



República Federativa do Brasil

Ministério do Desenvolvimento, Indústria,
Comércio e Serviços

Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 0905794-3 B1

(22) Data do Depósito: 16/01/2009

(45) Data de Concessão: 03/12/2024

(54) Título: EQUIPAMENTO E MÉTODO PARA COMPUTAR COEFICIENTES DE FILTRO PARA SUPRESSÃO DE ECO

(51) Int.Cl.: G10L 21/02; H04B 3/23; H04M 9/08.

(30) Prioridade Unionista: 22/08/2008 DE 10 2008 039 330.4; 31/01/2008 US 61/025,006.

(73) Titular(es): FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V..

(72) Inventor(es): FABIAN KUECH; MARKUS KALLINGER; CHRISTOF FALLER; ALEXIS FAVROT.

(86) Pedido PCT: PCT EP2009000270 de 16/01/2009

(87) Publicação PCT: WO 2009/095161 de 06/08/2009

(85) Data do Início da Fase Nacional: 30/07/2010

(57) Resumo: EQUIPAMENTO E MÉTODO PARA COMPUTAR COEFICIENTES DE FILTRO PARA SUPRESSÃO DE ECO Uma configuração de um equipamento (200) para a computação de coeficientes de filtro para um filtro adaptativo (210) para a filtragem de um sinal de microfone, de modo a suprimir um eco devido a um sinal de alto-falante inclui um meio de extração (250) para a extração de um sinal de componente fixo ou de um sinal de componente não-fixo do sinal de alto-falante ou de um sinal derivado do sinal de alto-falante, e um meio de computação (270) para a computação dos coeficientes de filtro para o filtro adaptativo (210) com base no sinal de componente fixo extraído ou no sinal de componente não-fixo extraído.

**"EQUIPAMENTO E MÉTODO PARA COMPUTAR COEFICIENTES
DE FILTRO PARA SUPRESSÃO DE ECO"**

DESCRIÇÃO

Configurações da presente invenção referem-se a
5 equipamento e métodos para computar coeficientes de filtro para um
filtro adaptativo para filtrar um sinal de microfone de modo a
suprimir um eco devido a um sinal de alto-falante, como pode ser
empregado, por exemplo, no contexto de sistemas de conferência.
Exemplos de sistemas de conferência incluem sistemas de
10 conferência por telefone, sistemas de conferência por vídeo ou
outros sistemas de conferência bi-direcionais.

HISTÓRICO

Ecos acústicos surgem sempre que tons, sons e
ruidos de um alto-falante são captados por um microfone localizado
15 na mesma sala ou no mesmo ambiente acústico. Em sistemas de
telecomunicações, este sinal de retorno acústico é transmitido de
volta ao assinante distante, que nota uma versão retardada de sua
própria fala. Neste contexto, sinais de eco podem representar uma
perturbação muito dispersiva e podem até inibir a comunicação
20 interativa completa entre as duas partes (full-duplex). Além
disso, ecos acústicos podem resultar em efeitos de rugido e outras
instabilidades do loop de retorno acústico.

WO 2006/111370 A1 refere-se a um método e um
equipamento para remover um eco em um sinal de áudio multicanal. O
25 controle de eco acústico e a supressão de ruído são uma parte
importante de qualquer sistema de telecomunicações sem uso das
mãos tais como sistemas de conferência por telefone, áudio ou
vídeo. O método, descrito no documento, de processamento de sinais

de alto-falante em áudio multicanal e pelo menos um sinal de microfone neste contexto inclui as etapas de transformar o sinal de microfone de entrada em espectros de curta duração de microfone de entrada, computar o sinal combinado de espectro de curta duração de alto-falante dos sinais de alto-falante, computar um espectro de curta duração de sinal de microfone combinado do sinal de microfone de entrada, estimar o espectro de magnitude ou espectro de potência do eco no espectro de curta duração do sinal de microfone combinado, computar um filtro de ganho para modificação da magnitude do espectro de curta duração do microfone de entrada, aplicar o filtro de ganho a pelo menos um espectro de microfone de entrada, e converter o espectro de microfone de entrada filtrado ao domínio de tempo.

Sistemas de supressão de eco e de cancelamento de eco são empregados hoje e podem também ser chamados resumidamente de sistemas de remoção de eco, freqüentemente têm o problema que eles não lidam com diferentes componentes de som, tom e ruído de maneira ótima a despeito do uso de filtros adaptativos. Se um componente for predominante em comparação a outro, uma supressão não ótima do eco do sinal de alto-falante pode, por exemplo, ocorrer no sinal de microfone de tal sistema de comunicação. Por outro lado, no caso de uma composição desviante dos componentes das diferentes fontes, artefatos tonais podem surgir devido à utilização de um sistema de supressão de eco ou de cancelamento de eco, no qual artefatos tonais também são percebidos como extremamente irritantes.

Começando deste estado da arte, o objeto da presente invenção é, portanto melhorar a qualidade de som de um

sistema de supressão de eco ou de cancelamento de eco.

Este objeto é conseguido por um equipamento de acordo com a reivindicação 1, um método de acordo com a reivindicação 23, ou um programa de acordo com a reivindicação 24.

5

SUMÁRIO

Uma configuração de um equipamento para computar coeficientes de filtro para um filtro adaptativo para filtrar um sinal de microfone de forma a suprimir um eco devido a um sinal de alto-falante, compreende meio de extração para extrair um sinal de componente fixo ou um sinal de componente não-fixo do sinal de alto-falante ou de um sinal derivado do sinal de alto-falante. Compreende ainda um meio de computação para computar os coeficientes de filtro do filtro adaptativo com base no sinal de componente fixo extraído ou no sinal de componente não-fixo extraído.

15

Uma configuração de um método para computar coeficientes de filtro para um filtro adaptativo para filtrar um sinal de microfone de modo a suprimir um eco devido a um sinal de alto-falante neste contexto compreende extrair um sinal de componente fixo ou um sinal de componente não-fixo do sinal de alto-falante ou de um sinal derivado do sinal de alto-falante, e computar os coeficientes de filtro do filtro adaptativo com base no sinal de componente fixo extraído ou no sinal de componente não-fixo extraído.

20

Configurações da presente invenção se baseiam no achado de que a melhoria da qualidade de áudio pode ser conseguida no que as propriedades estatísticas do sinal de alto-falante ou de um sinal derivado do sinal de alto-falante podem ser melhoradas, dentro do contexto de computar os coeficientes de filtro para

25

filtragem adaptativa para suprimir um eco no sinal de microfone, em que o sinal de alto-falante é analisado quanto a suas propriedades estatísticas. Para este fim, o sinal de alto-falante ou um sinal derivado do sinal de alto-falante é analisado - de acordo com configurações da presente invenção - para um componente fixo e/ou um componente não-fixo no qual um ou mais sinais de componentes correspondentes são extraídos do respectivo sinal de alto-falante ou do sinal dele derivado. A computação dos coeficientes de filtro do filtro adaptativo é então realizada com base no sinal de componente fixo extraído ou no sinal de componente não-fixo extraído.

Um componente fixo de um sinal, isto é, por exemplo, do sinal de alto-falante ou de um sinal derivado do sinal de alto-falante, pode representar, por exemplo, em um domínio relacionado à frequência, um valor relacionado a potência que varia apenas um pouco ao longo do tempo, ou pode formar um componente fixo correspondente. Um componente fixo de tal sinal pode assim ser determinado, por exemplo, em um domínio relacionado à frequência no qual um valor relacionado a potência é determinado para um sinal de passagem de banda do respectivo sinal, e em que a ponderação no curso do tempo é realizada. A ponderação pode ser conduzida como ponderação oscilante, possivelmente durante o uso de diferentes especificações de computação. Tal computação pode ser conduzida, por exemplo, de maneira recursiva enquanto explorando estrutura de tipo de filtro IIR (IIR = resposta ao impulso infinito). De forma semelhante, ponderação correspondente também pode ser conduzida usando estrutura de tipo de filtro FIR (FIR = resposta ao impulso finito).

Assim sendo, um componente não-fixo do sinal de alto-falante ou do sinal derivado pode ser determinado com base no correspondente sinal de passagem de banda do respectivo sinal. Por exemplo, em configurações da presente invenção, o sinal de componente não-fixo associado pode ser determinado, por exemplo, com base no sinal de componente fixo e em um filtro de ganho. Em configurações, o filtro de ganho pode ainda depender de pelo menos um parâmetro de controle, que em configurações da presente invenção é determinado, por exemplo, com base em uma função de coerência que leva em conta o sinal de alto-falante e o sinal de microfone, ou sinais deles derivados.

Em configurações da presente invenção, os primeiros coeficientes de filtro podem ser computados com base no sinal de componente fixo, e os segundos coeficientes de filtro podem ser computados com base no sinal de componente não-fixo, com base em que os coeficientes de filtro para o filtro adaptativo são eventualmente determinados. Isto pode ocorrer, por exemplo, de tal forma que os coeficientes de filtro do filtro adaptativo correspondam a uma conexão em série de um primeiro filtro, que se baseia nos primeiros coeficientes de filtro, e um segundo filtro, que se baseia nos segundos coeficientes de filtro. Em configurações da presente invenção também é possível determinar os coeficientes de filtro seja com base em primeiros coeficientes de filtro ou com base nos segundos coeficientes de filtro.

Configurações adicionais serão descritas, no prosseguimento da presente descrição, com respeito a suas estruturas e modos de operação. Dependendo da configuração específica, os sinais de componentes fixos e os sinais de

componentes não-fixos podem ser sinais estimados a partir dos respectivos sinais. Da mesma forma, um equipamento de acordo com uma configuração da presente invenção pode ainda compreender um meio de filtragem de supressão configurados para
5 filtrar o sinal de microfone com base nos coeficientes de filtro.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

Configurações da presente invenção serão explicadas abaixo em maiores detalhes com referência aos desenhos
10 anexos. Configurações da presente invenção podem portanto ser melhor entendidas com respeito aos seguintes desenhos:

A Figura 1 mostra um esquema geral de um problema de remoção de eco acústico;

A Figura 2 mostra um diagrama de bloco de um
15 equipamento para computar coeficientes de filtro de acordo com uma configuração da presente invenção;

As Figuras 3a a 3c mostram diagramas de blocos de diferentes meios de extração de acordo com configurações da presente invenção;

20 As Figuras 4a e 4b mostram diagramas de blocos de um filtro de estimativa de eco opcional de acordo com configurações da presente invenção;

As Figuras 5a a 5e mostram diagramas de blocos de meio de computação de acordo com várias configurações da presente
25 invenção;

A Figura 6 mostra um diagrama de bloco de uma configuração adicional de acordo com a presente invenção;

A Figura 7 mostra um diagrama de bloco de uma

configuração adicional da presente invenção na forma de um equipamento para computar coeficientes de filtro;

As Figuras 8a a 8c ilustram uma separação de um componente fixo e um componente não-fixo de um sinal de alto-falante;

A Figura 9a mostra um filtro de supressão de eco para o componente não-fixo em uma frequência de 1 kHz;

A Figura 9b mostra um filtro de supressão de eco associado para um componente fixo do sinal;

As Figuras 10a a 10c ilustram a relação entre a força de um componente fixo e um componente não-fixo e um ganho de previsão ao longo de uma atividade de voz de um canal de alto-falante;

A Figura 11 mostra um diagrama de bloco de uma configuração adicional da presente invenção;

A Figura 12 mostra um diagrama de bloco de uma configuração adicional da presente invenção;

A Figura 13 mostra um diagrama de bloco de uma configuração da presente invenção para uma implementação multicanal;

A Figura 14 mostra uma ilustração de um agrupamento de um espectro de transformação de Fourier uniforme de curta duração em grupos de modo a mimetizar a resolução de frequência não uniforme do sistema auditivo humano;

A Figura 15a mostra filtros de interpolação de Hann usados para suavizar o filtro de ganho sobre a frequência; e

A Figura 15b mostra o curso dos coeficientes de filtro de ganho com uma curva interpolada dos mesmos.

DESCRIÇÃO DETALHADA DAS CONFIGURAÇÕES

Antes de descrever, com referência às Figuras 2 a 15, várias configurações da presente invenção que permitem supressão de eco acústico durante o uso de uma separação de componentes de sinal fixo e não-fixo, um esquema geral de um problema de remoção de eco acústico será inicialmente ilustrado com referência à Figura 1.

Ecos acústicos surgem sempre que sons, tons e ruídos de um alto-falante são captados por um microfone localizado na mesma sala ou no mesmo ambiente acústico. Em sistemas de telecomunicações, estes sinais de retorno acústicos são transmitidos de volta ao assinante distante, que nota uma versão retardada de sua própria fala. Neste contexto, sinais de eco representam uma perturbação muito dispersiva e podem até inibir a comunicação interativa completa entre as duas partes. Além disso, ecos acústicos podem resultar em efeitos de rugido e outras instabilidades do loop de retorno acústico. Em um sistema de telecomunicações sem uso das mãos adequado à comunicação full-duplex, o controle de eco é portanto exigido para suprimir o acoplamento entre o alto-falante e o microfone. A Figura 1 ilustra o problema de eco acústico.

A Figura 1 desta forma mostra um alto-falante 100, que pode ser provido, com um microfone 110, em um ambiente acústico 120, que pode ser uma sala, por exemplo. De modo similar, o ambiente acústico 120 também pode ser o interior de um veículo.

Neste contexto, um sinal de alto-falante 130, que na Figura 1 também é chamado de $x[n]$ com um índice de tempo inteiro n , torna-se disponível para o alto-falante 100. O

microfone 110 capta os ruídos, sons e tons que emanam do ambiente acústico 120, e gera um sinal de microfone 140, que também é chamado de $y[n]$ na Figura 1. Tanto o sinal de alto-falante 130 quanto o sinal de microfone 140 são fornecidos como sinais de entrada para uma unidade de processo de remoção de eco 150, que fornece, em uma saída, um sinal com eco suprimido 160 do sinal de microfone 140, que também é chamado de $e[n]$ na Figura 1.

A Figura 1 desta forma basicamente ilustra o problema de eco acústico da forma que pode surgir em sistemas de comunicação bi-direcionais. O sinal da extremidade distante do sistema de telecomunicação que é emitido pelo alto-falante alcança o microfone em um caminho direto 170 e via caminhos refletidos 180-1, 180-2, que também são chamados de caminhos indiretos. Por este motivo, o microfone 110 não apenas capta a voz na extremidade local, próxima, mas também registra o eco que é então devolvido ao usuário na extremidade distante.

Em outras palavras, o sinal de alto-falante $x[n]$ é devolvido ao sinal de microfone $y[n]$. Um processo de remoção de eco, realizado na unidade de processo de remoção de eco 150, idealmente remove este eco enquanto permite que a voz da extremidade local, próxima, do sistema de telecomunicação passe adiante.

Um método convencional para lidar com este eco é colocar um eliminador de eco acústico (AEC) em paralelo com o caminho de propagação do sinal de eco, como é descrito na Referência [1]. Em tal eliminador de eco acústico, uma réplica digital do sinal de eco é estimada e é subsequente subtraída do sinal de microfone medido ou observado. Abordagens padrão para

eliminar ecos acústicos confiam na presunção de que o caminho do eco pode ser modelado por um filtro FIR linear (FIR = resposta ao impulso finito), e implementam eliminadores de eco acústico de acordo, como também é descrito na Referência [1]. Como o caminho do eco é tipicamente desconhecido e, mais ainda, pode mudar durante o tempo de operação, o filtro linear de tal eliminador de eco acústico é tipicamente percebido adaptativamente. Para ser capaz de modelar caminhos típicos do eco, faz-se uso de filtros FIR de comprimentos de tipicamente algumas centenas de milissegundos - em relação à respectiva velocidade de amostragem - o que também implica um alto nível de complexidade computacional.

Na prática, as atenuações de eco exequíveis para estas abordagens convencionais frêquentemente não são suficientes por vários motivos. Estes motivos incluem, por exemplo, tempos de reverberação longos (efeito de cauda de eco), o que resulta em submodelamento do caminho do eco, componentes de eco não-lineares causados, por exemplo, por efeitos de vibração ou o comportamento não-linear de hardware de áudio particularmente barato, e problemas de convergência no caso de uma alta taxa temporal de mudança com respeito aos caminhos do eco, como é descrito na Referência [2]. Portanto, eliminadores de eco acústico são combinados com pós-processadores não-lineares para remover ecos residuais e componentes de eco que o eliminador de eco não poderia eliminar, como é descrito na Referência [3]. Comumente, a supressão de ecos residuais é feita de uma forma seletiva de frequência, como é descrito na Referência [4]. De fato, virtualmente todos os eliminadores de eco acústico usam tais pós-processadores porque eles falham com excessiva frequência para

reduzir suficientemente o eco de tal forma que se torne inaudível.

Recentemente, um bom número de supressores de eco acústico para o domínio de sub-banda foram propostos nas Referências [5, 6] que guardam semelhanças com os supracitados pós-processadores não-lineares, mas não têm necessidade de um eliminador de eco acústico e de estimar a resposta por impulso ao caminho do eco. Reivindica-se que estes sistemas são de baixa complexidade computacional e robustos enquanto conseguem um alto grau de caráter duplex.

O esquema supressor de ecos proposto na Referência [6] aplica uma transformação de Fourier de curta duração (STFT) para computar espectros dos sinais do alto-falante e do microfone. Um valor de retardo d entre as transformadas de curta duração dos dois sinais é aplicado ao correspondente sinal de alto-falante, referido valor de retardo sendo escolhido tal que a maior parte do efeito da resposta por impulso ao caminho do eco é levada em conta.

Então um filtro de estimativa de eco com valor real, que imita o efeito do caminho inicial do eco, é estimado.

Para obter um espectro estimado de magnitude de eco, o valor de retardo estimado e o filtro de estimativa de eco são aplicados aos espectros de alto-falante. Enquanto usa a estimativa do espectro de magnitude do eco, um filtro de supressão de eco com valor real é computado e aplicado ao espectro de sinal do microfone para suprimir o eco.

A fraqueza dos sistemas de supressão de eco acústico supracitados é que eles não têm um bom desempenho em conexão com sinais de alto-falante compostos de uma mistura de

componentes de sinal fixo e não-fixo. Este é o caso, por exemplo, quando a fala na extremidade distante é registrada em um ambiente ruidoso. Então o sinal de alto-falante e o sinal de eco contêm a fala da extremidade distante não-fixa e o ruído de fundo da extremidade distante fixa.

Sistemas atuais de supressão de eco acústico determinam apenas um filtro de remoção de sinal de eco para o sinal de alto-falante. Conseqüentemente, estas abordagens não levam em conta que componentes de eco com características diferentes causam diferentes tipos de perturbações nos sinais da extremidade próxima, que portanto deve ser processada diferentemente.

A Figura 2 mostra uma primeira configuração de um equipamento 200 para computar coeficientes de filtro para um filtro adaptativo 210, o referido equipamento utilizando, tal qual o método associado, uma separação de um sinal fixo e um sinal não-fixo a fim de melhorar a supressão de eco e, desta forma, melhorar a qualidade de áudio exequível. Configurações da presente invenção desta forma possibilitam diferentes formas de manipular a supressão de sinais de acordo com suas propriedades estatísticas e aspectos, o que leva a uma supressão de eco mais efetiva que é menos suscetível a artefatos.

Como introdução, um diagrama de bloco do equipamento 200 de acordo com uma configuração da presente invenção será inicialmente explicada, antes que detalhes adicionais de implementação sejam explicados, em conexão com as Figuras 3 a 5, com respeito a várias configurações da presente invenção. Neste contexto é útil destacar que mesmo se os diagramas

de bloco de equipamentos de acordo com configurações da presente invenção forem mostrados e descritos nas figuras, os referidos diagramas de bloco podem também ser entendidos como fluxogramas de métodos correspondentes que detalham as etapas correspondentes do método enquanto indicam as direções de fluxo. Em outras palavras, os diagramas de bloco detalhados em conexão com a presente descrição podem também ser entendidos como fluxogramas correspondentes que refletem as etapas individuais do método dos meios e unidades individuais.

Além disso, é útil notar neste ponto que dentro do contexto da presente descrição, números de referência idênticos ou similares serão usados para meios, objetos e estruturas que são idênticos ou similares na função. Por outro lado, meios, unidades e objetos designados por números de referência idênticos ou similares compreendem aspectos estruturais e funcionais idênticos ou similares. Em outras palavras, na presente descrição de números de referência idênticos designam meios, unidades, e objetos que são idênticos em ação, função, estrutura ou similares em ação, função ou estrutura. Isto permite uma representação mais curta e mais concisa das configurações da presente invenção, já que passagens da descrição podem ser transferidas de uma configuração para outra, a menos que isto seja explicitamente excluído.

