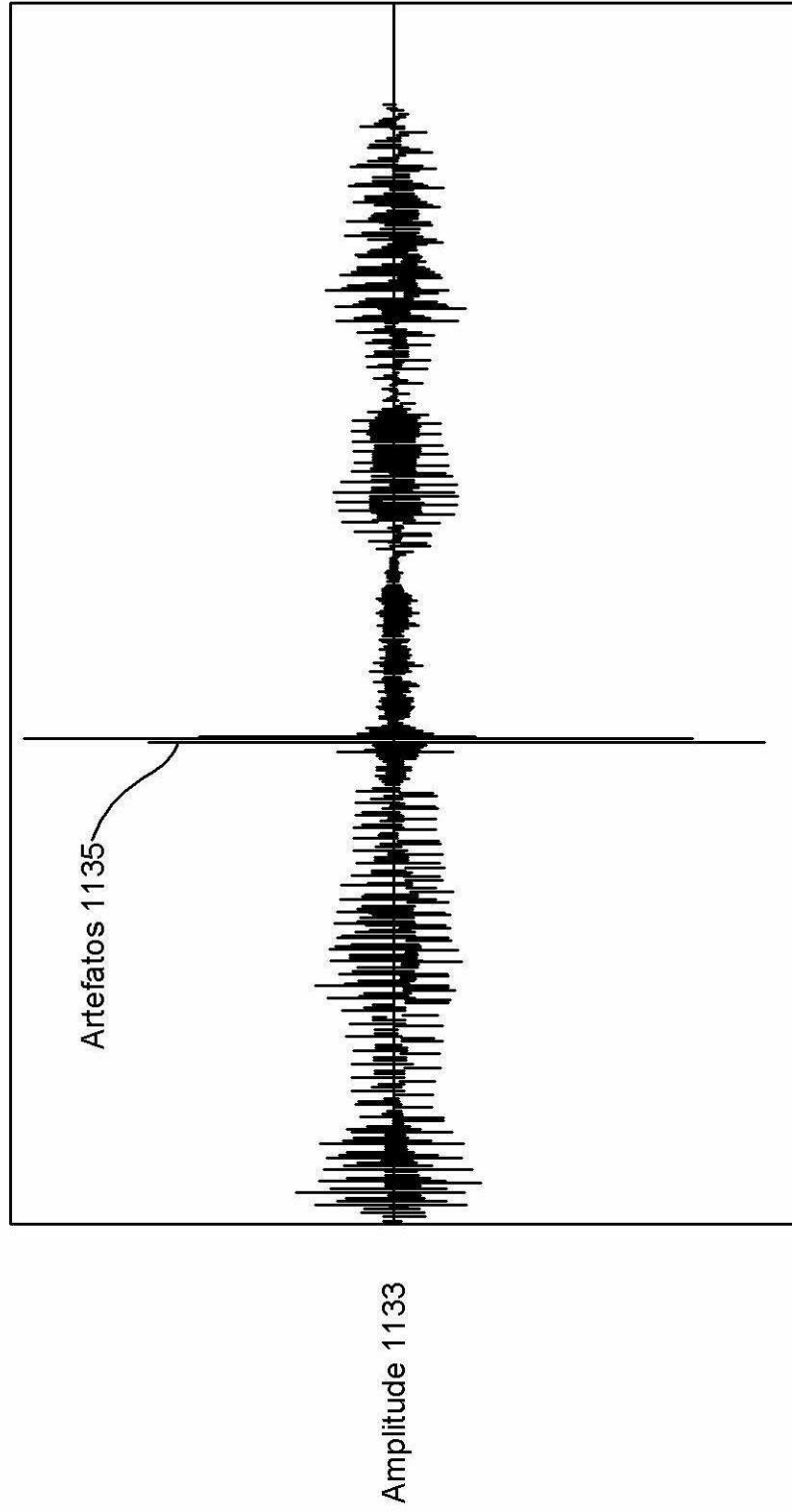


FIG. 10



**FIG. 11**