Além disso, na presente descrição, números de referência sumarizantes serão usados para meios, estruturas e objetos que ocorram mais de uma vez dentro de uma figura ou configuração. Por exemplo, os dois caminhos indiretos 180-1, 180-2 que são mostrados na Figura 1 receberam de fato diferentes números de referência na Figura 1, mas se os caminhos indiretos são

designados em si mesmos, ou se seus aspectos gerais são descritos, apenas o número de referência sumarizante 180 será usado na presente descrição. Isto, também, serve para melhorar o entendimento e a concisão da presente descrição.

5 O equipamento 200 como é mostrado na Figura 2 inclui uma entrada 220 para um sinal de alto-falante de um alto-falante não mostrado na Figura 2. A entrada 220 é acoplada, no lado de entrada, a um meio de conversão de tempo/frequência 230, que está detalhado em linhas pontilhadas na Figura 2 como um
10 componente opcional do equipamento 200. O meio de conversão de tempo/frequência 230 está acoplado a um primeiro filtro opcional de estimativa de eco 240, que como um componente opcional, contudo, não precisa ser necessariamente implementado dentro do contexto do equipamento 200. Uma saída do filtro de estimativa de
15 eco 240 é acoplada a uma entrada 250a de um meio de extração 250, que por sua vez é acoplado, com uma primeira saída 250c e uma segunda saída 250d, a um segundo filtro opcional de estimativa de eco 260 através da primeira entrada 260a e de uma segunda entrada 260b. Este filtro de estimativa de eco, também, pode ser
20 dispensado, com respeito a sua implementação, em configurações da presente invenção. Por exemplo, em diferentes configurações da presente invenção de um equipamento 200, o primeiro filtro de estimativa de eco 240 pode ser implementado, com o segundo filtro de estimativa de eco 260, exatamente da mesma forma que um
25 equipamento 200 inteiramente sem qualquer primeiro ou segundo filtro de estimativa de eco 240, 260. Naturalmente, também são possíveis implementações nas quais apenas um dos dois filtros de estimativa de eco 240, 260 é implementado. A implementação de

componentes adicionais também é possível.

Se o segundo filtro de estimativa de eco 260 existir, será acoplado, com uma primeira saída 260c e uma segunda saída 260d, em uma primeira entrada 270a e uma segunda entrada 5 270b de um meio de computação 270 para computar os coeficientes de filtro para o filtro adaptativo 210. O meio de computação 270 também é acoplado, através de uma saída 270d, a uma entrada do filtro adaptativo 210.

Além disso, o filtro adaptativo 210 é acoplado a 10 uma entrada do filtro adaptativo 210 através de uma entrada 280 para um sinal de microfone através de um meio opcional de conversão de tempo/frequência 290. Uma saída do filtro adaptativo 210 é acoplada a uma saída para o sinal com eco eliminado de microfone através de um meio opcional de conversão de 15 frequência/tempo 300. Além disso, a entrada 280 também é opcionalmente acoplada, através do meio de conversão de tempo/frequência 290, a uma segunda entrada 250b do meio de extração 250 e a uma terceira entrada 270c do meio de computação 270. Estas duas entradas 250b, 270c do meio de extração 250 e do 20 meio de computação 270, contudo, são opcionais e podem ser implementadas independentemente uma da outra em várias configurações da presente invenção.

O equipamento 200 pode ser implementado, por exemplo, na unidade de processo de remoção de eco 150 mostrada na 25 Figura 1.

Antes que o modo de operação da configuração, mostrada na Figura 2, de um equipamento 200 seja explicado em maiores detalhes, deve-se também mencionar que as configurações da

presente invenção podem basicamente ser implementadas tanto dentro de circuitos discretos como dentro de circuitos integrados ou outros, circuitos mais complexos. Por exemplo, configurações da presente invenção também podem ser implementados em meio de 5 processamento de dados, isto é, processadores, sistemas integrados (SOC = sistema no chip), circuitos integrados específicos para aplicação (ASIC) ou outros circuitos integrados e processadores para fins especiais. Neste contexto, é bem possível que partes de circuito idênticas do respectivo meio de processamento de dados 10 sejam empregadas em diferentes meios de uma maneira temporariamente consecutiva. Por exemplo, o mesmo portal lógico de uma unidade lógica aritmética (ALU) de um processador pode ser usado, primeiramente, dentro do contexto da funcionalidade do meio de extração 250, e, secundariamente, dentro do contexto da 15 funcionalidade do meio de computação 270. Não obstante, os dois meios diferem não menos com respeito a aspectos adicionais, tais como, no caso supracitado, com respeito a diferentes comandos de controle, que co-definem o meio diferente, por exemplo. Uma sobreposição parcial ou completa de implementações de engenharia 20 de circuitos de diferente meio é, portanto, bem possível.

Não menos por este motivo que na presente descrição meios, componentes e estruturas que são acoplados um ao outro, são entendidos como meios, componentes e estruturas que estão indiretamente ou diretamente interconectados. Se houver uma 25 implementação com base em meio de processamento de dados, por exemplo, um acoplamento pode ser conduzido através de um local de armazenamento de uma memória que tenha um resultado intermediário na forma de um sinal nela armazenado.

Além disso, contudo, configurações da presente invenção não estão basicamente limitadas a implementações digitais, mesmo se principalmente implementações digitais serão descritas no prosseguimento da descrição. Por exemplo, uma implementação analógica ou uma implementação mista compreendendo componentes análogos e digitais é exequível, em princípio. Em tal caso, conversores adicionais A/D ou D/A (conversores análogo/digital e digital/análogo) podem ser empregados, por exemplo, de modo a possivelmente formar os sinais de um tipo ou de outro.

Com respeito ao modo de operação do equipamento 200 como está detalhado na Figura 2, um sinal de alto-falante disponibilizado na entrada 220 do equipamento 200 é possivelmente transformado a um domínio relacionado à frequência pelo meio de conversão de tempo/frequência 230 que está opcionalmente presente. O meio de conversão de tempo/frequência 230 garante, no caso de uma implementação operando sobre blocos de dados (frames), uma conversão para uma representação espectral do respectivo bloco de dados, a fim de que a representação espectral fornecida na saída do meio de conversão de tempo/frequência 230 corresponda ao bloco de dados no domínio de tempo. Dependendo da implementação específica, um meio de conversão baseado em transformação de Fourier, um meio de conversão baseado em sub-banda ou um meio de conversão baseado em QMF (QMF = filtro de quadratura de espelho) podem ser usados dentro do contexto do meio de conversão de tempo/frequência 230. Independente do modo preciso de operação do meio de conversão de tempo/frequência 230 implementado, o referido meio de conversão 230 converte o sinal (presente no domínio de

tempo) fornecido em sua entrada a diversos sinais de passagem de banda. Cada sinal de passagem de banda tem uma frequência característica associada a ele, que pode ser, por exemplo, uma frequência central, uma frequência de corte inferior da respectiva banda ou uma frequência de corte superior da respectiva banda, por exemplo. Dependendo da implementação específica, os sinais individuais de passagem de banda podem ter mais do que uma frequência característica ou um parâmetro característico adicional associado a eles.

O primeiro filtro de estimativa de eco 240 representa uma possibilidade de modular o ambiente acústico 120 (da Figura 1), a fim de que um sinal esteja presente em sua saída que idealmente compreende um espectro de magnitude que corresponde ao sinal que seria captado pelo sinal de microfone como sendo o sinal de alto-falante. Como já foi explicado acima, contudo, o primeiro filtro de estimativa de eco 240 é um filtro opcional que pode talvez não ser implementado.

O sinal de alto-falante ou o sinal que é opcionalmente processado, filtrado e portanto derivado adequadamente pelos componentes opcionais 230, 240 é agora fornecido ao meio de extração 250 em sua primeira entrada. O meio de extração 250 está configurado para gerar um sinal de componente fixo e um sinal de componente não-fixo a partir do sinal de alto-falante ou a partir do sinal derivado do sinal de alto-falante. Como será visto na descrição seguinte das configurações da presente invenção, isto pode ser efetuado, por exemplo, ponderando o sinal de entrada de modo a determinar o sinal de componente fixo, por exemplo.

Dependendo da implementação específica, o sinal pode ser um sinal estimado que desvia de um componente fixo "real". Assim sendo, um componente não-fixo, ou um sinal de componente não-fixo, pode ser determinado a partir do sinal de componente fixo, possivelmente durante o uso de um filtro de ganho não detalhado na Figura 2.

Em outras configurações da presente invenção, o meio de extração 250 também pode usar uma medida de estado estacionário diferente da descrita, por exemplo.

Com respeito ao componente não-fixo, ou o sinal de componente não-fixo, o referido componente ou sinal também pode ser determinado, por exemplo, por uma comparação da mudança temporal no sinal de entrada. Outrossim, no caso da implementação de um codec de voz dentro do contexto do equipamento 200 ou na vizinhança do equipamento 200, uma medida de previsão pode talvez ser usada, no meio de extração 250, para extrair pelo menos um dos dois sinais mencionados. Tal medida de previsão pode representar, por exemplo, o sinal de erro de um codec LPC (LPC = codec preditivo linear).

O meio de extração 250 compreende as duas saídas que já foram descritas acima e onde sinais diferentes podem ser fornecidos, dependendo da implementação. Por exemplo, pelo menos o sinal de componente fixo ou o sinal de componente não-fixo é tipicamente fornecido na primeira saída do meio de extração 250. O outro dos dois sinais de componentes, ou um sinal compreendendo informação com respeito à saída de sinal na primeira saída, pode talvez ser fornecido na segunda saída. Este pode ser, por exemplo, parâmetros para o processamento adicional do respectivo sinal no

meio de computação 270, ou este pode apenas ser um sinal de controle que indica qual dos dois sinais de componentes é transmitido...

O segundo filtro opcional de estimativa de eco 260 geralmente corresponde ao primeiro filtro de estimativa de eco 240 com respeito à funcionalidade. Do mesmo modo, o segundo filtro de estimativa de eco 260 geralmente é capaz, desde que seja implementado para realizar uma estimativa de eco desta maneira, de estimar o sinal de alto-falante fornecido na entrada 220 de forma a obter um sinal que corresponderia ao sinal registrado pelo microfone, desde que, idealmente, nenhuma fonte adicional de ruído esteja presente. O primeiro filtro de estimativa de eco 240 bem como o segundo filtro de estimativa de eco 260 podem opcionalmente compreender um meio de retardo que leva em conta um retardo do eco do alto-falante que é captado pelo microfone. Em outras palavras, os filtros 240, 260 também podem ser usados para retardar o sinal de alto-falante ou o sinal dele derivado, seja por uma implementação adicional de um meio de retardo ou por conta de suas estruturas internas. Geralmente, uma separação das duas funcionalidades da estimativa de eco, por um lado, e do retardo, por outro lado, também é adicionalmente possível, naturalmente, em que, por exemplo, o primeiro filtro de estimativa de eco 240 é usado apenas para retardar o respectivo sinal, ao passo que o segundo filtro de estimativa de eco 260 realiza a verdadeira estimativa de eco.

Os sinais fornecidos pelo segundo filtro de estimativa de eco 260 são então fornecidos ao meio de computação 270, que por sua vez é configurado para computar ou para

determinar os coeficientes de filtro para o filtro adaptativo 210 com base no sinal de componente fixo extraído ou no sinal de componente não-fixo extraído. Dependendo da implementação específica, o meio de computação 270 também pode usar em emergência, para este propósito, o sinal de microfone fornecido na entrada 280, ou os sinais de microfone transferidos ao domínio relacionado à frequência. Este sinal também está possivelmente disponível para o meio de extração 250, como será descrito em maiores detalhes abaixo.

O filtro adaptativo 210, que obtém os coeficientes de filtro do meio de computação 270, então realiza a verdadeira modificação espectral do sinal de microfone de modo a fornecer, em sua saída, uma versão do sinal de microfone com eco pelo menos parcialmente eliminado para processamento adicional. Dependendo da implementação específica, o sinal de microfone que teve o eco eliminado ou o espectro modificado desta maneira pode ser convertido de volta ao domínio de tempo através do meio de conversão de frequência/tempo 300, ou pode ser emitido diretamente na saída 310. Por exemplo, uma transformação inversa ao domínio de tempo pelo meio de conversão 300 pode não ser útil quando, por exemplo, o correspondente sinal de microfone está codificado no domínio de frequência ou um domínio relacionado à frequência de alguma forma.

Antes que componentes individuais do diagrama de bloco, mostrado na Figura 2, do equipamento 200 sejam descritos em maiores detalhes em conexão com as Figuras 3a a 5e, deve ser notado neste ponto que o processamento do sinal de alto-falante ou do sinal derivado do sinal de alto-falante pode ser geralmente

realizado no domínio relacionado à frequência de tal forma que um sinal de passagem de banda individual associado, diversos sinais de passagem de banda, uma quantidade enorme de sinais de passagem de banda ou todos os sinais de passagem de banda são processados adequadamente.

Também será notado que os meios e filtros individuais podem operar enquanto usam valores relacionados à potência, por exemplo, dependendo das implementações específicas. Um valor relacionado à potência é um valor que é formado como uma potência de um valor de base real com um expoente par, ou é formado como uma potência de uma magnitude de um valor (valor absoluto) com qualquer potência. Se, por exemplo, espectros de curta duração são processados nos filtros individuais ou nos meios individuais, os referidos espectros podem operar em valores relacionados à potência, por exemplo, em valores de energia que são formados como quadrados de magnitude dos coeficientes espectrais associados. Da mesma forma, espectros de magnitude, isto é, valores absolutos dos respectivos coeficientes espectrais, podem ser usados com o expoente 1. Em outras palavras, valores que são proporcionais a $|z|^m$, sendo m um número positivo, por exemplo, um número natural, pode ser usado, pois valores relacionados a potência, começando de qualquer valor z , que é um valor real ou complexo. No caso de um valor z real, valores que são proporcionais a z^{2m} podem adicionalmente ser usados como valores relacionados à potência.

A Figura 3a mostra um diagrama de bloco do meio de extração 250 de acordo com uma configuração da presente invenção, como pode ser implementado no contexto do equipamento

200. O meio de extração 250 meramente compreende uma primeira entrada 250a, que é acoplada à saída do primeiro filtro opcional de estimativa de eco 240 na Figura 2. Contudo, o meio de extração 250, como é mostrado na Figura 3a não tem segunda entrada (entrada 250b na Figura 2).

A primeira entrada 250a do meio de extração 250 é acoplado a um meio de ponderação 320 configurado para determinar um valor médio do sinal fornecido na entrada 250a. O termo sinal aqui compreende não apenas sinais no domínio de tempo (sinais de tempo), mas também sinais no domínio de frequência ou um domínio relacionado à frequência, caracterizado pelo fato de que os respectivos sinais são representações espectrais de sinais no domínio de tempo. Da mesma forma, sinais também podem abranger e transmitir informações derivadas dos sinais anteriormente mencionados, tais como magnitudes de valores no domínio de frequência (amplitude espectral), valores de energia (quadrados de magnitude), espectros e outros valores derivados e quantidades.

Em uma saída do meio de ponderação 320, o referido sinal que é fornecido na entrada 250a é emitido, no meio de extração 250 mostrado na Figura 3a, como um sinal de componente fixo em uma primeira saída 250c do meio de extração 250. Como também é mostrado na Figura 2, a primeira saída 250c é acoplada ao segundo filtro opcional de estimativa de eco 260 e/ou ao meio de computação 270.

O sinal fornecido na primeira entrada 250a é depois fornecido, com o sinal de componente fixo fornecido na saída do meio de ponderação 320, para um filtro de ganho 330 que emite o sinal de componente não-fixa uma saída, e o encaminha para

a segunda saída 250d do meio de extração 250. O filtro de ganho 330 é configurado para determinar o sinal de componente não-fixo com base no sinal de alto-falante que chega na primeira entrada 250a, ou do sinal dele derivado, bem como do sinal de componente fixo. Com respeito à funcionalidade adicional tanto do meio de ponderação 320 quanto do filtro de ganho 330, deve-se consultar as explicações dadas acima com respeito à Figura 2, e as explicações adicionais dadas adiante na presente descrição.

A Figura 3b mostra como um meio de extração adicional 250 pode ser empregado em uma configuração da presente invenção em um equipamento 200. O meio de extração 250 mostrado na Figura 3b difere do mostrado na Figura 3a essencialmente pelo fato de que o mostrado na Figura 3b compreende adicionalmente um meio de computação de parâmetro 340 que também está acoplado, no lado da entrada, à primeira entrada 250a. Com uma saída, o meio de computação de parâmetro 340 é acoplado ao filtro de ganho 330, que tem um parâmetro de controle fornecido pelo meio de computação de parâmetro 340 para computar o sinal de componente não-fixo. Para detalhes mais específicos com respeito ao modo de operação, deve-se consultar a descrição que segue.

Como um componente opcional, o meio de extração 250 mostrado na Figura 3b compreende ainda a segunda entrada 250b já detalhada em conexão com a Figura 2 que pode ser indiretamente acoplado, por um lado, a uma entrada adicional do meio de computação de parâmetro 340, e por outro lado, como também é mostrado na Figura 2, à entrada 280 para o sinal de microfone. No presente caso, o acoplamento indireto pode talvez ser efetuado durante o uso do meio de conversão de tempo/frequência 290. Também

com respeito ao modo de operação do meio de computação de parâmetro 340, deve-se consultar a descrição que segue.

A Figura 3c mostra uma potencial implementação adicional de um meio de extração 250 como pode ser empregado no equipamento 200 da Figura 2. O meio de extração 250 mostrado na Figura 3c aqui se baseia naquele mostrado na Figura 3b, o meio de computação de parâmetro 340 sendo também mostrado, com suas conexões, como um componente opcional. Diferentemente do meio de extração 250 mostrado na Figura 3b, o meio de extração 250 mostrado na Figura 3c compreende um meio de distribuição 350 que é acoplado, com uma entrada em cada caso, às saídas do meio de ponderação e do filtro de ganho 330, respectivamente. O meio de distribuição 350 tem tanto o sinal de componente fixo do meio de ponderação 320 quanto o sinal de componente não-fixo do filtro de ganho 330 fornecido.

No lado de saída, o meio de distribuição 350 é acoplado tanto à primeira saída 250c quanto à segunda saída 250d do meio de extração 250. O meio de distribuição 350 é implementado para decidir, com base nos dois sinais de componentes disponibilizados, qual dos dois será fornecido ao componente subsequente através da primeira saída 250c. Dependendo de qual dos dois sinais de componentes estiver envolvido, o meio de distribuição 350 então emite um sinal de controle através da segunda saída 250d do meio de extração 250, o referido sinal de controle compreendendo, por exemplo, informação sobre qual dos dois sinais de componentes está presente na primeira saída 250c, ou o meio de distribuição 350 emite um sinal de controle correspondente que compreende parâmetros para o processamento

adicional da saída de sinal do componente. Com respeito aos diferentes parâmetros que podem ser transmitidos, por exemplo, dentro do contexto do sinal de controle, deve-se consultar a descrição que segue.

Dependendo da implementação específica, o meio de distribuição 350 pode ser implementado de forma a transmitir o sinal daquele componente para a primeira saída 250c que compreende um volume mais elevado, uma energia mais elevada ou um valor de energia mais elevado quando comparados ao sinal do outro componente. Sinais de componentes diferentes podem ser emitidos para sinais de bandas diferentes, por exemplo.

O meio de extração 250 mostrado na Figura 3c desta forma difere daqueles mostrados na Figuras 3a e 3b não menos em que apenas um dos dois sinais de componentes é emitido na primeira saída 250c do meio de extração 250. Como já foi explicado em conexão com a Figura 2, apenas um sinal de controle que compreende informação com respeito à saída de sinal do componente na primeira saída 250c é emitido pelo meio de extração 250 mostrado na Figura 3c.

A Figura 4a mostra uma primeira configuração do segundo filtro de estimativa de eco 260, como também é mostrado como um componente opcional na Figura 2. O segundo filtro opcional de estimativa de eco 260 compreende dois estágios de filtro 360-1, 360-2, que são acoplados cada um, com uma entrada, a uma entrada 260a, 260b, respectivamente, do segundo filtro de estimativa de eco 260. Os dois estágios de filtro 360-1, 360-2 são adicionalmente acoplados, com uma saída, a uma saída 260c, 260d, respectivamente, do segundo filtro de estimativa de eco 260.

O segundo filtro opcional de estimativa de eco 260 mostrado na Figura 4a neste contexto é um que pode ser empregado em conexão com o meio de extração 250 mostrado nas Figuras 3a e 3b. Mais especificamente, o segundo filtro de estimativa de eco 260 mostrado na Figura 4a permite um processamento paralelo tanto do sinal de componente fixo pelo estágio de filtro 360-1 e quando do sinal de componente não-fixo pelo estágio de filtro 360-2. Os dois estágios de filtro 360-1, 360-2 podem geralmente ser configurados para serem idênticos ou diferentes, caso diferentes filtros de estimativa de eco devam ser empregados para modular o ambiente acústico 120 (como mostrado na Figura 1) para os sinais de componentes fixos e não-fixos. Naturalmente, os dois estágios de filtro 360-1, 360-2 também podem ser percebidos, em termos de engenharia de circuitos, pelos mesmos elementos de circuito, por exemplo, quando o armazenamento ou memória auxiliar do sinal também é implementado.