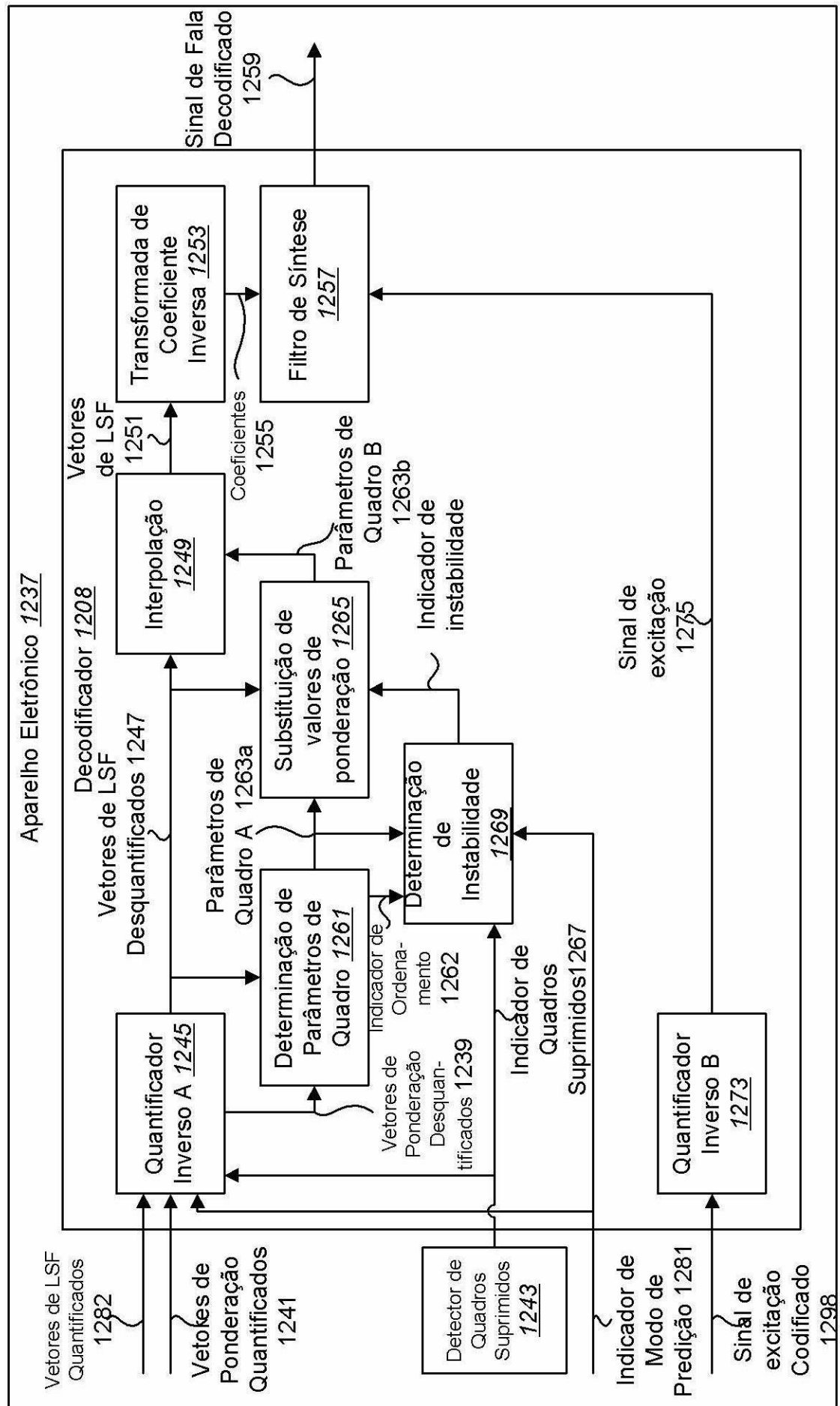
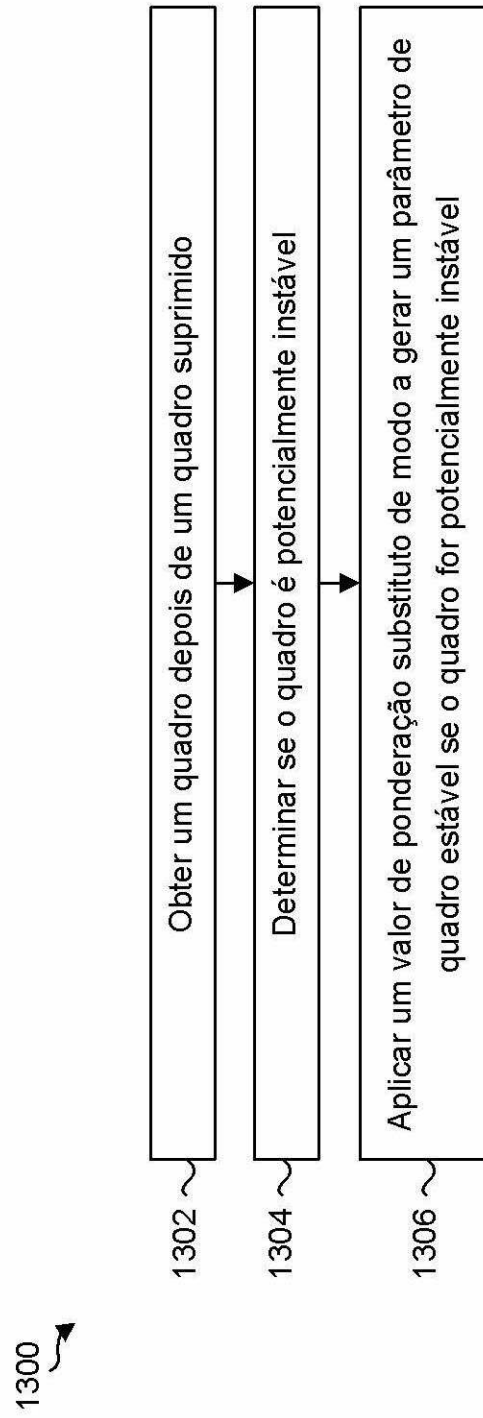


FIG. 12

**FIG. 13**

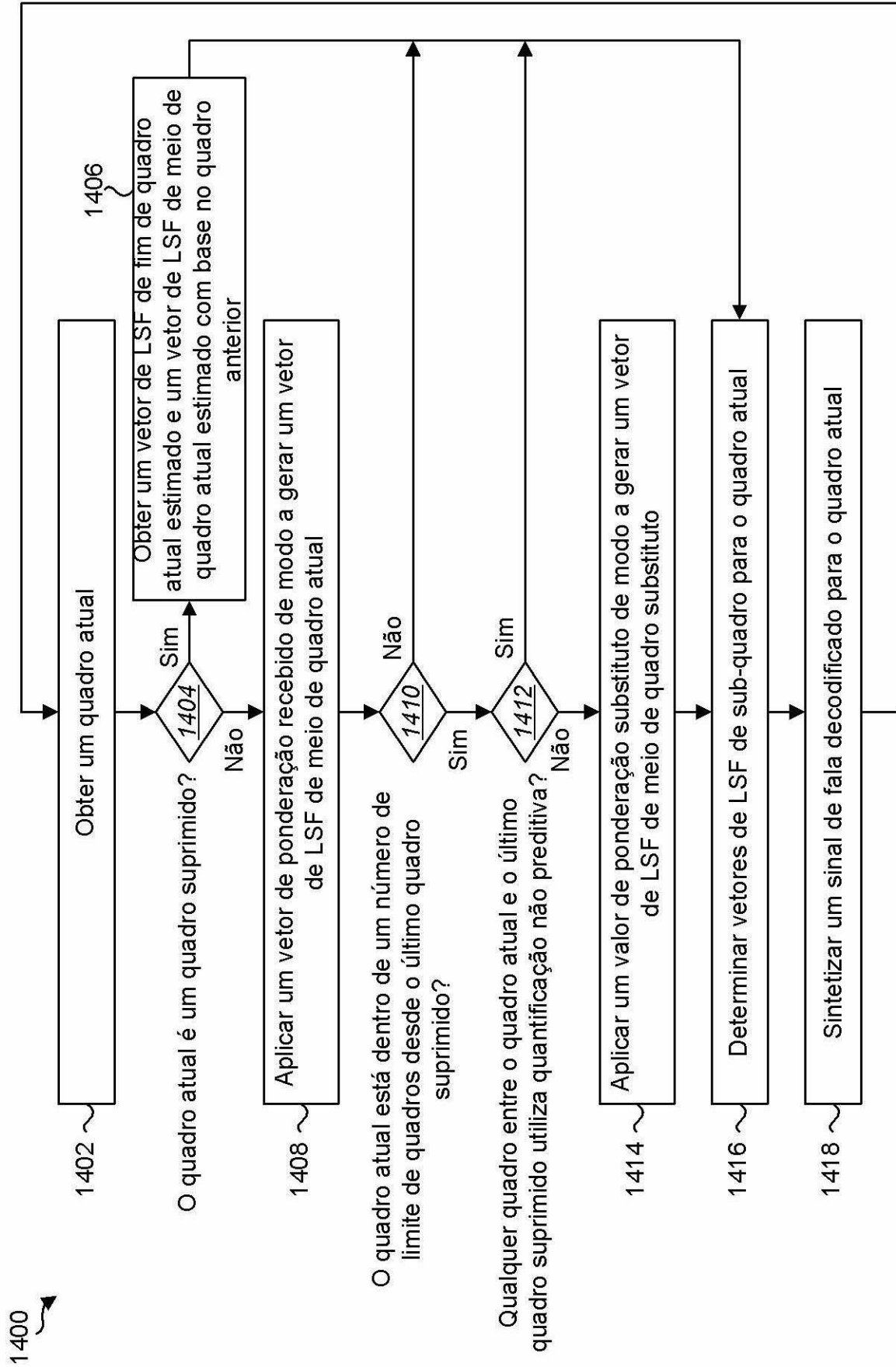