Como já foi explicado em conexão com a discussão da possibilidade da implementação dupla dos filtros de estimativa de eco 240, 260 em conexão com a Figura 2, os estágios de filtro 360 também podem ser estágios de filtro que meramente perceba um retardo, por exemplo. Naturalmente, também pode ser feito uso, dentro do contexto do segundo filtro de estimativa de eco 260, de outros estágios de filtro que não os estágios filtro de estimativa de eco descritos. O estágio de filtro 360, por exemplo, compreende uma entrada de controle opcional para receber sinais de controle de modo a implementar o efeito de filtragem de forma que este possa ser ajustado ou influenciado.

A Figura 4b mostra uma forma adicional de implementação do segundo filtro opcional de estimativa de eco 260, que difere daquele mostrado na Figura 4a meramente em que apenas um estágio de filtro 360 é implementado, que é conectado entre a primeira entrada 260a e a primeira saída 260c. Na configuração mostrada na Figura 4, o sinal que chega à segunda entrada 260b é transferido para a segunda saída 260d.

O segundo filtro de estimativa de eco 260 mostrado na Figura 4b desta forma pode ser empregado, por exemplo, dentro do contexto de um meio de extração 250 como está representado na Figura 3c. Neste caso, o sinal de controle, que compreende a informação sobre o sinal de componente que chega à primeira entrada 260a, não é modificado pelo filtro de estimativa de eco 260.

Naturalmente, o filtro de estimativa de eco mostrado na Figura 4b também pode ser implementado, em uma configuração, com o meio de extração 250 mostrado nas Figuras 3a e 3b, por exemplo, quando apenas um dos dois sinais de componentes deve ser modificado pelo estágio de filtro 360. Aqui, pode-se fazer uso, naturalmente, de uma versão espelhada do filtro de estimativa de eco 260, que filtra o sinal que chega à segunda entrada 260b.

A Figura 5a mostra uma implementação de um meio de computação 270 de acordo com uma configuração da presente invenção, como pode ser empregado em conexão com o equipamento 200 da Figura 2. Novamente, o meio de computação 270 aqui compreende a primeira entrada 270a e a segunda entrada 270b. O meio de computação 270 compreende ainda um meio de computação de primeiro

e segundo filtros 370-1, 370-2, que são acoplados, no lado da entrada, a uma das duas entradas 270a, 270b, respectivamente, do meio de computação 270. Mais especificamente, o meio de computação de filtro 370-1 é acoplado, no lado da entrada, à primeira entrada 270a de modo a receber, por exemplo, o sinal de componente fixo. Assim sendo, o segundo meio de computação de filtro 370-2 é acoplado à segunda entrada 270b de modo a receber o sinal de componente não-fixo a partir do meio de extração 250, como é implementado, por exemplo, de acordo com as Figuras 3a ou 3b. Caso o segundo filtro de estimativa de eco 260 esteja conectado entre o meio de extração 250 e o meio de computação 270, um sinal derivado dos respectivos sinais de componentes é fornecido a ambos os meios de computação de filtro 370.

Com uma saída, os dois meios de computação de filtro 370 são acoplados a um meio de combinação 380, que por sua vez é acoplado, no lado de saída, à saída 270d. Como um componente opcional, o meio de computação 270 mostrado na Figura 5a compreende ainda a terceira entrada 270c, que é acoplada, no meio de computação 270, a ambos os meios de computação de filtro 370 e, como também é mostrado na Figura 2, é diretamente ou indiretamente acoplada à entrada 280 para o sinal de microfone.

Com respeito ao modo de operação do meio de computação 270, ambos os meios de computação de filtro 370 são configurados para computar, com base nos sinais de componentes disponibilizados e, opcionalmente, enquanto leva em conta o sinal de microfone da entrada 280, coeficientes de filtro correspondentes que eles subsequenteiramente disponibilizam para o meio de combinação 380. Se os dois meios de computação de filtro

370 têm sinais derivados dos respectivos sinais de componentes disponibilizados para eles que são possivelmente modificados pelo segundo filtro de estimativa de eco 260, o meio de computação de filtro 370 realiza as respectivas computações com base nestes
5 sinais. Independentemente disto, contudo, os meios de computação de filtro 370 são desta forma configurados para computar os coeficientes do primeiro e do segundo filtros, respectivamente, com base nos sinais de componentes fornecidos pelo meio de extração 250.

10 Os coeficientes do primeiro e do segundo filtros computados desta maneira são então combinados em um conjunto de coeficientes de filtro pelo meio de combinação 380, e são então fornecidos como dados de entrada para o filtro adaptativo 210 através da saída 270d do meio de computação 270. Uma combinação
15 pode ser conseguida por diversas operações diferentes. Dependendo da tecnologia de filtro implementada de fato, que não menos depende também do meio de conversão de tempo/frequência 230, 290 usado e do meio de conversão de frequência/tempo 300 associado, um número enorme de diferentes possibilidades de combinar os
20 coeficientes do primeiro filtro e os coeficientes do segundo filtro são possíveis a fim de obter os coeficientes de filtro para o filtro adaptativo 210. Exemplos correspondentes serão explicados em maiores detalhes no prosseguimento da descrição.

A Figura 5b mostra um segundo meio de computação
25 270, que é muito similar àquele da Figura 5a. Ele difere do meio de computação 270 mostrado na Figura 5a meramente em que um meio de seleção 390 é agora implementado ao invés do meio de combinação 380 da Figura 5a, o referido meio de seleção 390 sendo

implementado para emitir, com base nos coeficientes do primeiro filtro e nos coeficientes do segundo filtro, um conjunto de coeficientes de filtro na saída 270d, que se baseia ou nos coeficientes do primeiro filtro do primeiro meio de computação de filtro 370-1 ou nos coeficientes do segundo filtro do segundo meio de computação de filtro 370-2. Posto diferentemente, o meio de seleção 390 é implementado para determinar os coeficientes de filtro para o filtro adaptativo 210 ou com base no sinal de componente fixo ou no sinal de componente não-fixo.

Aqui o meio de seleção 390 pode bem possivelmente efetuar relações matemáticas mais complexas com base no respectivo conjunto de coeficientes de filtro do meio de computação 370. Contudo, ele difere do meio de combinação 380 e do meio de computação 270 da Figura 5a em que meramente leva em conta um conjunto dos dois conjuntos de coeficientes de filtro emitidos pelo meio de computação de filtro 370.

A Figura 5c mostra um meio de computação adicional 270, que difere do meio de computação 270 mostrado na Figura 5a em que o meio de computação 270 da Figura 5a meramente compreende um meio de computação de filtro 370, que é acoplado à primeira entrada 270a do meio de computação 270. Adicionalmente, no meio de computação 270 mostrado na Figura 5c, o meio de computação de filtro 370 é acoplado à segunda entrada 270b e é implementado para obter, através do mesmo, parâmetros para determinar os coeficientes de filtro. Também, como um componente opcional, o meio de computação de filtro 370 da Figura 5c também pode ser acoplado à terceira entrada 270c de modo a realizar a computação do coeficiente de filtro possivelmente com base no sinal de microfone.

O meio de computação 270 mostrado na Figura 5c desta forma corresponde a tal meio de computação que pode ser operado em conexão com o meio de extração 250 mostrado na Figura 3c, e possivelmente com o segundo filtro de estimativa de eco 260 mostrado na Figura 4b. Através da segunda saída 250d do meio de extração 250, parâmetros correspondentes para computar dentro do contexto do meio de computação de filtro 370 são diretamente transmitidos para o respectivo meio de computação de filtro 370 através da segunda entrada 270b do meio de computação 270. Para este propósito, a segunda entrada 270b é acoplada a uma entrada de parâmetros do meio de computação de filtro 370, entrada de parâmetros através da qual o referido meio de computação de filtro 370 pode receber parâmetros adicionais para computar os coeficientes de filtro.

Devido ao fato de que com este meio de computação 270, apenas um único meio de computação de filtro 370 é implementado, um meio de combinação e um meio de seleção podem ser dispensados.

A Figura 5d mostra um meio de computação adicional 270, que é muito similar àquele da Figura 5c com respeito à estrutura e modo de operação. Diferentemente do meio de computação 270 mostrado na Figura 5c, aquele detalhado na Figura 5d compreende ainda um meio de determinação de parâmetro 400 acoplado entre a segunda entrada 270b e a correspondente entrada de parâmetros do meio de computação de filtro 370.

Diferentemente do meio de computação 270 mostrado na Figura 5c, o meio de computação 270 mostrado na Figura 5d pode ser operado no contexto do equipamento 200, caracterizado pelo fato de que o meio de extração 250 fornece, através da segunda

saída 250d, um sinal de controle que meramente compreende informação sobre qual dos dois sinais de componentes é emitido pelo mesmo através da primeira saída 250c correspondente. Se as especificações, usadas dentro do contexto do meio de computação de filtro 370, para computar os coeficientes de filtro para os dois sinais de componentes, ou se os sinais baseados nos mesmos, meramente diferem com respeito a parâmetros, o(s) respectivo(s) parâmetro(s) pode(m) ser computado(s), dependendo do sinal de componente transmitido, pelo meio de determinação de parâmetro 400 enquanto faz uso do meio de computação 270 como está detalhado na Figura 5d. O meio de determinação de parâmetro 400 pode, portanto ser implementado, por exemplo, como uma memória ou como um circuito de computação. Se for implementado como uma memória, memórias apenas para leitura (ROM), memórias não voláteis (NVM) ou memórias de acesso aleatório (RAM) são possíveis.

A Figura 5e mostra um meio de computação adicional 270 que compreende dois meios de computação de filtro 370-1, 370-2, dependendo do sinal de componente com base em quais coeficientes de filtro para o filtro adaptativo 210 devem ser computados. Aqui, ambos os meios de computação de filtro 370 são acoplados, no lado da entrada, à primeira entrada 270a. Além do acoplamento opcional na terceira entrada opcional 270c, ambos os meios de computação de filtro 370 são acoplados cada um a uma entrada de um ponto de distribuição 410, respectivamente, ponto de distribuição este que é acoplado, com uma saída, à saída do meio de computação 270. O ponto de distribuição 410 adicionalmente compreende uma entrada de controle, que é acoplada à segunda entrada 270b do meio de computação 270.

O meio de computação 270 da Figura 5e desta forma permite computar o primeiro conjunto de coeficientes de filtro com base no meio de computação de filtro 370-1, e computar um segundo conjunto de coeficientes de filtro com base no segundo meio de computação de filtro 370-2 com base nos sinais que chegam à primeira entrada 270a. É feita uma seleção de quais coeficientes de filtro dos dois coeficientes de filtro computados pelo meio de computação de filtro 370 são finalmente encaminhados para a saída 270d dependente do sinal que é encaminhado para a entrada de controle do ponto de distribuição 410 através da segunda entrada 270b. Dependente do sinal de controle em sua entrada de controle, o ponto de distribuição 410 acopla uma ou ambas as entradas com a saída 270d.

O meio de computação 270 da Figura 5e pode desta forma ser operado, por exemplo, em conexão com o meio de extração 250 como é mostrado na Figura 3c, caracterizado pelo fato de que um sinal de controle é transmitido, através da segunda saída 250d, que inclui informação no sinal de componente transmitido através da primeira saída 250c. O meio de computação 270 mostrado na Figura 5c pode desta forma ser implementado, por exemplo, quando as especificações de computação para os dois sinais de componentes que são usados no contexto do meio de computação de filtro 370 diferem em tal extensão que não podem ser convertidos eficientemente por uma simples mudança de parâmetros.

Naturalmente, deve ser notado aqui que os vários meios de extração 250 como são descritos nas Figuras 3a a 3c, os vários filtros de estimativa de eco 260 como são descritos nas Figuras 4a e 4b, e os vários meios de computação 270 como são

descritos nas Figuras 5a a 5e podem ser mutuamente combinados com respeito a aspectos individuais. Por exemplo, um meio que além de fazer uma seleção do meio de computação de filtro 370 a ser acoplado à saída 270d realiza uma manipulação adicional, por exemplo, uma computação, com base nos coeficientes de filtro, pode ser usada, por exemplo, no meio de computação mostrado na Figura 5e ao invés do ponto de distribuição 410.

Configurações da presente invenção como já foram descritas nas Figuras 2 a 5 representam uma nova técnica que permite supressão separada de componentes de eco fixos e não-fixos. Isto é obtido estimando-se o eco separadamente dos componentes oscilantes e fixos do sinal de alto-falante. Então, dois filtros de remoção de eco correspondentes são computados para ambos os tipos de sinal em configurações da presente invenção. Os filtros de remoção de eco podem ser otimizados individualmente a fim de conseguir o melhor desempenho possível na supressão de eco ao mesmo tempo em que se minimizam artefatos e perturbações do sinal da extremidade próxima.

A descrição adicional está organizada como segue. Inicialmente é proposto um modelo para o sinal de alto-falante. Subseqüentemente, de acordo com este modelo, são separados componentes fixos e não-fixos, o que pode ser feito com base em uma estimativa dos componentes fixos. Então os espectros de potência dos componentes fixos e não-fixos do eco são estimados com base nos filtros de estimativa de eco. Correspondentemente, em algumas configurações da presente invenção, dois filtros de remoção de eco são computados. Subseqüentemente, a separação dos componentes fixos e não-fixos pode ser adaptada com base em uma

análise de um desempenho *a posteriori* dos filtros de remoção de eco.

Com relação à modelação de sinal deve ser declarado que uma estimativa do espectro de contribuição de eco ou do espectro de potência de eco utilizando um filtro de estimativa de eco não é tipicamente muito preciso sob condições práticas, uma vez que apenas uma fração do comprimento do caminho verdadeiro do eco pode ser considerada. Para evitar que estas precisões resultem em ecos residuais, os filtros de remoção de eco são comutados de como que suprimem agressivamente os ecos, de modo que não restem ecos residuais. Isto é obtido pela superestimativa do espectro de potência de eco e pela realização de suavização de tempo, que propicia pequenos valores de filtro de ganho.

Quando o sinal de alto-falante contém ruído fixo, o supressor de eco tentará suprimi-lo do ruído fixo citado. Devido aos filtros de supressão de eco agressivos mencionados acima, isto muito freqüentemente leva não apenas à supressão do eco de ruído fixo, mas também ao comprometimento do ruído próximo ao terminal fixo e da vocalização próxima ao terminal.

A abordagem proposta aqui mitiga este problema utilizando dois caminhos de supressão de eco diferentes para os sinais fixo e não-fixos, respectivamente, como também está na Fig. 6.

A Fig. 6 mostra um diagrama em bloco de um equipamento 200 em conformidade com uma configuração da presente invenção, compreendendo um alto-falante 100 e um microfone 110. O alto-falante 100 possui um sinal de alto-falante $x[n]$ que o disponibiliza, fornecido para o meio de extração 250. O meio de

extração 250 também é mencionado como um discriminador em estado fixo (discriminação fixa). Como já explicado em conexão com a Fig. 2, o meio de extração 250 compreende duas saídas, que estão unidas ao meio de computação 270. Além disso, o meio de computação 270 também disponibiliza a ele o sinal $y[n]$ do microfone 110.

Conforme também demonstrado na Fig. 5a, o meio de computação 270 compreende um primeiro meio de computação de filtro 370-1 para o sinal de componente fixo, e um meio de computação de filtro 370-2 para o sinal de componente não-fixo, que são emitidos pelo meio de extração 250. Além disso, ambos os meios de computação de filtro 370 são fornecidos com o sinal de microfone, respectivamente.

Com base nos sinais disponibilizados a eles em cada caso, ambos os meios de computação de filtro 370 computam os coeficientes de filtro H_w e H_s , que são fornecidos a um meio de combinação 380. A este término, ambos os meios de computação de filtro 370 estão unidos ao meio de computação 380 com uma saída, respectivamente. O meio de combinação 380, por sua vez, saídas, para um filtro adaptativo 210, os coeficientes de filtro que foram computados ou determinados com base em dois conjuntos de coeficientes de filtro H_w e H_s .

De modo a obter eventualmente um sinal de supressão de eco $e[n]$ do sinal de microfone $y[n]$, o filtro adaptativo 210 é unido adicionalmente ao microfone de modo a receber o sinal de microfone em uma entrada. O sinal de supressão de eco $e[n]$ está presente em uma saída do filtro adaptativo 210.

O filtro adaptativo 210 conduz então a supressão de eco real, onde os dois meios de computação de filtro 370

computam cada um os filtros de remoção de eco na forma de coeficientes de filtro correspondentes, que são então combinados no filtro de remoção de eco eficaz pelo meio de combinação 380.

Com relação à representação na Fig. 6, deve ser observado que o diagrama em bloco representado na Fig. 6 é um diagrama de bloco simplificado onde, por exemplo, o meio de conversão tempo/frequência é possivelmente implantado, bem como os filtros de estimativa de eco não são demonstrados de modo a simplificar a representação..

Ecos (vocalização) não-fixos devem ser suprimidos agressivamente de modo a evitar ecos residuais, o que neste caso devem ser observados como irritantes. Os ecos fixos, no entanto, que devem se originar do ruído fixo nos sinais de alto-falante, são tipicamente suprimidos de uma forma menos agressiva de modo a evitar artefatos como distúrbios relativos a tom.

De modo a gerar um modelo apropriado, o sinal $x[n]$, o qual é emitido pelo alto-falante, pode ser dividido em conformidade com

$$x[n] = x_s[n] + x_w[n] \quad (1)$$

onde $x_s[n]$ modela as contribuições da vocalização não-fixa, e $x_w[n]$ modela as contribuições do ruído fixo. O índice de tempo discreto distinto é denotado pela variável n .

Com relação à separação dos componentes fixo e não-fixos, uma análise de Fourier de tempo curto (STFT) é inicialmente realizada em ambos os lados do modelo indicado na equação (1), o que produz

$$X[k,m] = X_s[k,m] + X_w[k,m] \quad , \quad (2)$$

onde m denota uma frequência e k é um índice de

bloco de dados temporal. Tanto m quanto k são números inteiros. Na equação (2), os componentes não-fixos e fixos do espectro de potência de alto-falante $|X[k, m]|^2$ são indicados por $|X_s[k, m]|^2$ e $|X_w[k, m]|^2$. É razoável assumir que $x_s[n]$ e $x_w[n]$ não são correlacionados e possuem uma abordagem de valor de meio zero.

Então segue-se que $|X[k, m]|^2$ é fornecido por

$$|X[k, m]|^2 \approx |X_s[k, m]|^2 + |X_w[k, m]|^2 . \quad (3)$$

Por esta razão, o espectro de potência instantânea do sinal de componente não-fixo $|\hat{X}_s[k, m]|^2$ do sinal do alto-falante $x_s[n]$ pode ser recuperado pela subtração de uma estimativa do espectro de potência do sinal de componente fixo $|X_w[k, m]|^2$ do espectro de potência do sinal de alto-falante $|X[k, m]|^2$ em conformidade com

$$|\hat{X}_s[k, m]|^2 = |X[k, m]|^2 - |\hat{X}_w[k, m]|^2 . \quad (4)$$

Na prática, $|\hat{X}_s[k, m]|^2$ é estimado pela filtração do espectro de potência do sinal de alto-falante $|X[k, m]|^2$ em conformidade com

$$|\hat{X}_s[k, m]|^2 = F_x[k, m] |\hat{X}_w[k, m]|^2 . \quad (5)$$

O filtro $F_x[k, m]$, o qual também é mencionado como um filtro de ganho, pode ser escrito em sua forma genérica, em conformidade com a Referência [7], da seguinte forma

$$F_x[k, m] = \left[\frac{|X[k, m]|^{y_x} - \beta_x |\hat{X}_w[k, m]|^{y_x}}{|X[k, m]|^{y_x}} \right]^{\frac{1}{y_x}} , \quad (6)$$

onde γ_x é um expoente e β_x é um parâmetro de controle, ou o parâmetro para controlar a intensidade da supressão dos componentes de sinal fixo para caso estes estejam sub ou superestimados. A separação dos componentes fixos e não-fixos será
5 ilustrada com referência à Fig. 8 para a frequência de 1 kHz.

A funcionalidade descrita pelas equações (5) e (6) é realizada, nas configurações descritas nas Figs. 2 a 6, pelo filtro de ganho 330 do meio de extração 250.

A estimativa de ruído fixo pode ser realizada
10 atualizando o espectro de potência de curto tempo de ruído estimado $|\hat{X}_w[k, m]|^2$ sobre o tempo. Em cada bloco de dados (estrutura) k , o espectro de potência de ruído é atualizado de forma que a ponderação de único mastro é realizada com duas constantes de tempo para decidir se a vocalização ou o ruído está
15 presente. Uma pequena constante de tempo de ataque reflete que o bloco de dados atuais compreende ruído. Uma grande constante de tempo de liberação reflete que o bloco de dados atuais compreende vocalização.

Na prática, isto é implementado em conformidade
20 com

$$|\hat{X}_w[k, m]|^2 = \begin{cases} \mu_1 |X[k, m]|^2 + (1 - \mu_1) |\hat{X}_w[k-1, m]|^2 \\ \text{if } |X[k, m]|^2 > |\hat{X}_w[k-1, m]|^2 \\ \mu_2 |X[k, m]|^2 + (1 - \mu_2) |\hat{X}_w[k-1, m]|^2 \\ \text{otherwise} \end{cases}, \quad (7)$$

onde μ_1 é a constante de tempo de ataque, e μ_2 é a constante de tempo de liberação. Mais especificamente, os parâmetros μ_1 e μ_2 que surgem na equação (7) são parâmetros sem

dimensão para os quais aplica-se $\mu_1 < \mu_2$. Levando em consideração a frequência de amostragem, no entanto, estes parâmetros podem ser interpretados e mencionados como as constantes de tempo indicadas acima, por exemplo. Como a relação de proporcionalidade (16) abaixo também demonstrará, as constantes de tempo real e os parâmetros são inversamente proporcionais entre si. A constante de tempo de ataque μ_1 pode compreender um valor de 10000 ms = 10 s, por exemplo, onde a constante de tempo de liberação pode corresponder a um valor de 10 ms, apesar de levar em consideração a taxa de amostragem.

Nas configurações da presente invenção descritas nas Figs. 2 a 6, a funcionalidade de equação (7) é implementada pelo meio de ponderação 320 do meio de extração 250.

Com relação a uma estimativa de potência de eco, uma estimativa do espectro de eco do sinal de eco pode ser obtida aplicando-se um filtro de estimativa de eco $G[k, m]$ para uma versão temporalmente retardada do espectro de potência do alto-falante, em conformidade com

$$|\hat{Y}[k, m]|^2 = G[k, m]^2 |X[k - d, m]|^2, \quad (8)$$

onde $|\hat{Y}[k, m]|^2$ denota uma estimativa do espectro de potência do eco no sinal de microfone. Ao utilizar a equação (3), segue-se que o eco resultante do componente de sinal de alto-falante não-fixo é fornecido por

$$|\hat{Y}_s[k, m]|^2 = G[k, m]^2 |X_s[k - d, m]|^2, \quad (9)$$

e o eco fornecido pelo componente de sinal de alto-falante fixo é

$$|\hat{Y}_w[k, m]|^2 = G[k, m]^2 |\hat{X}_w[k - d, m]|^2 . \quad (10)$$

Dependendo da implementação específica de uma configuração da presente invenção conforme está descrito, por exemplo, em conexão com as Figs. 2 a 5, a funcionalidade descrita pela equação (8) pode ser implementada pelo primeiro filtro de estimativa de eco 240, por exemplo. Da mesma forma, as funcionalidades descritas pelas equações (9) e (10) podem ser implementadas pelo segundo filtro de estimativa de eco 260 pelos dois estágios de filtro 360-1, 360-2.

Conforme já mencionado acima, a funcionalidade do retardo em relação aos sinais que apresentam o valor de retardo d e que ocorrem nas equações (8) a (10) também pode ser implementada pelos referidos filtros de estimativa de eco 240, 260. De forma alternativa, a referida funcionalidade de retardo também pode naturalmente ser efetuada pelo meio de conversão de tempo/frequência 230, caso nenhum meio de retardo independente seja implementado.

Com relação aos filtros de remoção de eco, os filtros de remoção de eco associados $H_s[k, m]$ e $H_w[k, m]$ são computados e aplicados ao sinal de microfone de modo a suprimir o sinal de eco que se inicia das estimativas de eco fixa e não-fixa $|\hat{Y}_s[k, m]|^2$ e $|\hat{Y}_w[k, m]|^2$. Caso uma configuração compreenda um meio de computação 270 como está demonstrado, por exemplo, na Fig. 5a, isto é executado em conformidade com

$$E[k, m] = H_s[k, m] H_w[k, m] Y[k, m] . \quad (11)$$

Neste caso, uma multiplicação dos coeficientes de filtros respectivos dos filtros de retirada de eco $H_s[k, m]$ e

$H_w[k, m]$ é realizada no meio de combinação 380, o qual corresponde a uma conexão em série dos respectivos filtros de remoção de eco. A multiplicação dos coeficientes de filtro respectivos no domínio baseado em frequência corresponde a uma convolução das respostas de impulso respectivas no domínio de tempo.

Ao efetuar os filtros de remoção de eco de uma forma fatorizada, conforme também está descrito na equação (11), é possível introduzir diferentes fatores de ganho como parâmetros para os diferentes componentes de eco. Os componentes de filtro do filtro de remoção de eco não-fixos podem ser computados, por exemplo, em conformidade com

$$H_s[k, m] = \left[\frac{\max \left(|Y[k, m]|^{\gamma_s} - \beta_s |\hat{Y}_s[k, m]|^{\gamma_s}, 10^{\frac{\gamma_s L_s}{20}} \right)}{|Y[k, m]|^{\gamma_s}} \right]^{\frac{1}{\gamma_s}}, \quad (12)$$

e aqueles do filtro de remoção de eco fixo podem ser computados em conformidade com

$$H_w[k, m] = \left[\frac{\max \left(|Y[k, m]|^{\gamma_w} - \beta_w |\hat{Y}_w[k, m]|^{\gamma_w}, 10^{\frac{\gamma_w L_w}{20}} \right)}{|Y[k, m]|^{\gamma_w}} \right]^{\frac{1}{\gamma_w}}. \quad (13)$$

Os parâmetros de desenho β_s , γ_s , β_w e γ_w podem ser utilizados para controlar o desempenho pretendido para cada um dos filtros de remoção de eco. Dependendo da implementação específica de configurações da presente invenção, os referidos parâmetros de desenho podem ser selecionados como fixos, destinados a serem adaptáveis, programáveis ou modificáveis em qualquer outra forma. Uma escolha típica dos parâmetros exponenciais é $\gamma_s = \gamma_w = 2$, por exemplo.

Os fatores de superestimativa assim denominados β_s e β_w são utilizados para o controle da agressividade da atenuação de eco. Por exemplo, a agressividade do filtro de remoção de eco correspondente pode ser aumentada pelo aumento do

5 fator de superestimativa. Portanto, uma escolha típica do filtro de remoção de eco fixo $H_w[k,m]$ em relação ao parâmetro $\beta_w = 2$, de modo a aplicar apenas atenuação de eco moderada.

Por outro lado, o filtro de remoção de eco responsável pela supressão de componentes de eco não-fixos deve ser

10 destinado a uma forma altamente agressiva de modo a atenuar eficazmente os componentes de distúrbio de vocalização no sinal de eco. O fator de superestimativa β_s é, portanto, freqüentemente destinado a ser maior que β_w , de modo que tipicamente $\beta_s > \beta_w$. Contanto que $\beta_w = 2$ seja selecionado, β_s pode compreender valores

15 na variação de $20 > \beta_s > 2 = \beta_w$, por exemplo (por exemplo, $\beta_s = 4$). Geralmente, β_w e β_s pertencem à mesma ordem de magnitude.

Os valores limite L_s e L_w determinam a atenuação de eco máxima permitida em decibel (dB). Um valor típico do filtro de remoção de eco fixo é $L_w = -10$ dB ou -15 dB, o qual limita

20 oportunamente a atenuação para ecos fixos de modo a reduzir artefatos acidentais. No caso de vocalização não-fixa na terminação distante, a atenuação deve garantir a atenuação completa dos componentes de eco correspondentes, os quais correspondem a um valor limite para L_s de aproximadamente -60 dB para sinas de componente não-fixos.

25 A funcionalidade, conforme destinada pelas equações (12) e (13), podem ser implementadas e efetuadas nas configurações descritas nas Figs. 2 a 6, no contexto do meio de computação de filtro 370.

Em algumas configurações da presente invenção, a supressão de eco real não é realizada diretamente pela aplicação dos filtros de remoção de eco, conforme está descrito nas equações (12) e (13). Ao contrário, a retirada de eco correspondente é realizada com base em uma versão de suavização de tempo correspondente. Como no caso dos parâmetros de desenho descritos acima, os parâmetros de suavização de tempo são tipicamente sintonizados manualmente e otimizados de forma separada para a supressão de eco não-fixa e fixa, respectivamente. Portanto, a qualidade de áudio perceptível pode ser ainda melhorada, conforme as exigências para a supressão de componentes de ruído fixo diferem daqueles para componentes de vocalização não-fixa.

Tal funcionalidade pode ser realizada, por exemplo, no próprio contexto do meio de comutação de filtro 370 ou em qualquer meio a jusante destes, por exemplo, no meio de combinação 380, no meio de seleção 390 ou no ponto de distribuição 410. Também é possível realizar tal suavização de tempo diretamente no contexto do filtro adaptativo 210, caso necessário.

Com relação à melhora na qualidade mencionada, sabe-se, por exemplo, que a suavização elevada deve ser aplicada em casos onde os componentes de sinal fixo estão suprimidos, de modo a evitar os denominados distúrbios de tom, conforme está descrito na Referência [8]. Por outro lado, também deve-se garantir que a atenuação aplicada dos filtros de remoção de eco não-fixo propiciem pequenos valores, de modo a causar uma atenuação suficientemente alta do eco, sendo a referida atenuação devido à reverberação do caminho de eco. Entretanto, isto não deve degradar a rastreabilidade do filtro adaptativo 210 nos casos de

níveis de eco de rápida alteração. Esta discussão, que tende a ser qualitativa, demonstra claramente a necessidade de ajuste individual e otimização dos filtros de remoção de eco indicada pelas equações (12) e (13).

5 A Fig. 7 demonstra uma configuração adicional da presente invenção na forma de um diagrama de bloco mais completo ou fluxograma de um algoritmo de atenuação de eco acústico proposto e descrito no contexto da presente descrição. A Fig. 7 demonstra uma configuração da presente invenção muito similar à
10 configuração descrita na Fig. 2. Aqui, também, o equipamento 200 compreende um meio de conversão de tempo/frequência 230 na forma de uma unidade de transformação Fourier de tempo curto (STFT), a qual possui o sinal de alto-falante $x[n]$ fornecido a ela. Por exemplo, a parte superior da Fig. 7 demonstra uma curva 420 do
15 sinal de alto-falante $x[n]$ como uma função de tempo, demarcado sobre o índice de tempo n .

Além da conversão do sinal $x[n]$ do domínio de tempo para domínio de frequência, o meio de conversão de tempo/frequência 230 também realiza o retardo mencionado acima
20 pelo valor de atraso d . Portanto, o espectro $X[k - d, m]$, o qual geralmente é um espectro de valor complexo, está disponível na saída do meio de conversão de tempo/frequência 230. O referido espectro $X[k - d, m]$ é fornecido ao meio de extração 250, o qual é designado pelas letras SD (discriminação fixa) na Fig. 7. Conforme
25 já explicado em conexão com a configuração descrita nas Figs. 2 a 5, o meio de extração 250 também fornece, na configuração demonstrada na Fig. 7, um sinal de componente fixo no domínio de frequência $X_w[k, m]$, e um sinal de componente não-fixa no domínio

de frequência $X_s[k,m]$. Os referidos sinais de componente estão disponíveis para o meio de computação 270.

Além disso, a configuração, demonstrada na Fig. 7, de um equipamento 200 compreende um meio de conversão de tempo/frequência 290, o qual também é implementado na forma de uma unidade de transformação de time Fourier de curto tempo (STFT). O referido meio de conversão de tempo/frequência 290 possui um sinal de microfone $y[n]$ fornecido a ele como um sinal de entrada, conforme está representado, por exemplo, por uma curva 430 na parte superior da Fig. 7. O meio de conversão de tempo/frequência 290 gera também uma representação correspondente do sinal de microfone $Y[k,m]$ no domínio de frequência, o índice k novamente indicando o bloco de dados, e o índice m indicando a banda de frequência ou o valor de frequência ou o coeficiente de espectro. Este espectro $Y[k,m]$ também é geralmente um espectro de complexo de valor.

Entretanto, ao contrário do meio de conversão de tempo/frequência 230, o meio de conversão de tempo/frequência 290 não compreende funcionalidade de retardo adicional. Geralmente, isto não é necessário, uma vez que a velocidade de propagação das ondas sonoras (vocalização de som), o que leva ao retardo no sinal $y[n]$ captado pelo microfone em comparação ao sinal de alto-falante associado $x[n]$, está claramente mais baixo em comparação à velocidade de propagação de sinais elétricos nos circuitos e outros componentes.

Para ilustrar isto, um primeiro *bracket* 440 é demonstrado em relação ao sinal de alto-falante $x[n]$ em relação às duas curvas 420, 430 na parte superior da Fig. 7. Com relação ao

sinal de microfone $y[n]$, um segundo *bracket* 450 é demonstrado na Fig. 7, o qual indica a variação do sinal de microfone $y[n]$, que corresponde àquela parte do sinal do alto-falante $x[n]$, o qual é indicado pelo *bracket* 440. O sinal de alto-falante $x[n]$ e o sinal de microfone $y[n]$ são, portanto, mutuamente deslocados por um valor de retardo d , conforme também está indicado por uma seta 460 na Fig. 7.

Na configuração demonstrada na Fig. 7, o espectro do sinal de alto-falante e o sinal de microfone são fornecidos a um meio de filtro de estimativa de eco 470, o qual estima o filtro de estimativa de eco ou seus componentes $\hat{G}[k, m]$ com base nos sinais que entram. Estes coeficientes de filtro também são transmitidos ao meio de computação 270.

O meio de computação 270, por sua vez, compreende dois meios de computação de filtro 370-1, 370-2 para o sinal de componente fixo e para o sinal de componente não-fixo, ambos os meios de computação de filtro 370-1, 370-2 apresentando ainda o espectro do sinal de microfone, bem como os coeficientes de filtro para o filtro de estimativa de eco $\hat{G}[k, m]$ fornecido a eles na configuração demonstrada na Fig. 7. Ambos os meios de computação de filtro 370 implementam, portanto, não apenas a funcionalidade de comutação de filtro real, conforme explicado em conexão com a configuração das Figs. 2 a 5, mas também implementam a funcionalidade neles contida do segundo filtro de estimativa de eco 260.

Conforme demonstrado em conexão com a Fig. 5a, ambos os meios de computação de filtro 370, os quais também são mencionados como ERF (filtro de remoção de eco) na Fig. 7, são unidos a um meio de combinação 380, mencionados como FC

(combinação de filtro) na Fig. 7. O referido meio de combinação 380 combina os coeficientes de filtro obtidos de ambos os meios de computação de filtro de modo a gerar os coeficientes de filtro para o filtro adaptativo 210.

5 Da mesma forma, conforme já ilustrado pelas configurações discutidas em conexão com as Figs. 2 e 5, o meio de combinação 380 está unido ao filtro adaptativo 210, o qual é mencionado na Fig. 7 como SM (modificação de espectro). O referido filtro adaptativo 210 realiza a modificação de espectro associada
10 com base na representação de espectro $Y[k,m]$, também disponibilizada a ela, do sinal de microfone $y[n]$ de modo a atenuar ou suprimir o eco contido no sinal de microfone.

Finalmente, o filtro adaptativo 210 é unido a um meio de conversão de frequência/tempo 300, o qual é uma unidade de
15 transformação de Fourier de curto tempo (ISTFT). O último emite, no domínio de tempo, o sinal $e[n]$ cancelado pelo eco.

As configurações da presente invenção na forma de métodos correspondentes ou equipamentos 200, conforme demonstrado, por exemplo, na Fig. 7, possibilitam uma redução no número de
20 artefatos introduzidos devido à modificação de espectro pelo filtro adaptativo 210. Em outras palavras, as configurações da presente invenção possibilitam, então, o controle de potência com relação a isto. Quando está presente apenas a vocalização de terminação distante, o processo de supressão de eco deve ser
25 suficientemente agressivo para não permitir que nenhum sinal passe, de modo que não seja possivelmente desejado, em tal situação, separar os sinais fixo e os sinais não-fixos e sinais de componente. Por esta razão, pode ser possivelmente recomendável em

tal situação adaptar de forma adequada o parâmetro de controle β_x , o qual controla ou pelo menos influencia a magnitude do sinal de componente fixo, que é subtraído do sinal de alto-falante, na equação (6) detectando esta situação que quase foi descrita.

5 De modo a diferenciar entre as situações quando apenas vocalização de terminação distante é captada pelo sinal de alto-falante, são computados dois diferentes parâmetros. Isto inclui, inicialmente, o denominado ganho de previsão, o qual corresponde à ponderação de banda completa de funções de coerência
10 entre o canal de alto-falante e o canal de microfone. Como um segundo parâmetro, faz-se o uso da atividade de voz no canal de alto-falante, que, por exemplo, pode ser derivado de uma comparação dos níveis de sinal temporal do sinal de alto-falante ou dos parâmetros específicos ao código conforme são utilizados, por exemplo, especificamente com os códigos adequados para a transmissão
15 de voz. Estes códigos incluem, por exemplo, códigos com base em LPC ou códigos com base em CELP (CELP = previsão linear excitada de código, ou previsão linear de excitada de livro de código), sendo o código de termo um vocábulo artificial criado pela combinação de
20 abreviações do codificador e decodificador dos termos em inglês.

O ganho de previsão ou o ganho de previsão de eco $\omega[k]$ descreve o nível de similaridade entre o sinal de microfone e o sinal de alto-falante retardado. A computação do ganho de previsão $\omega[k]$ é realizada com base em uma função de coerência
25 elevada ao quadrado entre o espectro de potência retardada do sinal de alto-falante $|X_d[k, m]|^2$ e o espectro de potência do sinal de microfone $|Y[k, m]|^2$ em conformidade com

$$\Gamma_d[k, m] = \frac{\left(E\{X_d[k, m]^2 | Y[k, m]^2\}\right)^2}{E\{X_d[k, m]^2 | X_d[k, m]^2\} E\{Y[k, m]^2 | Y[k, m]^2\}} , \quad (14)$$

onde $E\{\dots\}$ designa o valor de expectativa matemática. O referido valor de expectativa matemática pode ser obtido no contexto de uma estimativa a curto prazo da função de coerência $\Gamma_d[k, m]$ computando ou aproximando o valor de expectativa $E\{X_d[k, m]^2 | Y[k, m]^2\}$ em conformidade com

$$\begin{aligned} E\{X_d[k, m]^2 | Y[k, m]^2\} &= \alpha X_d[k, m]^2 | Y[k, m]^2 \\ &+ (1 - \alpha) E\{X_d[k - 1, m]^2 | Y[k - 1, m]^2\} \end{aligned} \quad (15)$$

O fator α determina o grau de suavização da estimativa sobre o tempo. Este fator apresenta uma constante de tempo conectada a ele, uma vez que a equação (15) corresponde aproximadamente a um declínio exponencial. A constante de tempo T_α do declínio exponencial em segundos é aproximadamente

$$T_\alpha \propto \frac{1}{\alpha f_s} , \quad (16)$$

onde f_s indica a frequência de amostragem. Em outras palavras, a relação de proporcionalidade (16) ilustra como os fatores que são realmente sem dimensão (aqui α), em relação à taxa de amostragem f_s , pode ser indicada como constante de tempo (aqui T_α).

O ganho de previsão $\omega[k]$ é então computado como o valor médio das funções de coerência $\Gamma_d[k, m]$ sobre as frequências que são indicadas pelos índices $m = 0, \dots, M - 1$, em conformidade com

$$\omega[k] = \frac{1}{M} \sum_{m=0}^{M-1} \Gamma_d[k, m] , \quad (17)$$

onde M indica o exato número de bandas de frequência.

Um fator de ganho de eco próximo a 1 significa que o sinal de microfone pode ser (quase) totalmente previsto com base no sinal de alto-falante retardado. Portanto, a probabilidade de que o sinal de microfone contém apenas vocalização de terminação distante tende para 1. O parâmetro de controle β_x pode então ser controlado em relação ao ganho de previsão ω . Sempre que o ganho de previsão é elevado, apenas a vocalização de terminação distante está presente, e a atenuação de eco deve ser suficientemente agressiva para remover todos os sinais (eco). Então, o ruído é mantido no caminho não-fixo e é removido com o valor limite mais baixo L_s em decibel (dB) no qual o parâmetro de controle $\beta_x = \beta_w = 0$ é escolhido. Sempre que o ganho de previsão é baixo, a vocalização de terminação próxima e de terminação distante pode estar presente, de modo que a supressão de eco deve ser menos agressiva de modo a não introduzir artefatos. Neste caso, o ruído é processado pelo caminho fixo, e é removido com o valor limite L_w em decibel (dB). Além disso, o parâmetro de controle $\beta_x = \beta_w$ é utilizado neste caso.