FIG. 14

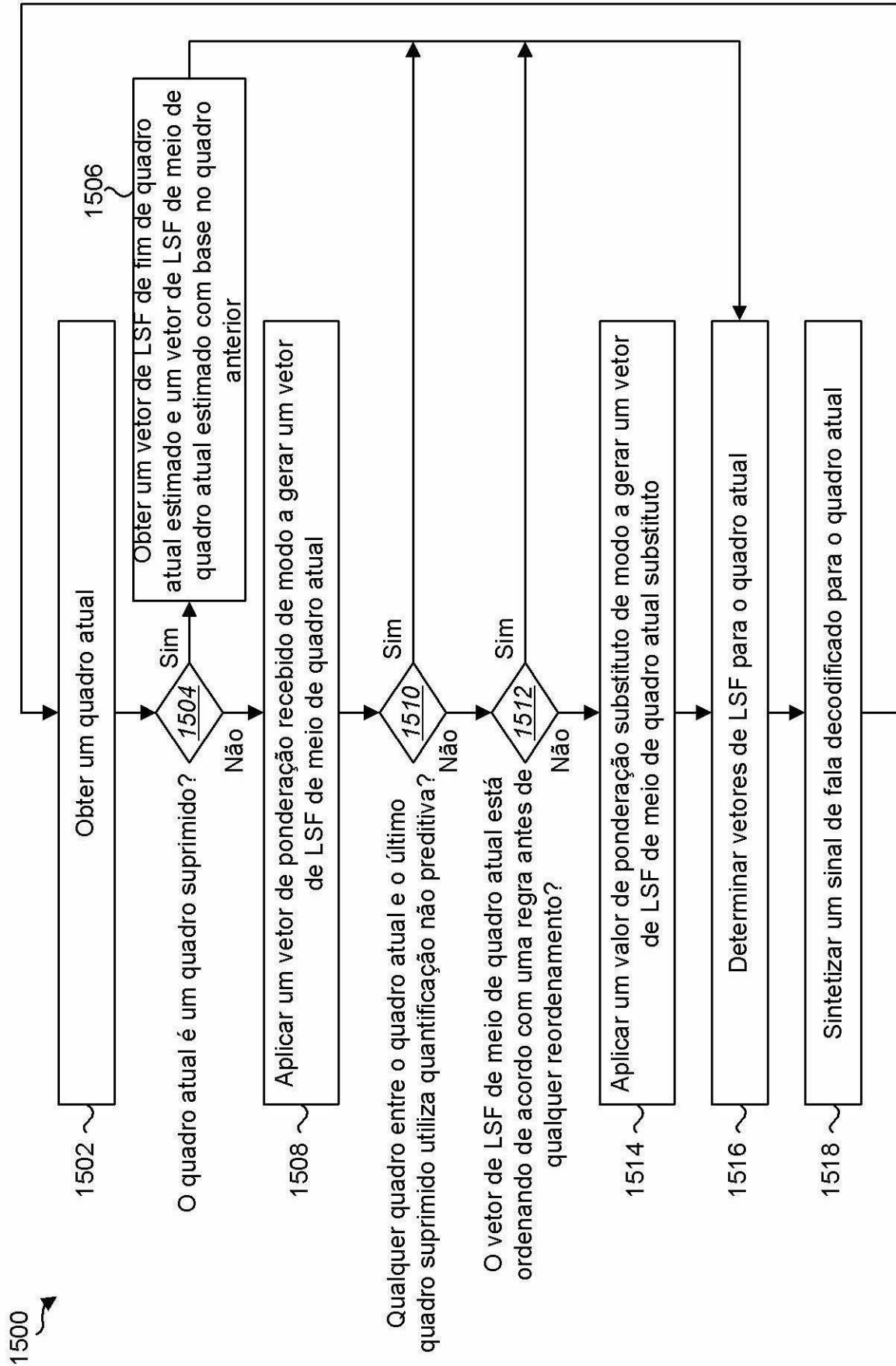


FIG. 15

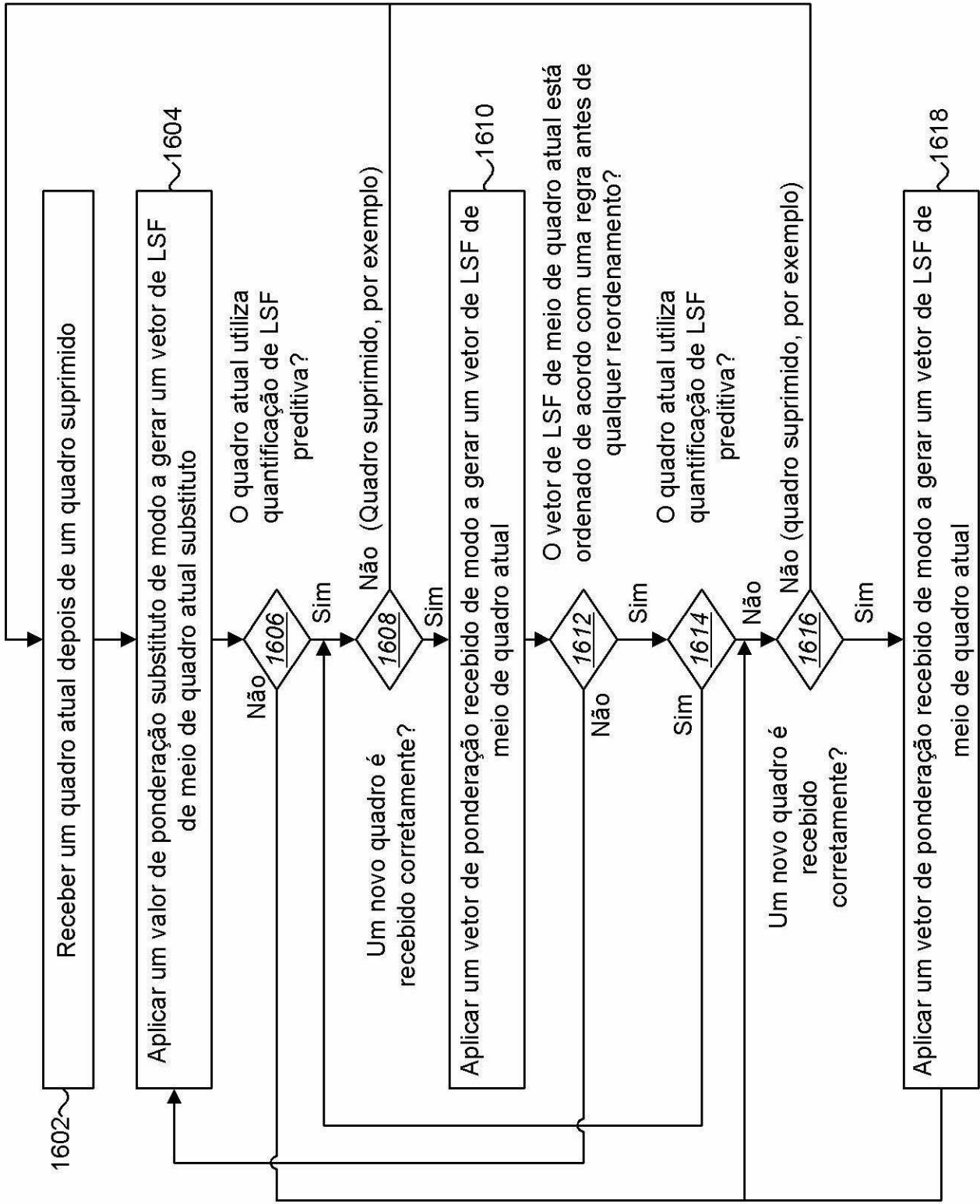