Neste caso, deve ser observado, entretanto, que o ganho de previsão seria elevado caso o sinal de alto-falante contenha apenas ruído que é captado pelo microfone sem a presença de vocalização. Para evitar que o valor do parâmetro de controle β_x seja escolhido como muito grande neste caso, o que levaria à supressão excessiva, utiliza-se um segundo parâmetro de controle, denominado atividade de voz no canal de alto-falante. Portanto, as normas descritas acima para computação do parâmetro de controle β_x

como uma função do ganho de previsão ω aplica-se verdadeiramente apenas quando a vocalização está ativa no canal de alto-falante.

Na configuração descrita na Fig. 7, esta funcionalidade, que é descrita pelas equações (14) a (17), é realizada pelo meio de computação 270, mais especificamente pelos dois meio de computação de filtro 370 e meio de computação 380. Também é naturalmente possível uma implementação correspondente no contexto das configurações descritas nas Figs. 2 a 5, naquelas que o meio de configuração 270 não apenas possivelmente possui sinal de microfone, que é opcionalmente recolhido na Fig. 2, fornecido a ele por meio da entrada 280, mas também possui sinal de alto-falante possivelmente não modificado fornecido a ele por meio da entrada 220.

Para ilustrar o modo de operação das configurações da presente invenção em mais detalhe, o processamento de sinal será descrito abaixo em conexão com as Figs. 8 a 10. A Fig. 8 demonstra a separação ou extração do componente fixo e do componente não-fixo do sinal do alto-falante. Na ilustração parcial a, a Fig. 8 demonstra o espectro de potência do alto-falante e uma frequência de 1 kHz, o qual que é demarcado como uma função de tempo em uma variação de aproximadamente 5 s a aproximadamente 7,5 s. A abscissa da ilustração parcial c se aplica aqui a todas as três ilustrações parciais a até c. A ilustração parcial b demonstra o espectro de potência correspondente do componente não-fixo, onde a ilustração parcial c reflete o espectro de potência correspondente do componente fixo.

O componente não-fixo, ou o sinal de componente não-fixo associado, demonstrado na ilustração parcial 8b compreende

valores elevados em cada caso onde o espectro de potência associado na ilustração parcial 8a também compreende contribuições elevadas de forma adequada. Nas áreas entre estas variações, entretanto, o componente não-fixo desaparece quase completamente.

5 Por contraste, o componente fixo, determinado pela ponderação oscilante e recursiva em conformidade com a equação (7), exibe valores que, conforme comparado com o componente não-fixo da Fig. 8b, são claramente menores em magnitude e que, entretanto, exibe uma curva mais suave por causa
10 da ponderação oscilante. Em particular, o componente fixo na Fig. 8c, e/ou o sinal de componente fixo associado no período de aproximadamente 6,4 s exibe uma redução exponencial ou semelhante a exponencial, conforme também foi mencionado em conexão à relação de proporcionalidade (16). Este declínio aqui é devido ao fato de
15 que o espectro de potência na Fig. 8a nesta variação compreende valores não mais elevados, que são devido aos sinais de vocalização correspondente. As contribuições de espectro excedem a redução de componente fixo de forma adequada.

Com base nos dados demonstrados na Fig. 8, a Fig.
20 9 indica os filtros de remoção de eco associado. Mais especificamente, a Fig. 9 demonstra as duas curvas de filtro de remoção de eco associado H_s e H_w para a frequência de 1 kHz, que são computadas com base nas equações (12) e (13). A ilustração parcial 9a demonstra o filtro de retirada de eco H_s para o
25 componente não-fixo na frequência de 1 kHz, sendo o referido filtro computado em conformidade com a equação (12). A ilustração parcial b demonstra o filtro de remoção de eco correspondente para o componente fixo H_w em conformidade com a equação (13).

A Fig. 10 ilustra, com base nos mesmos dados, que é demarcado em uma escala de tempo maior, no entanto, conforme está demonstrado pela abscissa da ilustração parcial 10c, que também se aplica às ilustrações parciais a e b. A Fig. 10 ilustra a relação entre a potência do parâmetro de controle β_x e a separação fixa/não-fixa na ilustração parcial 10a, e do ganho de previsão ω na ilustração parcial 10b com a atividade de voz do canal de alto-falante na ilustração parcial 10c.

Mais especificamente, a Fig. 10 ilustra a relação entre o parâmetro de controle β_x e os dois parâmetros de controle ω e a atividade de voz, conforme foram introduzidos na descrição acima. O primeiro terço da simulação subjacente à Fig. 10 corresponde à situação onde apenas a vocalização de terminação distante está presente, que é caracterizada por um ganho de previsão elevado. Neste caso, o parâmetro de controle β_x está fixado ao valor $\beta_x = \beta_w = 0$, de modo que a suprimir o componente não-fixo de uma forma agressiva, e também para suprimir o componente fixo, de modo a não permitir nenhum que sinal passe.

O segundo terço da simulação corresponde à situação onde a vocalização está presente apenas na terminação distante, que é reconhecível e, então, detectável por um ganho de previsão baixo ω e uma falta de atividade de voz no sinal de alto-falante. Então, o parâmetro de controle β_x é selecionado como o maior de modo a permitir que todos os componentes fixos passem pelo caminho fixo e sejam removidos com menor agressividade possível de modo a não introduzir quaisquer artefatos. O último terço da simulação corresponde a uma situação de dupla conversação caracterizada pelo fato de que o parâmetro de controle β_x varia

entre os valores mais baixos sempre que a atividade de voz está presente no canal de alto-falante, e os valores maiores quando não é detectada atividade de voz.

Nas configurações da presente invenção descritas até o momento, conforme foram ilustradas, por exemplo, na Fig. 6, que também podem estar relacionadas a um fluxograma geral de uma configuração correspondente em conformidade com a presente invenção, a supressão separada dos componentes de eco fixos e não-fixos não é atingida pela separação dos sinais de alto-falante correspondentes, mas é realizada pela estimativa do sinal de eco geral.

Nestas configurações da presente invenção, é atingida uma estimativa do espectro de potência do sinal de eco aplicando-se um filtro de estimativa de eco $G[k, m]$ ou $G[k, m]^2$ para a versão retardada do espectro da potência do alto-falante em conformidade com a equação (8), onde $|\hat{Y}[k, m]|^2$ representa uma estimativa do espectro de potência do eco, cuja estimativa está contida no sinal de microfone. A separação do espectro de potência de alto-falante nos componentes fixos $|X_w[k, m]|^2$ e nos componentes não-fixos $|X_s[k, m]|^2$ em conformidade com a equação (3) resulta naquela do eco originado do componente de sinal de alto-falante não-fixo é fornecida pela equação (10), e que o eco originado dos componentes de sinal de alto-falante fixo é fornecido pela equação (9).

Utilizando-se a estimativa de eco não-fixa e fixa $|\hat{Y}_s[k, m]|^2$ e $|\hat{Y}_w[k, m]|^2$, os filtros de remoção de eco correspondentes $H_s[k, m]$ e $H_w[k, m]$ podem ser computados. Estes filtros de remoção de eco são então combinados e aplicados ao

signal de microfone de modo a suprimir o signal de eco, que é realizado em conformidade com a equação.

$$E[k,m] = H[k,m]Y[k,m] , \quad (18)$$

onde $H[k,m]$ é dado por

$$H[k,m] = \text{combinação } (H_s[k,m], H_w[k,m]) . \quad (19)$$

Uma possibilidade de combinação dos diferentes filtros de remoção de eco $H_s[k,m]$ e $H_w[k,m]$ é utilizar o produto deste em conformidade com a equação (11), que corresponde à conexão de dois filtros em série.

Outra possibilidade é utilizar o mínimo respectivo dos filtros de remoção de eco em conformidade com

$$E[k,m] = \min(H_s[k,m], H_w[k,m])Y[k,m] , \quad (20)$$

onde a função $\min(\dots)$ representa o mínimo dos valores respectivos. Colocando de forma diferente neste caso, aplica-se a combinação de relação $(\dots) = \min(\dots)$.

Como já explicado acima, estas computações podem ser realizadas, por exemplo, no meio de combinação 380, mas também podem ser realizadas no meio de seleção 390 ou no ponto de distribuição 410. Além disso, as combinações mais complexas e as computações dos filtros de supressão individual, que são baseadas, por exemplo, nas combinações lineares ou equações não-lineares, também podem ser realizadas nos meios respectivos. Desta forma, é possível realizar a combinação correspondente não de uma forma instruída de signal de passagem de banda, mas baseada nos grupos de sinais de passagem de banda, ou para todos os sinais de passagem de banda da mesma forma.

Ao imaginar os filtros de remoção de eco desta forma combinada, é possível introduzir diferentes ganhos para

diferentes componentes de eco. O filtro de remoção de eco fixo é computado em conformidade com a equação (12), caracterizado pelo fato de que o filtro de remoção de eco fixo é computado em conformidade com a equação (13).

5 A supressão de eco real freqüentemente não é realizada com base na aplicação direta dos filtros de remoção de eco em conformidade com as equações (12) e (13), mas, ao contrário, é realizada com base nas versões de suavização de tempo correspondentes. Como no caso de parâmetros de desenho descritos
10 acima, os parâmetros de suavização de tempo também podem ser ajustados manualmente, separadamente para supressão de eco não-fixos e fixos. Desta forma, a qualidade de áudio observada pode ser ainda elevada, uma vez que as exigências para a supressão dos componentes de ruído fixo diferem daqueles para os componentes de
15 vocalização não-fixa.

 Por exemplo, é bem conhecido que é aconselhável utilizar um suavizador mais intenso naqueles casos onde os componentes de sinal fixo devem ser suprimidos, de modo a evitar os denominados tons musicais. Por outro lado, deve-se garantir que
20 a suavização que se aplica aos filtros de remoção de eco não-fixos propiciem valores menores, de modo a suprimir suficientemente os ecos que se originam de longas contribuições de caminho de eco, ou finais longos do caminho de eco. No entanto, isto não deve prejudicar o comportamento de sucessão no caso de níveis de eco de
25 alteração rápida. Esta discussão qualitativa demonstra claramente a necessidade de adaptação individual e otimização de dois diferentes filtros de remoção de eco em conformidade com as equações (12) e (13).

A seguir, uma abordagem adicional em conformidade com uma configuração adicional da presente invenção na forma de um método e/ou equipamento será descrita onde os filtros de remoção de eco separados são aplicados aos componentes de sinal fixo e aos componentes de sinal não-fixos. A Fig. 11 demonstra o diagrama de bloco correspondente de um equipamento 200 compreendendo um filtro adaptativo correspondente 210. Devido ao grande número de similaridades estruturais, deve ser feita referência abaixo, em particular, à descrição das configurações demonstradas nas Figs. 2 a 5 e 6 e 7.

O equipamento 200 em conformidade com uma configuração da presente invenção novamente incluiu um alto-falante 100 ou um terminal para um alto-falante 100 ou uma entrada para um sinal de alto-falante correspondente $x[n]$. O referido sinal de alto-falante $x[n]$ é transformado em uma representação de espectro $X[k,m]$ do sinal de alto-falante no contexto de um meio de conversão de tempo/frequência 230, mencionado como DFT (transformação de Fourier discreta). O referido sinal de alto-falante é fornecido para um meio de retardo 480, que gera uma versão retardada deste $X[k - d(k,m), m]$, $d(k,m)$, sendo o valor de retardo correspondente.

O sinal retardado pelo meio de retardo 480 é então fornecido a um primeiro filtro de estimativa de eco 240, que gera um sinal de estimativa de eco $\hat{Y}[k, m]$ com base nos coeficientes de filtro $G[k,m]$. O referido sinal de estimativa de eco $\hat{Y}[k, m]$ é fornecido a um meio de extração 250, que gera, com base nos coeficientes de espectro deste sinal de eco estimado, espectros de potência não-fixos e fixos deste sinal como sinais de

componente (derivado) do sinal do alto-falante. Portanto, o meio de extração 250 emite os sinais $|\hat{Y}_s[k, m]|^2$ e $|\hat{Y}_w[k, m]|^2$ para um meio de computação 270.

O sinal de microfone $y[n]$ de um microfone 110 também é fornecido para um meio de conversão de tempo/frequência 290 configurado como um DFT, que gera uma representação de espectro $Y[k, m]$ do sinal de tempo $y[n]$ deste. Este sinal é fornecido via um meio de computação do valor de potência 490, que, com base nos componentes do espectro do sinal do microfone, determina um espectro de potência dos referidos componentes de espectro elevando ao quadrado a magnitude (absoluta) dos valores individuais. O espectro de potência então obtido também é fornecido ao meio de computação 270, que juntos ao espectro de potência acima descrito computa os dois filtros de remoção de eco $H_s[k, m]$ e $H_w[k, m]$ os coeficientes do filtro do filtro adaptativo real $H[k, m]$ e enviando-os aos filtros adaptativo 210.

O filtro adaptativo 210 é então unido à saída do meio de conversão de tempo/frequência 290 e, portanto, também recebe os componentes de espectro $Y[k, m]$ do sinal de microfone $y[n]$, para os quais é gerado o sinal de supressão de eco no domínio de frequência ou no domínio relacionado à frequência $E[k, m]$, enquanto leva-se em consideração os coeficientes de filtro $H[k, m]$. Este sinal de supressão de eco é então fornecido ao meio de conversão de frequência/tempo 300 configurado como um IDFT (DFT inverso), que eventualmente converte este sinal de volta ao domínio de tempo...

Para determinação do valor de retardo $d(k, m)$ para o meio de retardo 480, e para a determinação dos coeficientes de

filtro de estimativa de eco para o filtro de estimativa de eco 240, ambas as representações do espectro do sinal do alto-falante $X[k,m]$ e as representações de espectro do sinal de microfone $Y[k,m]$ são transmitidas ao meio de computação de potência correspondente 500, 510 que são unidos às saídas dos dois meios de conversão de tempo/frequência 230, 290. O meio de conversão de potência 500 é unido à saída do meio de conversão de tempo/frequência 230, e o meio de computação de potência 510 é unido à saída do meio de frequência/tempo 300.

Ambos os meios de computação do valor de potência 500, 510 cada um computa, por analogia ao meio de computação de potência 490, espectro de potência, elevando ao quadrado as magnitudes dos respectivos componentes de espectro e fornece estes valores a um meio de computação adicional 520. O meio de computação adicional 520 então determina, com base nos valores disponibilizados, uma estimativa para o retardo $d(k,m)$ e os valores para os coeficientes de filtro $G[k,m]$ para o filtro de estimativa de eco 240. Os valores correspondentes mencionados acima são então transmitidos ao meio de retardo 480, por um lado, e ao filtro de estimativa de eco 240, por outro lado, com os quais o meio de computação adicional 520 também é unido.

Como também pode ser observado da configuração demonstrada na Fig. 11, a separação dos respectivos sinais de componente ($|\hat{Y}_s[k, m]|^2$ e $|\hat{Y}_w[k, m]|^2$) pode então ser realizada, com base em uma estimativa do espectro de sinal de eco $\hat{Y}[k, m]$, que é computada em conformidade com

$$\hat{Y}[k, m] = G[k, m]X[k - d, m] \quad . \quad (21)$$

Esta computação é conduzida no filtro de estimativa de eco 240.

A definição dos dois filtros de remoção de eco $H_s[k,m]$ e $H_w[k,m]$, em conformidade com as equações (12) e (13), permanece inalterada. O mesmo se aplica à determinação do filtro de remoção de eco combinado $H[k,m]$.

O método adicional descrito na Fig. 11, ou o equipamento associado 200, é então baseado na suposição de que os componentes de eco fixo e não-fixos dos sinais de eco estimados também não são correlacionados, de modo que

$$|\hat{Y}[k, m]|^2 \approx |\hat{Y}_s[k, m]|^2 + |\hat{Y}_w[k, m]|^2 \quad . (22)$$

O espectro de potência estimada dos componentes de eco fixo pode então ser determinado pela subtração de uma estimativa do componente fixo da estimativa de eco $|\hat{Y}_w[k, m]|^2$ do espectro de potência do sinal de eco de estimativa $|\hat{Y}[k, m]|^2$. Portanto,

$$|\hat{Y}_s[k, m]|^2 = |\hat{Y}[k, m]|^2 - |\hat{Y}_w[k, m]|^2 \quad . (23)$$

Na prática, o sinal $|\hat{Y}_s[k, m]|^2$ é estimado pela filtração do espectro de potência do sinal de eco estimado $|\hat{Y}[k, m]|^2$ in em conformidade com

$$|\hat{Y}_s[k, m]|^2 = F_y[k, m]^2 |\hat{Y}[k, m]|^2 \quad . (24)$$

Como o filtro, o filtro de ganho adicional $F_y[k,m]$, ou sua equação elevada ao quadrado $F_y[k,m]^2$, é empregado, que é determinado por analogia ao filtro de ganho $F_x[k,m]$, ou $F_x[k,m]^2$, e é, portanto, não discutida uma explicação em detalhe

neste momento. Esta funcionalidade também é realizada pelo meio de extração 250, com base nos respectivos sinais derivados.

Deve ser observado neste momento que a configuração demonstrada na Fig. 11 se relaciona ao caso cujo espectro estimado do sinal de eco $\hat{Y}[k, m]$ já está disponível.

Naturalmente, o método correspondente também é aplicável quando apenas o sinal de potência estimado do sinal de eco estimado

$$|\hat{Y}[k, m]|^2$$

em conformidade com a equação (8) é conhecido.

Esta situação será descrita mais detalhadamente em conexão com a configuração demonstrada na Fig. 12.

Apesar da Fig. 11 demonstrar um diagrama de bloco de uma abordagem de atenuação de eco acústica onde aplica-se a separação dos componentes de eco fixos e não-fixos, com base em um espectro de eco estimado $\hat{Y}[k, m]$, o diagrama de bloco representado na Fig. 12 ilustra uma abordagem similar. Por contraste, no entanto, o último é baseado em uma abordagem de atenuação de eco acústico, que aplica a separação dos componentes de eco fixos e não-fixos com base no espectro de uma potência estimada do sinal

de eco $|\hat{Y}[k, m]|^2$.

Conseqüentemente, não são apenas os modos de operação de duas configurações demonstradas nas Figs. 11 e 12 que são muito similares, mas também suas estruturas, conforme a descrição que será demonstrada abaixo.

Mais especificamente, a configuração na Fig. 12 difere daquela demonstrada na Fig. 11 essencialmente pelo fato de que o meio de computação de potência 500 não está mais conectado

exclusivamente acima do meio de computação adicional 520 com relação ao sinal de alto-falante $x[n]$ transferido ao domínio de frequência, mas, ao contrário, está conectado diretamente à saída do meio de conversão de tempo/frequência 230 novamente configurado como um DFT. Desta forma, não apenas o meio de computação adicional 520, mas também o meio de retardo 480, o filtro de estimativa de eco 240 e o meio de extração 250 não são mais fornecidos com os componentes de espectro real, mas, ao contrário, com o espectro de potência deste.

Além disso, no entanto, as duas configurações demonstradas nas Figs. 11 e 12 diferem somente pelo fato de que as respectivas computações originam-se possivelmente marginal e diferentemente de outra nos componentes e meio individuais. Por exemplo, a computação correspondente dos valores relacionados à potência dos componentes de espectro individual não é mais realizada no meio de extração 250, uma vez que já foi realizada anteriormente pelo meio de computação do valor de potência 500.

A Fig. 13 demonstra uma configuração adicional da presente invenção, onde, por exemplo, mais de um sinal de alto-falante ou mais de um sinal de microfone são fornecidos ao respectivo equipamento 200. Colocando de forma diferente, a configuração representada na Fig. 13 é um equipamento multicanal.

Apesar das configurações da presente invenção serem discutidas e descritas acima apenas para canais individuais ou no caso de um canal individual, onde apenas um sinal de alto-falante e um sinal de microfone estavam disponíveis, as configurações da presente invenção não estão limitadas ao caso de um canal individual, conforme será explicado abaixo. As referidas

configurações também podem ser aplicadas, por analogia, aos sistemas de atenuação de eco acústico de capacitação multicanal.

Uma vez que a configuração, demonstrada na Fig. 13, de um equipamento 200 é muito similar na estrutura àquela demonstrada na Fig. 2, deve ser feita referência à descrição em conexão com as Figs. 2 a 5, contanto que o modo de operação, conexão e outros aspectos estejam relacionados.