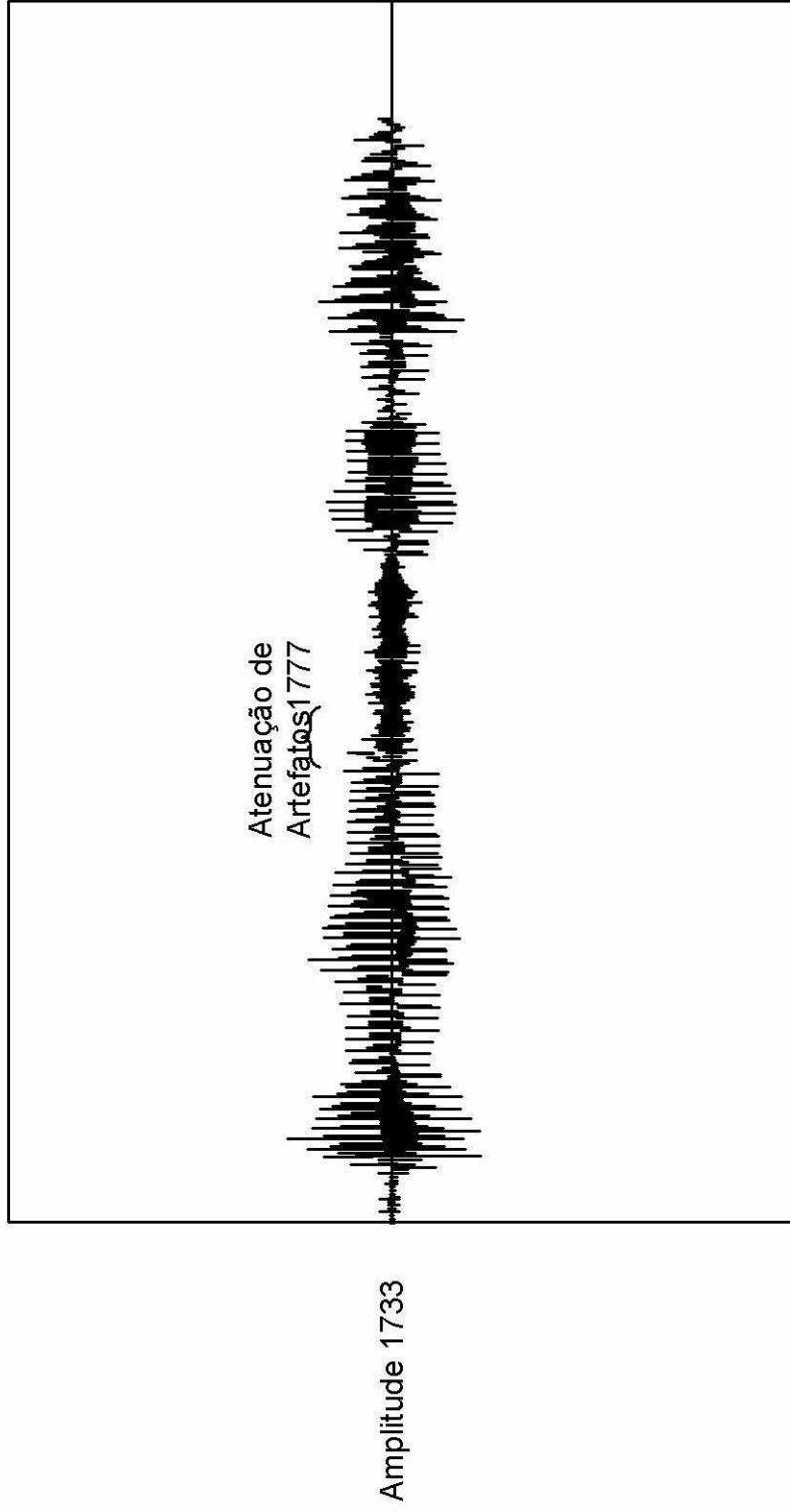


FIG. 16



**FIG. 17**

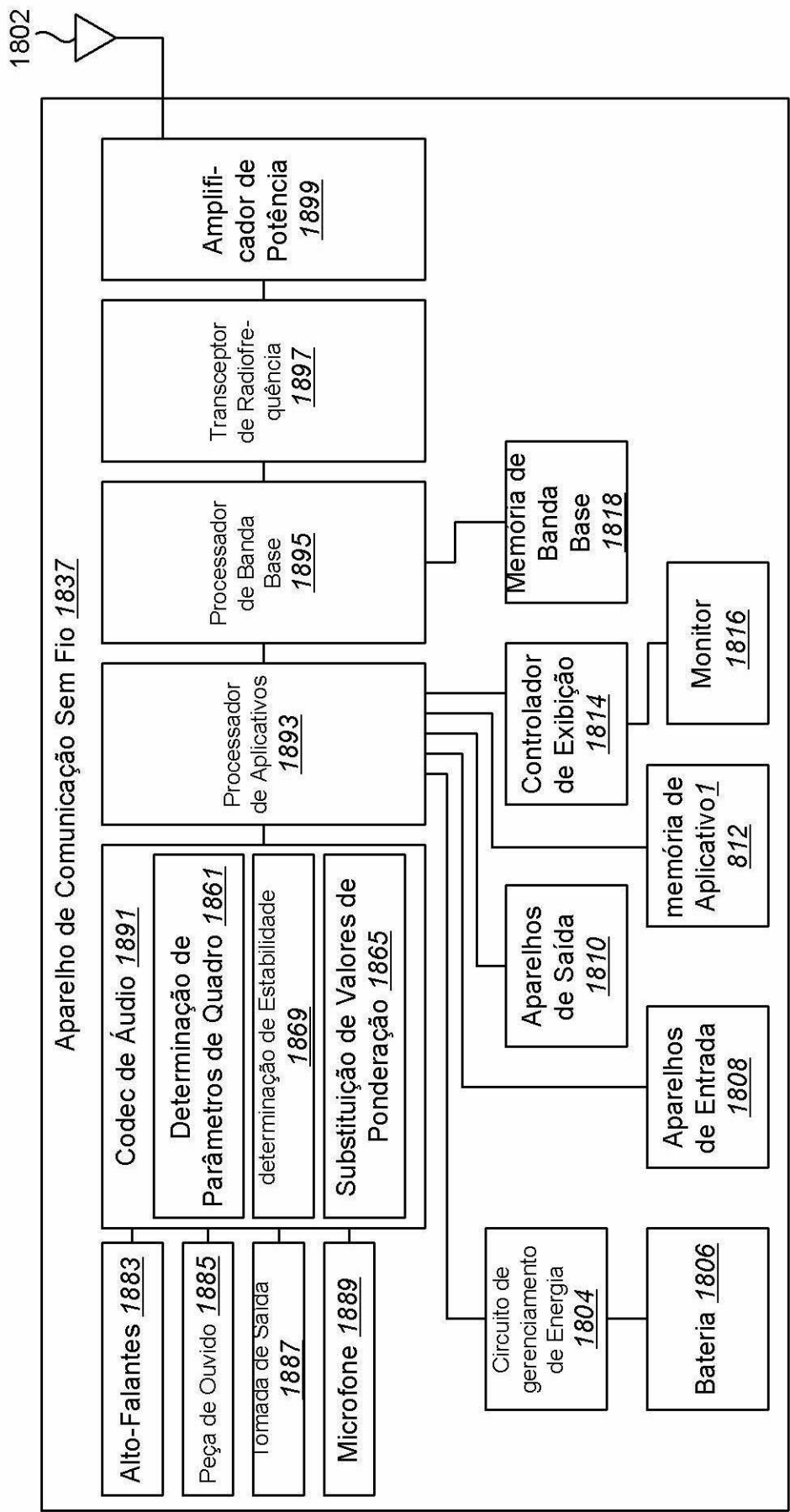