A variante multicanal, demonstrada na Fig. 13, do equipamento 200 compreende diversas entradas 220-1, 220-2, ... onde diversos sinais de alto-falante pode ser unidos ao equipamento 200. Da mesma forma, o equipamento 200 também compreende diversos correspondentes de meios de conversão de tempo/frequência opcionais 230-1, 230-2, ..., que possivelmente realização uma tradução ou conversão dos sinais de alto-falante correspondentes do domínio de tempo para um domínio relacionado à frequência, conforme já foi estabelecido em detalhe para conexão com a Fig. 2.

A diversidade do meio de conversão de tempo/frequência 230 está unida a diversos correspondentes de entradas de um meio de agrupamento 530, que, com base nos sinais de alto-falante de entrada, formam um sinal de alto-falante comum e derivado que então segue este ao primeiro filtro de estimativa de eco 240 ou ao meio de extração 250, dependendo se o primeiro filtro de estimativa de eco opcional 240 está presente. Como já descrito em conexão com a configuração demonstrada na Fig. 2, o meio de extração 250 é possivelmente unido ao segundo filtro de estimativa de eco opcional 260 ou diretamente ao meio de computação 270. O referido meio finalmente emite os coeficientes de filtro computados a uma saída deste output.

Ao contrário da configuração demonstrada na Fig. 2, a variante multicanal do equipamento 200 na Fig. 13 compreende ainda um meio de agrupamento adicional 540, que é unido, no lado de entrada, a diversas entradas correspondentes 280-1, 280-2, ... para sinais de microfone correspondentes via meio de conversão de tempo/frequência 290-1, 290-2, ... O meio de agrupamento adicional 540 determina, por analogia ao meio de agrupamento 530, com base nos sinais de microfone que estão presente no domínio de tempo ou no domínio relacionado à frequência e disponibilizados, um sinal de microfone derivado, eficaz ou comum, que pode opcionalmente ser disponibilizado ao meio de extração 250 ou ao meio de computação 270.

A variante multicanal do equipamento 200, como está demonstrado na Fig. 13, compreende ainda um filtro adaptivo 210-1, 210-2, ... para cada sinal de microfone ou cada entrada 280 de sinal de microfone, sendo o referido filtro adaptativo 210-1, 210-2, ... unido possivelmente via meios de conversão de tempo/frequência 290-1, 290-2, ..., às respectivas entradas 280-1, 280-2, ... Da mesma forma, os filtros adaptativos 210-1, 210-2, ... são unidos possivelmente via diversos meios de conversão de tempo/frequência opcionais 300-1, 300-2, ..., a uma saída 310-1, 310-2, ..., respectivamente. Os sinais de saída são filtrados pelo filtro adaptativo 210, limpos de eco ou espectralmente modificados, então estão disponíveis ao equipamento 200 na referida saída 310.

Os filtros adaptativos 210-1, 210-2, ... são todos unidos paralelamente ao meio de computação 270, no qual o referido meio de computação 270 de saída fornece coeficientes de

filtro para os filtros adaptativos. Em outras palavras, todos os sinais de microfone de diversos sinais de microfone são filtrados em uma configuração da presente invenção, conforme ilustrado na Fig. 13, com o mesmo filtro adaptativo de um ponto de vista funcional, ou seja, com base nos mesmos coeficientes de filtro, de modo a obter as versões espectralmente modificadas ou canceladas pelo eco dos sinais de microfone.

Portanto, caso $x_l[n]$ forem os sinais do 1º alto-falante, onde l é uma variação inteira de 0 a $L - 1$, e onde L designa o número de diferentes alto-falantes ou sinais de alto-falante, o mesmo modelo pode ser introduzido, por analogia, com a equação (1), em conformidade com

$$x_l[n] = x_{s,l}[n] + x_{w,l}[n] \quad , \quad (25)$$

onde $x_{s,l}[n]$ modula a contribuição da vocalização não-fixa, e $x_{w,l}[n]$ modula a contribuição do ruído não-fixo, que estão contidos no 1º sinal de alto-falante. Em conformidade com a equação (2), a representação de domínio de STFT da equação (25) é fornecida por

$$X_l[k, m] = X_{s,l}[k, m] + X_{w,l}[k, m] \quad . \quad (26)$$

Um espectro de potência de grupo comum para todos os canais de alto-falante é então computado combinando o espectro dos sinais de alto-falante individual no meio de agrupamento demonstrado na Fig. 13 em conformidade com

$$|X[k, m]|^2 = \sum_{l=0}^{L-1} |X_l[k, m]|^2 \quad , \quad (27)$$

onde L representa o número de canais de alto-falante. A separação dos componentes de sinal fixo e não-fixo em conformidade com as equações (5) e (7) é então realizada com

relação ao espectro de potência comum ou de grupo em conformidade com a equação (27).

Por analogia a isso, um espectro de potência comum ou de grupo para os canais de microfone é também computado em conformidade com

$$|Y[k, m]|^2 = \sum_{p=0}^{P-1} |Y_p[k, m]|^2, \quad (28)$$

onde $Y_p[k, m]$ designa o sinal do p^{th} microfone 110, e P representa o número de microfones. O índice p novamente é uma variação inteira de 0 a $P - 1$. Esta computação é possivelmente realizada na configuração demonstrada na Fig. 13, pelo meio de agrupamento adicional 540.

Para determinação de dois filtros de remoção de eco em conformidade com as equações (12) e (13), o espectro de (potência) do alto-falante $|X[k, m]|^2$ em conformidade com a equação (27) e o espectro de (potência) do microfone $|Y[k, m]|^2$ em conformidade com a equação (28) são utilizados durante as etapas de algoritmo adicional, como explicado nos parágrafos anteriores da descrição. A determinação do parâmetro de controle β_x descrito em conexão com o controle de desempenho em conformidade com as equações (14) a (17) também pode ser realizada com base no espectro comum ou de grupo em conformidade com as equações (27) e (28).

A supressão de eco real no contexto da modificação de espectro é então realizada individualmente para cada sinal de microfone, mas utilizando o mesmo filtro de remoção de eco 210 para cada canal de microfone em conformidade com

$$E_p[k, m] = H_s[k, m]H_w[k, m]Y_p[k, m] \quad (29)$$

para $p = 0, 1, \dots, P - 1$. Por analogia a isso, o filtro de remoção de eco 210 também pode ser implementado diferentemente, por exemplo, por analogia à equação (19), como
5 explicado acima.

Neste contexto, é digno de nota que no contexto da variante de multicanal do equipamento 200, conforme demonstrado, por exemplo, na Fig. 13, o número L dos sinais de alto-falante e o número P dos sinais de microfone devem ser ambos
10 idênticos e diferentes entre si. Qualquer número de entradas pode ser fornecido, em princípio, tanto pelos sinais de alto-falante quanto pelos sinais de microfone. Também, não é absolutamente necessário fornecer diversas entradas de sinal de alto-falante e diversas entradas de sinal de microfone com o meio de agrupamento
15 correspondente 530, 540. Nas configurações da presente invenção, é muito possível que apenas diversas entradas de sinal de alto-falante são implementados com um meio de agrupamento correspondente 530 sem ter que implementar mais que uma entrada de sinal de microfone com um meio de agrupamento correspondente 540.
20 Este sistema pode ser empregado, por exemplo, quando há um único microfone, mas diversos alto-falantes, por exemplo, devido ao sinal de comunicação da terminação distante assinante é reduzida via um sistema de som compreendendo diversos alto-falantes, por exemplo, como pode ser implementado em carros motores.

25 Além disso, não é necessário implementar possivelmente mais de uma entrada para um sinal de alto-falante com o meio de agrupamento correspondente 530, quando apenas um alto-falante central, por exemplo no contexto de um sistema de

conferência, é implementado, mas diversos falantes possuem, cada um, um microfone de sua própria disponibilidade. Neste caso, apenas a implementação do meio de agrupamento adicional 540 pode ser possivelmente aconselhável.

5 Além disso, é digno de nota neste ponto que os meios de agrupamento 530, 540 possam ser naturalmente configurados como são destinados para mais sinais de alto-falante ou sinais de microfone que eventualmente são fornecidos a eles. Da mesma forma, um equipamento 200 possivelmente pode compreender entradas 220, 10 280 que serão eventualmente utilizadas. Neste caso, por exemplo, um circuito acima, como os meios de conversão de tempo/frequência 230, 290, ou os próprios meios de agrupamento 530, 540, podem determinar o número de canais ativos e selecionar os parâmetros L e P de forma adequada. Evidentemente, um fornecimento externo do 15 número de canais e possivelmente do número de microfone e sinais de alto-falante a serem levados em consideração podem ser também implementados.

Também deve ser observado neste ponto que a configuração demonstrada na Fig. 13 também trabalha naturalmente 20 com um sinal de alto-falante único e um sinal de microfone único, caso os parâmetros correspondentes L e P sejam transmitidos aos meios de agrupamento 530, 540. Em princípio, as equações (27) e (28) também são aplicáveis aos casos $P = 1$ e/ou $L = 1$. Portanto, a configuração demonstrada na Fig. 13 representa uma extensão 25 "compatível a jusante" da configuração demonstrada na Fig. 2.

Em relação à resolução de frequência, pode ser possivelmente aconselhável desviar daquela de um STFT. A resolução de espectro uniforme de um STFT não é muito bem adaptada à

percepção humana. Portanto, pode ser possivelmente vantajoso ao grupo os coeficientes separados por espaço uniformemente $|X[k, m]|^2$ e $|Y[k, m]|^2$ em diversas partições não-sobrepostas ou grupos, como também está demonstrado na Referência [9], estas partições ou grupos compreendendo extensões de banda que irritam a resolução de frequência do sistema auditivo humano, como está representado, por exemplo, na Referência [10].

Para uma taxa de amostragem de 16 kHz, um comprimento de bloco de DFT para o STFT de 512 amostras e 15 grupos ou partições é uma escolha razoável, cada partição tendo um extensão de banda que corresponde aproximadamente ao dobro da extensão de banda retangular equivalente (ERB), como está descrito na Referência [10]. As bandas correspondem às partições, conforme representado na Fig. 14.

A Fig. 14 demonstra como os coeficientes de espectro de um espectro de STFT uniforme podem se agrupados ou divididos em partições ou grupos de modo a irritar a resolução de frequência não-uniforme do sistema auditivo humano. O eixo de frequência, como ilustrado na Fig. 14, estende-se de 0 Hz a aproximadamente 8000 Hz, o que corresponde a uma banda de frequência eficaz em uma frequência de amostragem de 16 kHz.

Os filtros de ganho diferente são computados apenas para a frequência central de cada grupo. Além disso, isto resulta em redução na complexidade de computação, como comparado ao caso de uma resolução de espectro completo de um STFT uniforme. Antes do filtro de ganho da partição final ou grupo ser aplicado ao espectro de sinal de STFT uniforme, o referido espectro de

sinal de STFT é interpolado utilizando os filtros de interpolarização de Hann.

A Fig. 15a demonstra os filtros de interpolarização de Hann correspondentes que podem ser empregados para suavização dos filtros de ganho sobre a frequência. A Fig. 15b demonstra os coeficientes de filtro de ganho como uma linha sólida, que são obtidos pela interpolarização dos valores dos filtros de ganho nas partições individuais, que por sua vez são ilustrados pelos pontos vantajosos demonstrados na Fig. 15b.

A ilustração parcial da Fig. 15 ilustra precisamente estes filtros de Hann, onde a ilustração parcial b ilustra um exemplo de valores de filtro de ganho ante e após a interpolarização. Os pontos ilustrados na Fig. 15b representam os valores antes da interpolarização, onde a linha sólida corresponde aos referidos valores após a interpolarização. A suavização de frequência dos filtros de ganho leva a uma variação suavizadora do espectro resultante como uma função da frequência, e reduz, portanto, os tons musicais e outros artefatos.

Como a descrição anterior de configuração da presente invenção demonstrou, as configurações da presente invenção em alguns casos compreendem unidades funcionais que incluem as seguintes etapas conforme um breve resumo. Algumas configurações da presente invenção implementam o recebimento de pelo menos um sinal de alto-falante, recebendo pelo menos um sinal de microfone, convertendo o sinal de alto-falante e o sinal de microfone ao espectro de curto tempo, computando o espectro de potência de alto-falante e microfone, extraíndo ou separando o espectro de potência de alto-falante em espectro de potência fixo

e não-fixo, computando um filtro de ganho de remoção de eco durante a utilização do espectro de potência de alto-falante fixo, computando o filtro de ganho de remoção de eco durante a utilização de espectro de potência de alto-falante não-fixo, aplicando o filtro de ganho ao espectro de microfone de modo a suprimir o eco e convertendo o espectro de microfone suprimido por eco ao domínio de tempo.

Dependendo das circunstâncias, as configurações dos métodos da invenção podem ser implementadas em hardware ou em software. A implementação pode ser realizada em um meio de armazenamento digital, em particular um disco, CD ou DVD com sinais de controle eletronicamente legíveis, que podem reagir com um sistema de computador programável como aquele do método da invenção é realizado. Geralmente, as configurações da presente invenção também consistem, portanto, de um produto de programa de software ou um produto de programa de computador ou um produto que possui um código de programa, armazenadas em portadores legíveis à máquina, para a realização de uma configuração de um método da invenção, quando o produto de programa de software executar em um computador ou um processador. Em outras palavras, uma configuração da presente invenção também pode, portanto, ser executada como um programa de computador ou um programa de software ou um programa que possui um código de programa para a realização do método, quando o programa executar em um processador. O processador pode ser compreendido de um computador, um cartão de chip (*smart card*), um sistema integrado (SOC = sistema no chip), um circuito integrado específico à aplicação (ASIC) ou outro circuito integrado (IC).

REFERÊNCIAS

- [1] C. Breining, P. Dreiseitel, E. Hänsler, A. Mader, B. Nitsch, H. Puder, T. Schertler, G. Schmidt, and J. Tilp. Acoustic echo control. IEEE Signal Processing Magazine, 16(4): 42 - 69, July 1999.
- [2] A. N. Birkett and R. A. Goubran. Limitations of handsfree acoustic echo cancellers due to nonlinear loudspeaker distortion and enclosure vibration effects. In Proc. IEEE Workshop on Applications of Signal Processing to Audio and Acoustics, pp. 13 - 16, New Paltz, Oct. 1995.
- [3] G. Schmidt and E. Hänsler. Acoustic echo and noise control: a practical approach. Hoboken: Wiley, 2004.
- [4] W. L. B. Jeannes, P. Scalart, G. Faucon, and C. Beaugeant. Combined noise and echo reduction in hands-free systems: a survey. IEEE Transactions on Speech and Audio Processing, 9(8): 808 - 820, Nov. 2001.
- [5] C. Faller and J. Chen. Suppressing acoustic echo in a sampled auditory envelope space. IEEE Trans. on Speech and Audio Proc., 13(5): 1.048 - 1.062, Sept. 2005.
- [6] C. Faller and C. Tournery. Estimating the delay and coloration effect of the acoustic echo path for low complexity echo suppression. In Proc. Intl. Works. on Acoust. Echo and Noise Control (IWAENC), Sept. 2005.
- [7] W. Etter and G. S. Moschytz. Noise reduction by noise-adaptive spectral magnitude expansion. J. Audio Eng. Soc., 42: 341 - 349, May 1994.
- [8] O. Capp'e. Elimination of the musical noise phenomenon with the ephrain and malah noise suppressor. IEEE

Trans. Speech and Audio Processing, 2(2): 345 - 349, April 1994.

[9] C. Faller and F. Baumgarte. Binaural Cue Coding - Part II: Schemes and applications. IEEE Trans. on Speech and Audio Proc., 11(6): 520 - 531, Nov. 2003.

5 [10] B. R. Glasberg and B. C. J. Moore. Derivation of auditory filter shapes from notched-noise data. Hear. Res., 47: 103 - 138, 1990.

LISTA DOS NÚMEROS DE REFERÊNCIA

	100	alto-falante
10	110	microfone
	120	ambiente acústico
	130	sinal de alto-falante
	140	sinal de microfone
	150	unidade de processo de remoção de eco
15	160	sinal com eco suprimido
	170	caminho direto
	180	caminho indireto
	200	equipamento
	210	filtro adaptativo
20	220	entrada
	230	meio de conversão de tempo/frequência
	240	filtro de estimativa de eco
	250	meio de extração
	260	filtro de estimativa de eco
25	270	meio de computação
	280	entrada
	290	meio de conversão de tempo/frequência
	300	meio de conversão de frequência/tempo

	310	saída
	320	meio de ponderação
	330	filtro de ganho
	340	meio de computação de parâmetro
5	350	meio de distribuição
	360	estágio de filtro
	370	meio de computação de filtro
	380	meio de combinação
	390	meio de seleção
10	400	meio de determinação de parâmetro
	410	ponto de distribuição
	420	curva
	430	curva
	440	<i>bracket</i>
15	450	<i>bracket</i>
	460	seta
	470	meio de filtro de estimativa de eco
	480	meio de retardo
	490	meio de computação do valor de potência
20	500	meio de computação do valor de potência
	510	meio de computação do valor de potência
	520	meio de computação adicional
	530	meio de agrupamento
	540	meio de agrupamento adicional

REIVINDICAÇÕES

1. Equipamento (200) para a computação de coeficientes de filtro para um filtro adaptativo (210) para a filtragem de um sinal de microfone, de modo a suprimir um eco devido a um sinal de alto-falante, caracterizado pelo fato de que compreende: meio de extração (250) para a extração de um sinal de componente estacionário ou de um sinal de componente não-estacionário do sinal de alto-falante ou de um sinal derivado do sinal de alto-falante; e meio de computação (270) para a computação dos coeficientes de filtro do filtro adaptativo (210) com base no sinal de componente estacionário extraído ou no sinal de componente não-estacionário extraído.

2. Equipamento (200), de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o meio de extração (250) é configurado para extrair o sinal de componente estacionário com base em uma ponderação de um valor relacionado à potência de um sinal de passagem de banda do sinal de alto-falante ou do sinal derivado.

3. Equipamento (200), de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que o meio de extração (250) é configurado para realizar a ponderação na forma de uma ponderação oscilante sobre um valor de um bloco de dados atuais no qual o sinal de passagem de banda é baseado, e somente sobre valores de pelo menos um bloco de dados que precede temporalmente o bloco de dados atuais.

4. Equipamento (200), de acordo com uma das reivindicações 2 ou 3, caracterizado pelo fato de que o meio de extração (250) é configurado para realizar a ponderação como uma

ponderação oscilante com base em diferentes especificações de computação dependentes de uma comparação do valor relacionado à potência do bloco de dados atuais e um valor relacionado à potência de um bloco de dados precedente ou de um valor de uma
5 ponderação anteriormente obtida.

5. Equipamento (200), de acordo com uma das reivindicações 3 ou 4, caracterizado pelo fato de que o meio de extração (250) é configurado para realizar uma computação recursiva da ponderação oscilante com base em uma adição do valor
10 relacionado à potência do bloco de dados atuais a um valor de uma ponderação anteriormente computada dependente de um parâmetro de adição, sendo o parâmetro de adição menor, caso o valor relacionado à potência do bloco de dados atuais seja maior que aquele do valor anteriormente determinado da ponderação, do que
15 caso o valor relacionado à potência do bloco de dados atuais seja menor que o valor anteriormente determinado da ponderação.

6. Equipamento (200), de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que o meio de extração (250) é configurado para extrair o sinal de
20 componente não-estacionário com base em um sinal de passagem de banda do sinal de alto-falante ou do sinal derivado.

7. Equipamento (200), de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que o meio de extração (250) é configurado para extrair o sinal de
25 componente não-estacionário com base no sinal de componente estacionário e um filtro de ganho.

8. Equipamento (200), de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que o meio de extração

(250) é configurado de modo que o filtro de ganho dependa de um parâmetro de controle variável ou não-variável.

9. Equipamento (200), de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que o meio de extração (250) é configurado para determinar o parâmetro de controle do filtro de ganho com base em uma função de coerência baseada no sinal de alto-falante ou em um sinal derivado do sinal de alto-falante, e baseada no sinal de microfone ou em um sinal derivado do sinal de microfone.

10. Equipamento (200), de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que o meio de extração (250) é configurado para determinar o parâmetro de controle com base em um valor ponderado da função de coerência sobre diversos sinais de passagem de banda do sinal de alto-falante ou do sinal derivado do sinal de alto-falante, e do sinal de microfone ou do sinal derivado do sinal de microfone.

11. Equipamento (200), de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que o equipamento (200) compreende ainda um meio de agrupamento (540) para agrupar diversos sinais de microfone, de modo a obter um sinal de microfone agrupado como o sinal de microfone ou como o sinal de microfone derivado.