FIG. 18

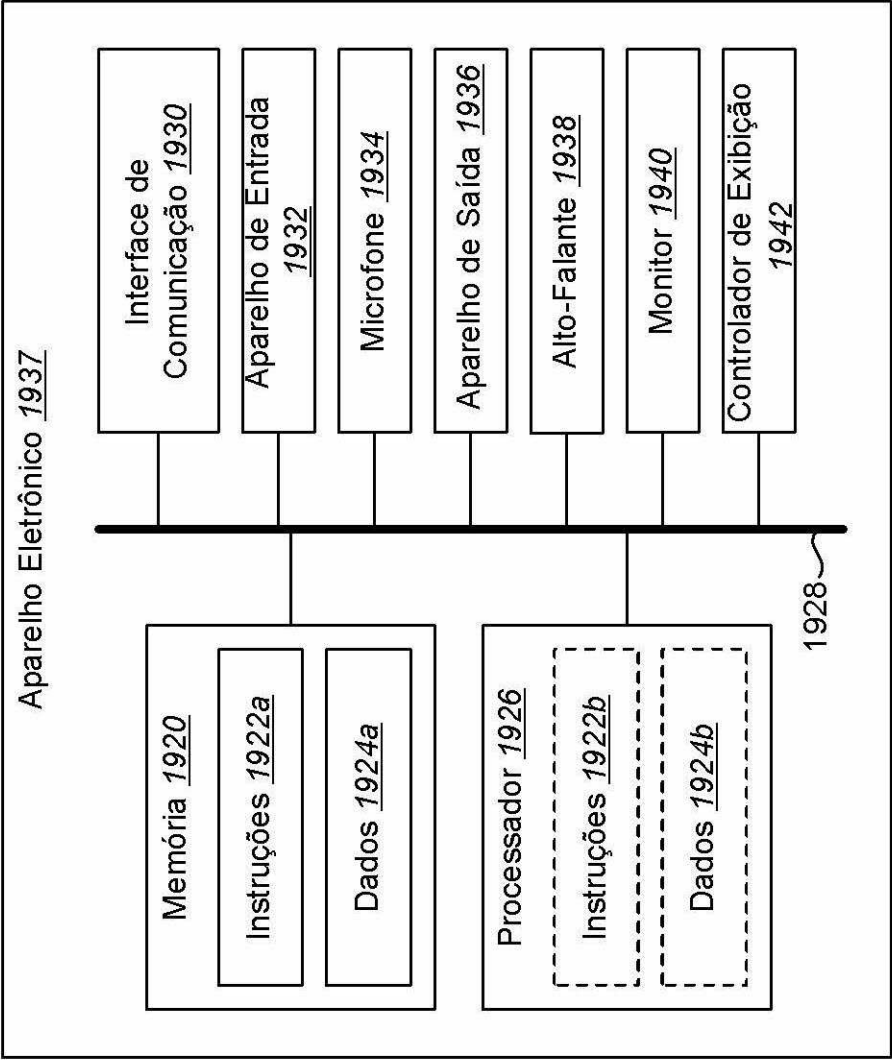


FIG. 19