12. Equipamento (200), de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que o meio de extração (250) é configurado para emitir o sinal de componente estacionário e o sinal de componente não-estacionário, e onde o meio de computação (270) é configurado para computar primeiros coeficientes de filtro com base no sinal de componente

estacionário e para computar segundos coeficientes de filtro com base no sinal de componente não-estacionário, e onde o meio de computação (270) é ainda configurado para determinar os coeficientes de filtro com base nos primeiros e segundos
5 coeficientes de filtro.

13. Equipamento (200), de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de que o meio de extração (250) é configurado para computar os coeficientes de filtro, de modo que os coeficientes de filtro correspondam a uma
10 conexão em série de um primeiro filtro ao qual os primeiros coeficientes de filtro correspondem e de um segundo filtro aos qual os segundos coeficientes de filtro correspondem.

14. Equipamento (200), de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que o
15 meio de extração (250) é configurado para emitir o sinal de componente estacionário e o sinal de componente não-estacionário, e onde o meio de computação (270) é configurado para computar primeiros coeficientes de filtro com base no sinal de componente estacionário e para computar segundos coeficientes de filtro com
20 base no sinal de componente não-estacionário, e onde o meio de computação é ainda configurado para determinar os coeficientes de filtro com base tanto nos primeiros coeficientes de filtro como nos segundos coeficientes de filtro.

15. Equipamento (200), de acordo com a
25 reivindicação 14, caracterizado pelo fato de que o meio de computação (270) é configurado para determinar os coeficientes de filtro com base naqueles coeficientes de filtro dos primeiros coeficientes de filtro ou dos segundos coeficientes de filtro que

correspondem a um nível mais elevado de atenuação.

16. Equipamento (200), de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que o meio de extração (250) é configurado para prover o sinal de componente estacionário ou o sinal de componente não-estacionário, bem como um sinal de informação de controle que compreende informações sobre a saída do sinal de componente, sendo o meio de computação (270) configurado para computar os coeficientes de filtro com base na saída de sinal pelo meio de extração (250) de um sinal derivado deste, bem como de informações incluídas no sinal de informação de controle.

17. Equipamento (200), de acordo com a reivindicação 16, caracterizado pelo fato de que o meio de extração (250) é configurado para emitir o sinal de componente estacionário ou o sinal de componente não-estacionário ao meio de computação (270) dependente de uma relação de um valor relacionado à potência do sinal de componente estacionário com um valor relacionado à potência do sinal de componente não-estacionário.

18. Equipamento (200), de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que o meio de extração (250) é configurado para extrair o sinal de componente estacionário ou o sinal de componente não-estacionário como sinais estimados.

19. Equipamento (200), de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que o meio de extração (250) é configurado para emitir o sinal de componente estacionário e o sinal de componente não-estacionário.

20. Equipamento (200), de acordo com qualquer uma

das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que compreende ainda o filtro adaptativo (210), de modo a filtrar o sinal de microfone com base nos coeficientes de filtro.

21. Equipamento (200), de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que compreende ainda um meio de agrupamento (540) e diversos filtros adaptativos (210), de modo a filtrar pelo menos dois dos sinais de microfone dos diversos sinais de microfone com base nos mesmos coeficientes de filtro do meio de computação (270).

22. Equipamento (200), de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que compreende ainda um meio de agrupamento (530) para agrupar diversos sinais de alto-falante, de modo a obter um sinal de alto-falante agrupado como o sinal de alto-falante ou como o sinal derivado do sinal de alto-falante.

23. Método de computação de coeficientes de filtro para um filtro adaptativo (210) para a filtragem de um sinal de microfone, de modo a suprimir um eco devido a um sinal de alto-falante, caracterizado pelo fato de que compreende: extração de um sinal de componente estacionário ou de um sinal de componente não-estacionário do sinal de alto-falante ou de um sinal derivado do sinal de alto-falante; e computação dos coeficientes de filtro para o filtro adaptativo com base no sinal de componente estacionário extraído ou no sinal de componente não-estacionário extraído.

24. Equipamento (200) para a computação de coeficientes de filtro para um filtro adaptativo (210) para a filtragem de um sinal de microfone, de modo a suprimir um eco

devido a um sinal de alto-falante, caracterizado pelo fato de que compreende: meio de estimativa de eco (470) para estimar o espectro de contribuição de eco ou o espectro de potência de eco no sinal de microfone; meio de extração (250) para a extração de um sinal de componente estacionário e de um sinal de componente não-estacionário do sinal de alto-falante ou de um sinal derivado do sinal de alto-falante com base no espectro de contribuição de eco estimado ou no espectro de potência de eco no sinal de microfone; e meio de computação (270) para a computação dos coeficientes de filtro do filtro adaptativo (210) com base no sinal de componente estacionário extraído e no sinal de componente não-estacionário extraído.

25. Método de computação de coeficientes de filtro para um filtro adaptativo (210) para a filtragem de um sinal de microfone, de modo a suprimir um eco devido a um sinal de alto-falante, caracterizado pelo fato de que compreende: estimativa do espectro de contribuição de eco ou do espectro de potência de eco no sinal de microfone; extração de um sinal de componente estacionário ou de um sinal de componente não-estacionário do sinal de alto-falante ou de um sinal derivado do sinal de alto-falante com base no espectro de contribuição de eco estimado ou no espectro de potência de eco no sinal de microfone; e computação dos coeficientes de filtro para o filtro adaptativo com base no sinal de componente estacionário extraído ou no sinal de componente não-estacionário extraído.

26. Meio de armazenamento não transitório tendo gravadas instruções lidas por um processador, caracterizado por compreender instruções que, quando executadas, realizam as etapas

do método das reivindicações 23 ou 25.

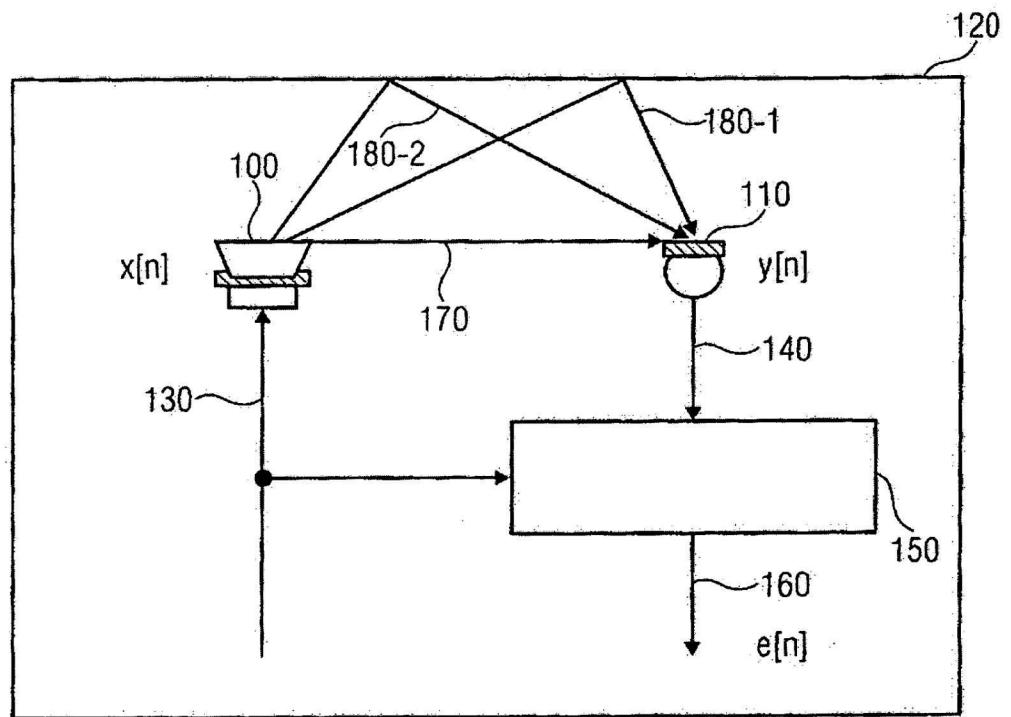


FIGURA 1

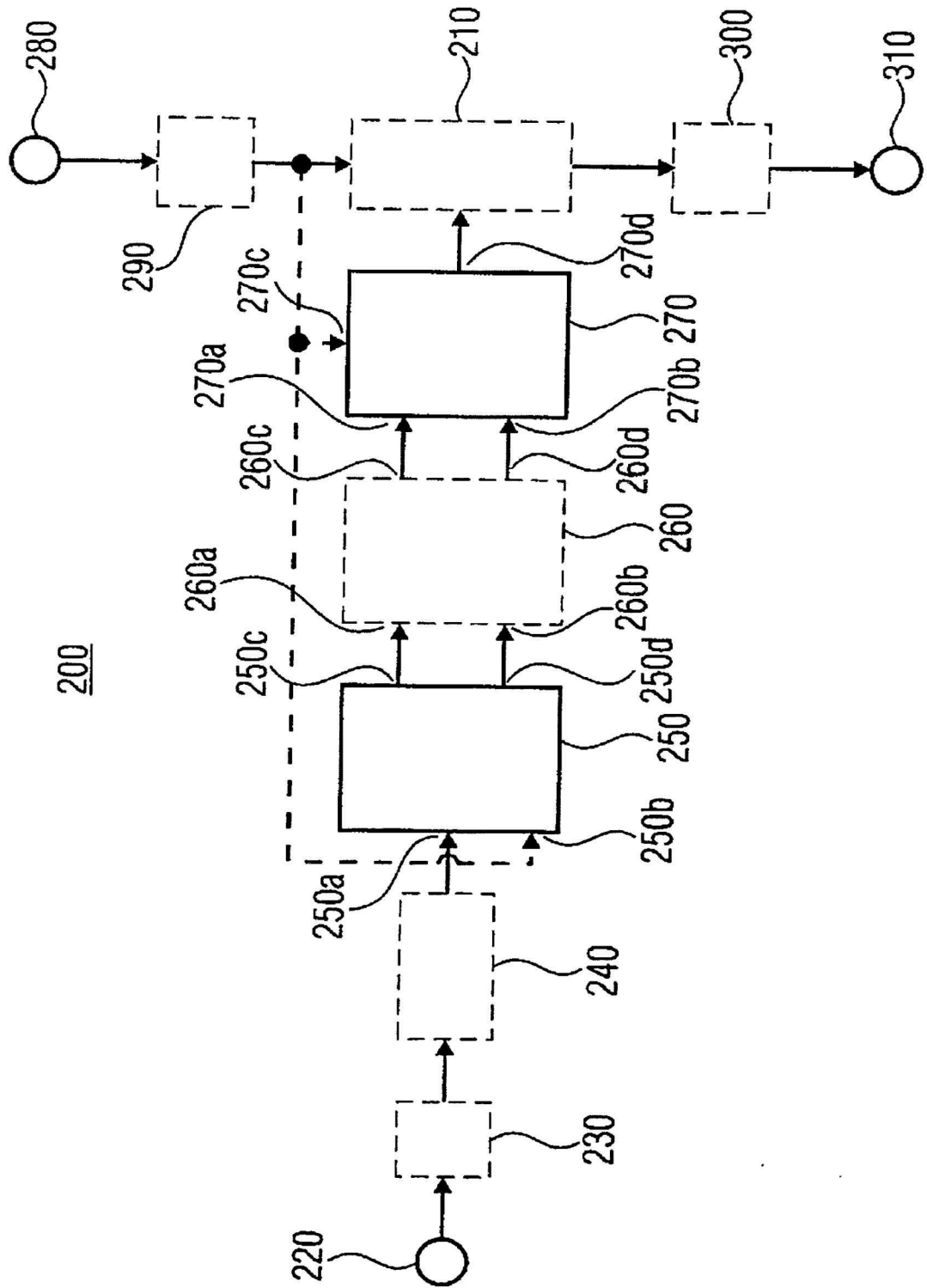


FIGURA 2

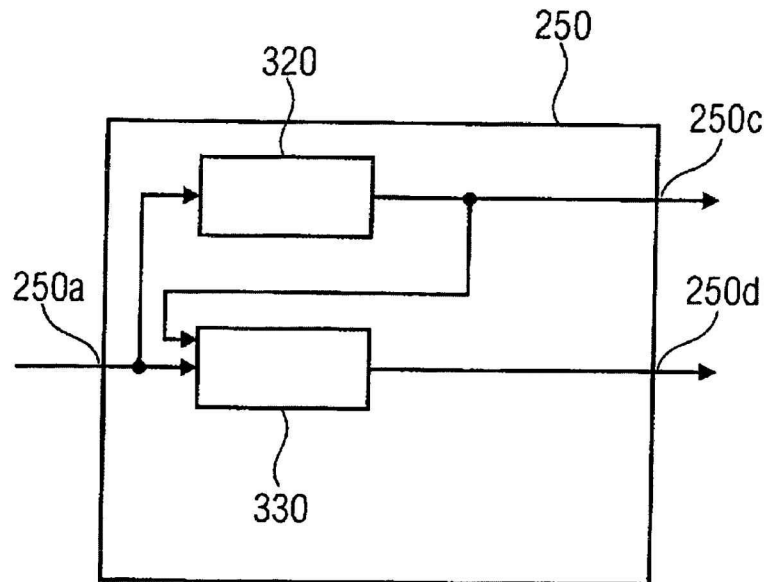


FIGURE 3A

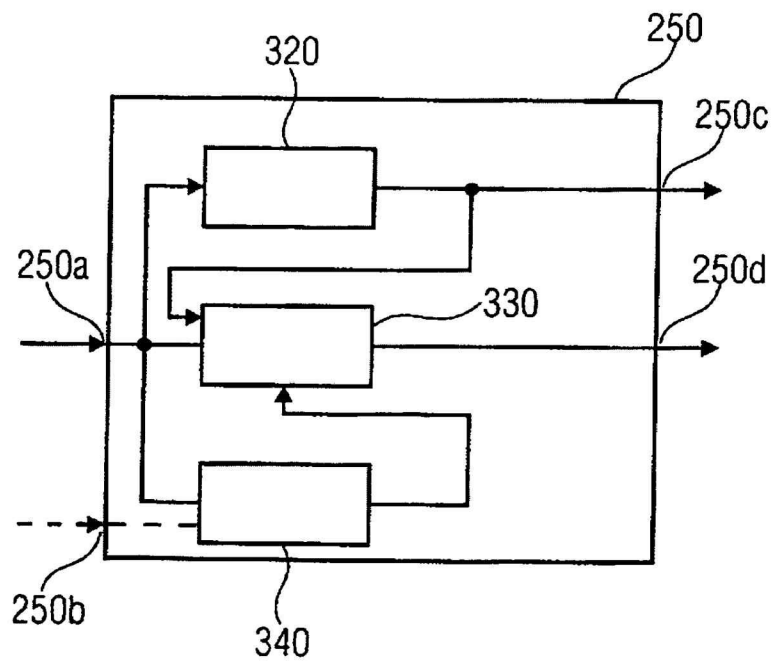


FIGURE 3B

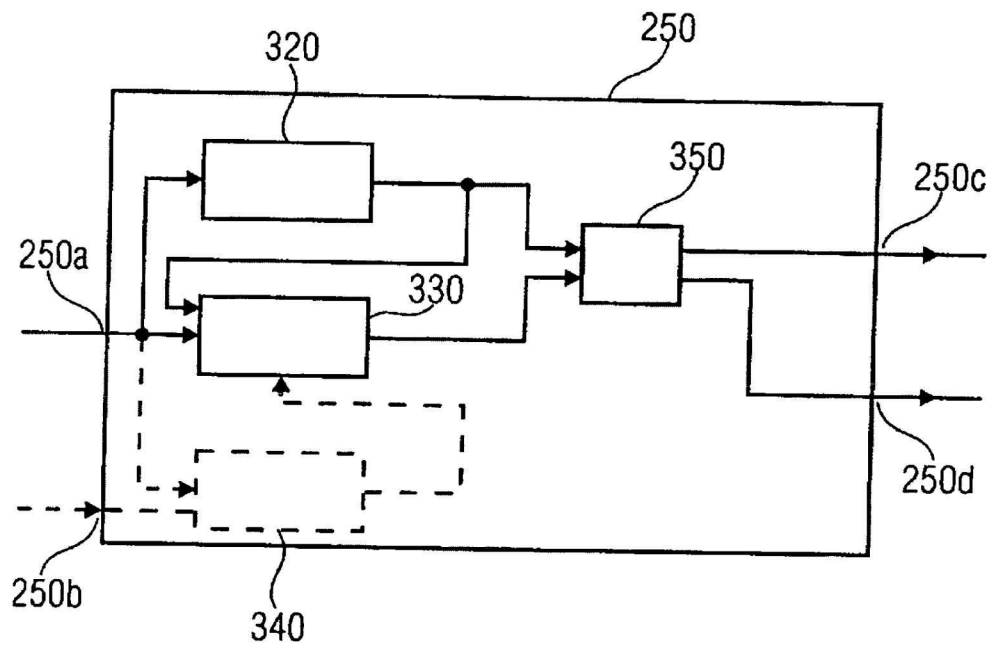


FIGURA 3C

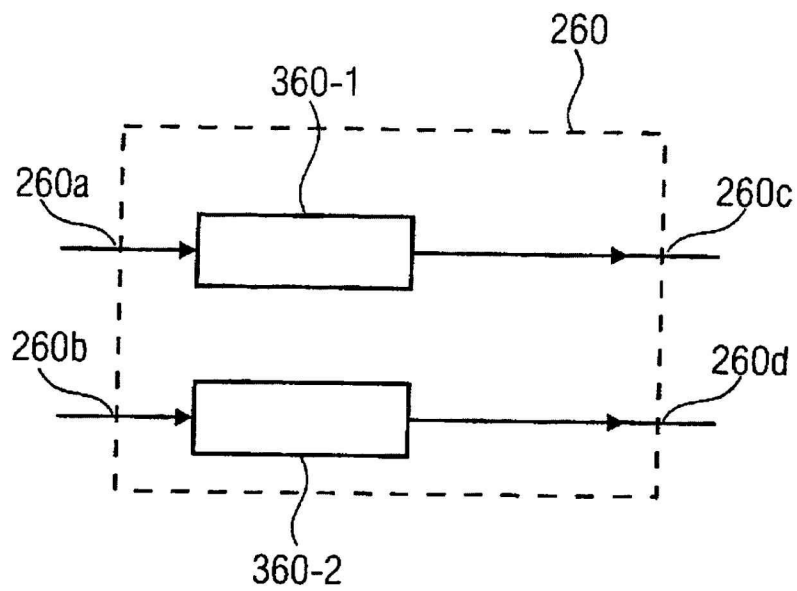


FIGURA 4A

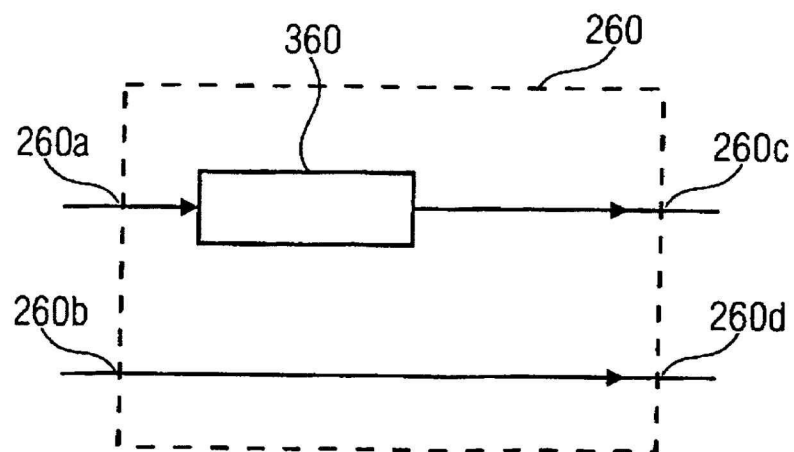
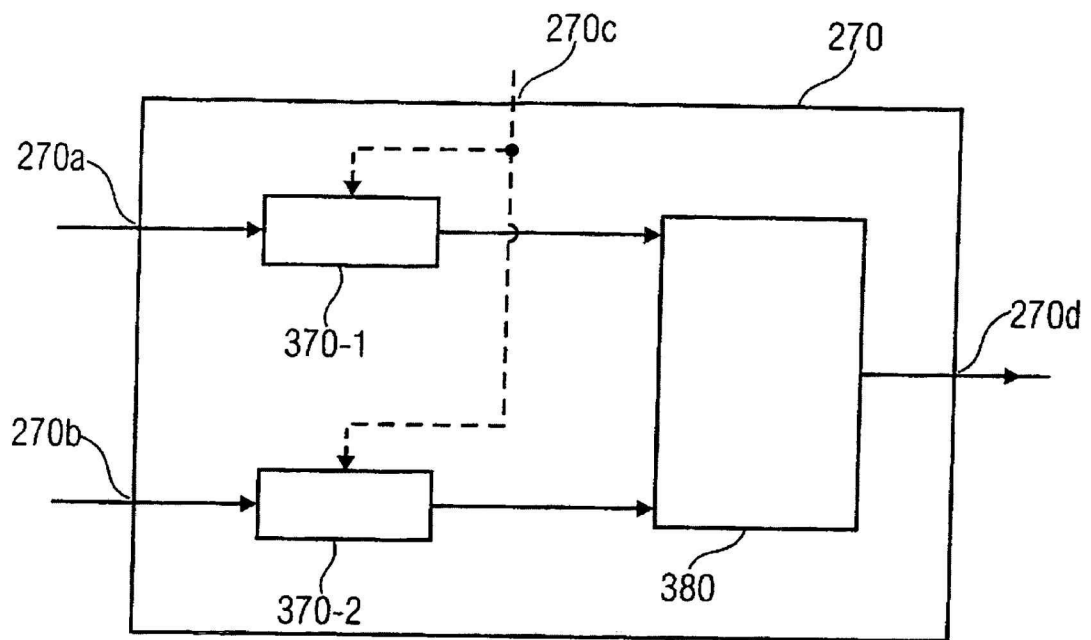
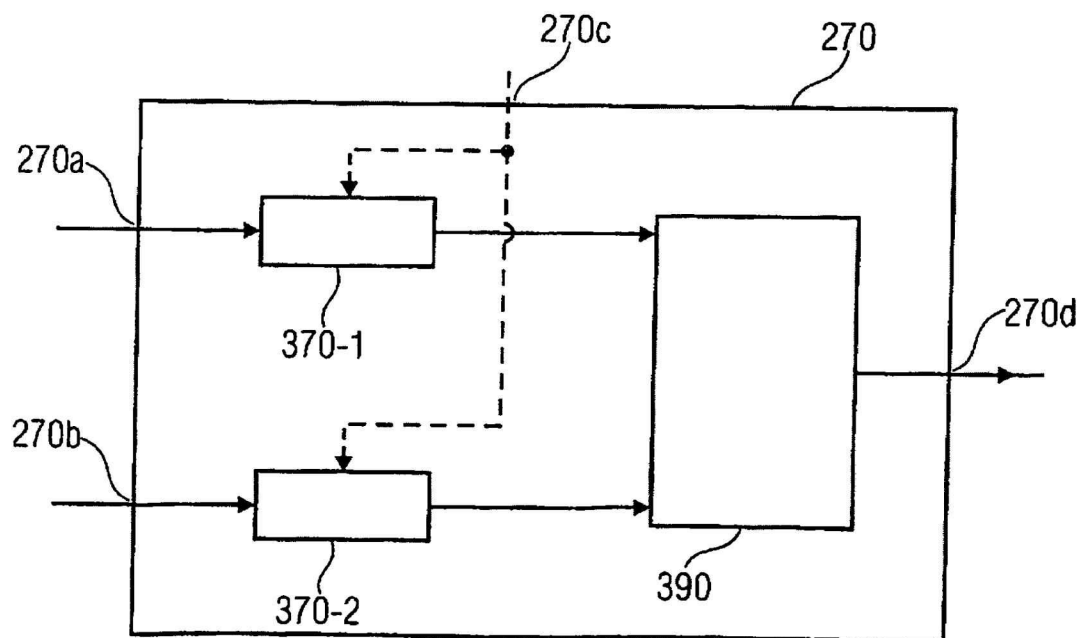
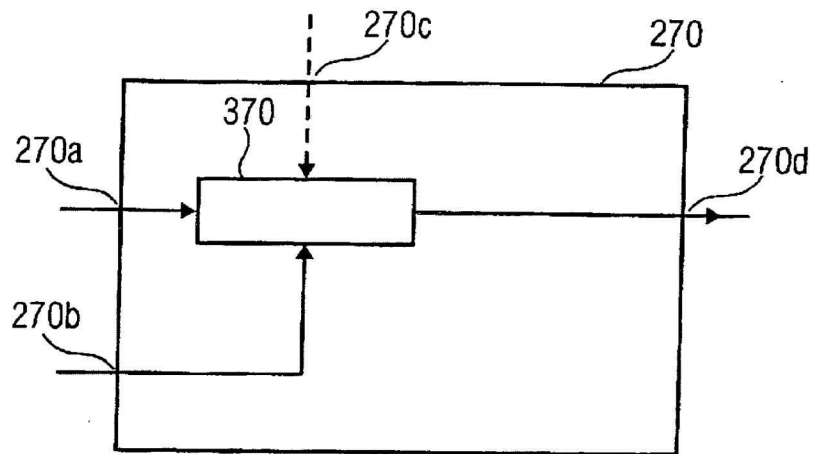
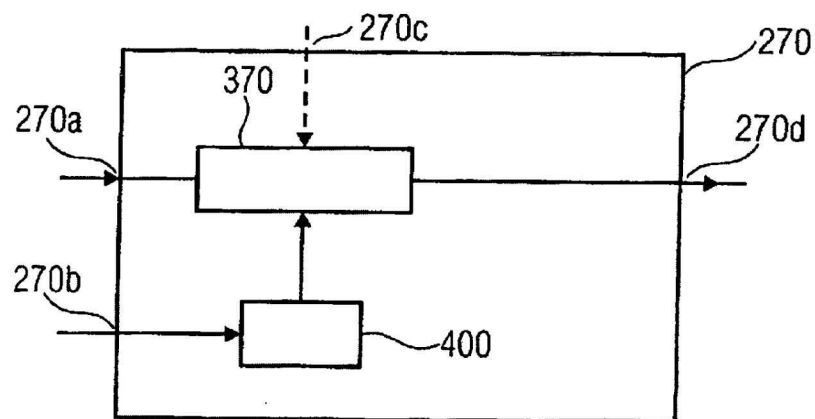
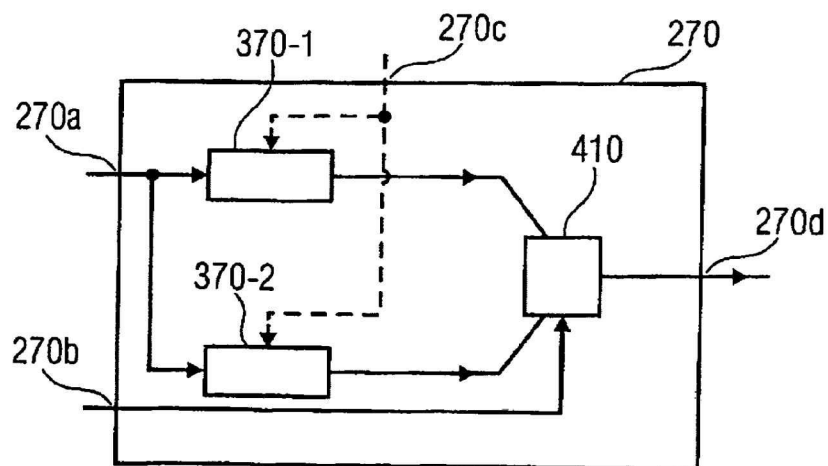
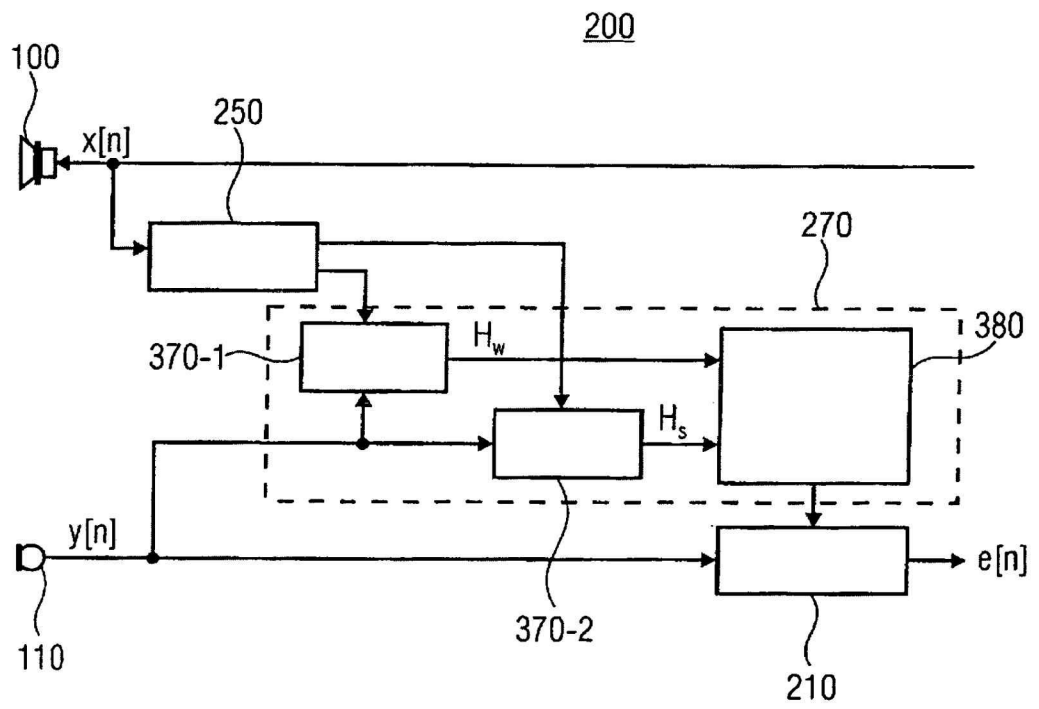


FIGURA 4B

**FIGURE 5A****FIGURE 5B**

**FIGURE 5C****FIGURE 5D****FIGURE 5E**

**FIGURA 6**

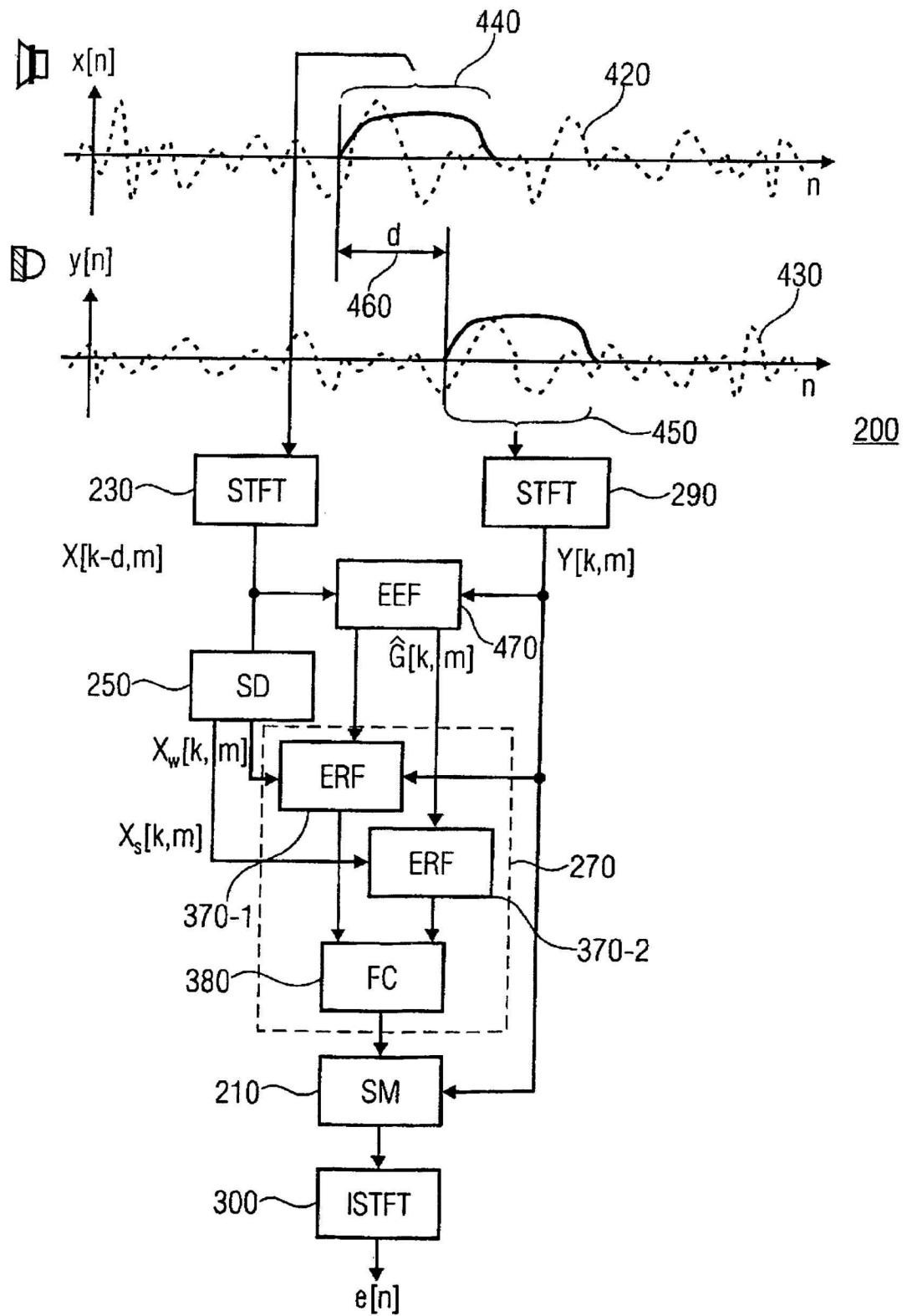
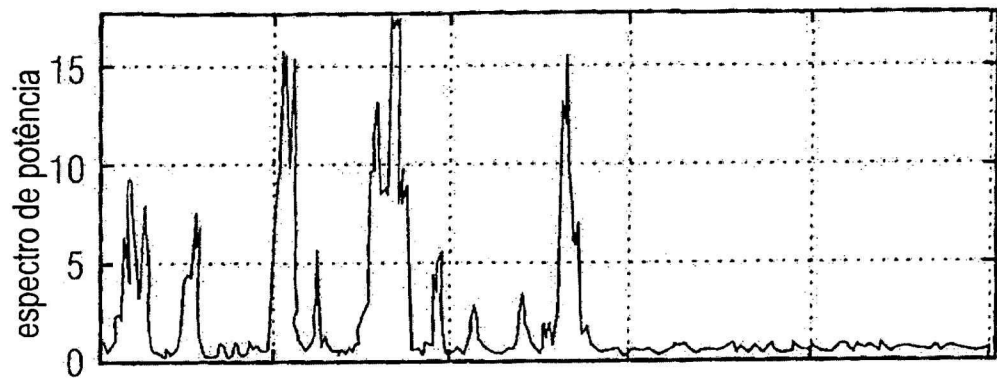


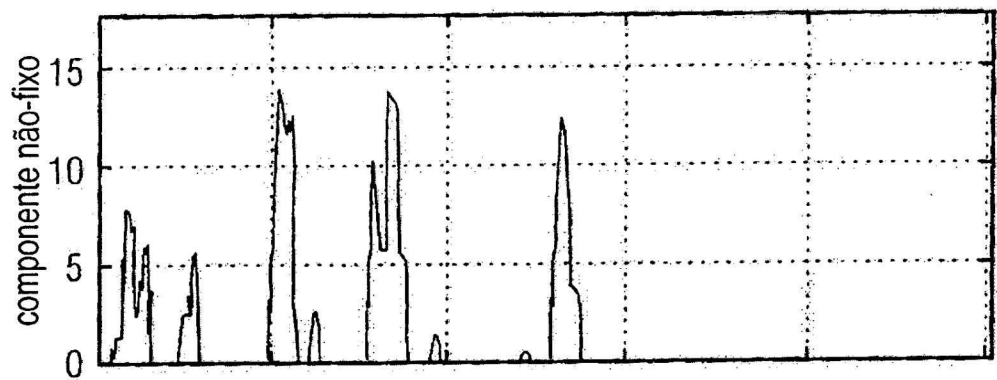
FIGURA 7

10/17

(a)



(b)



(c)

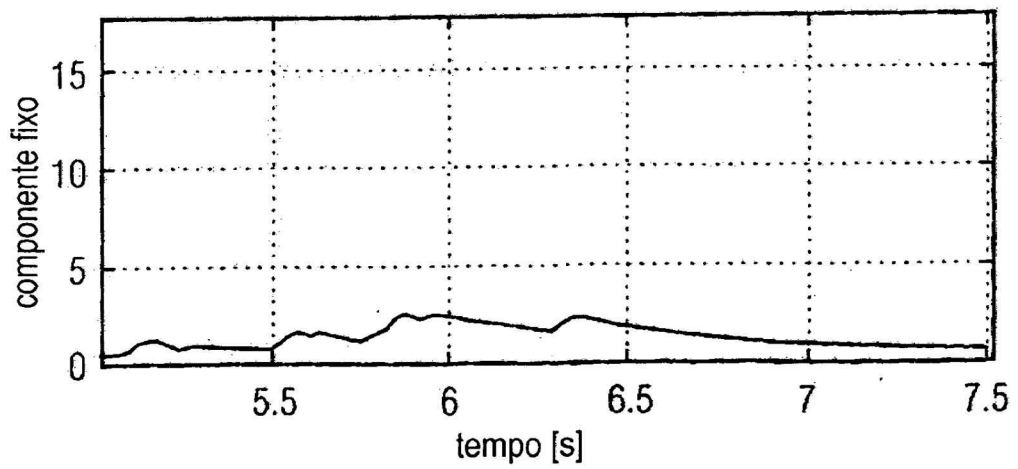
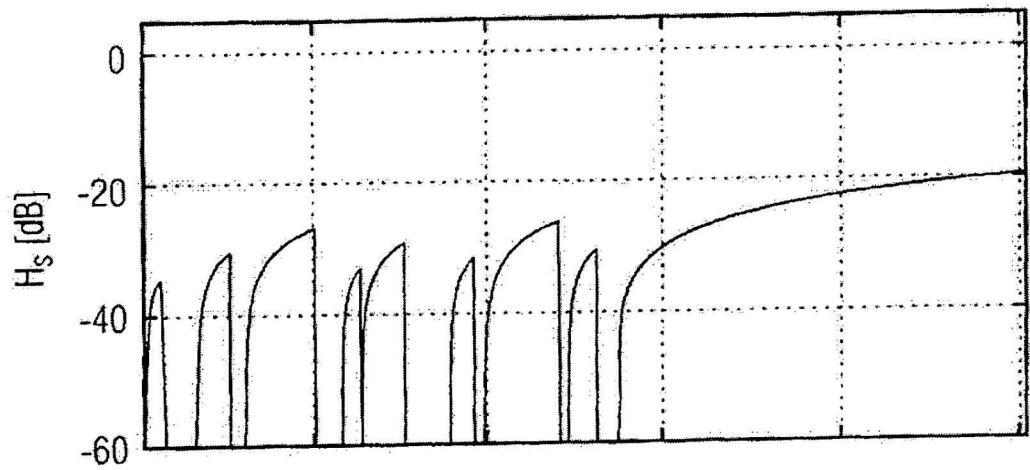


FIGURA 8

11/17

(a)



(b)

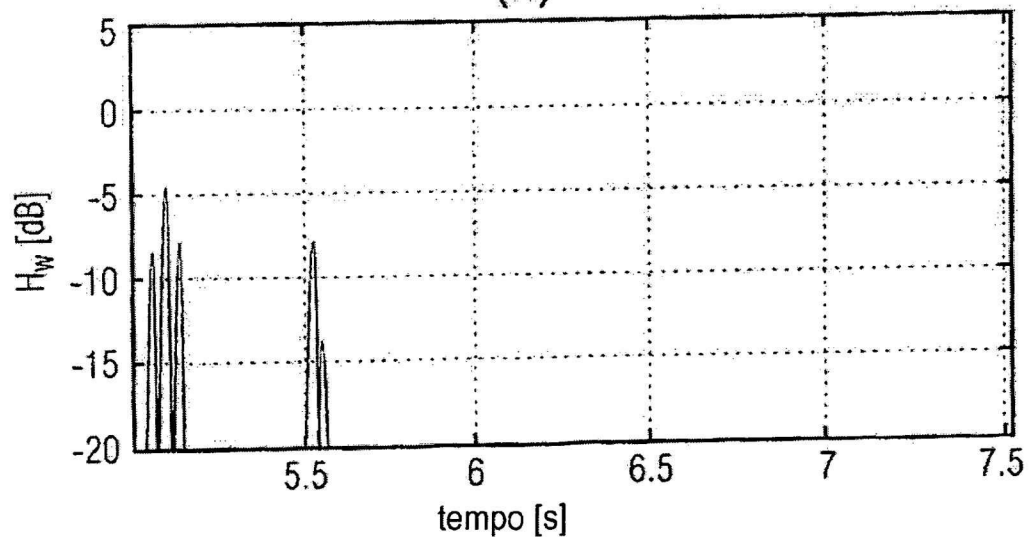


FIGURA 9

12/17

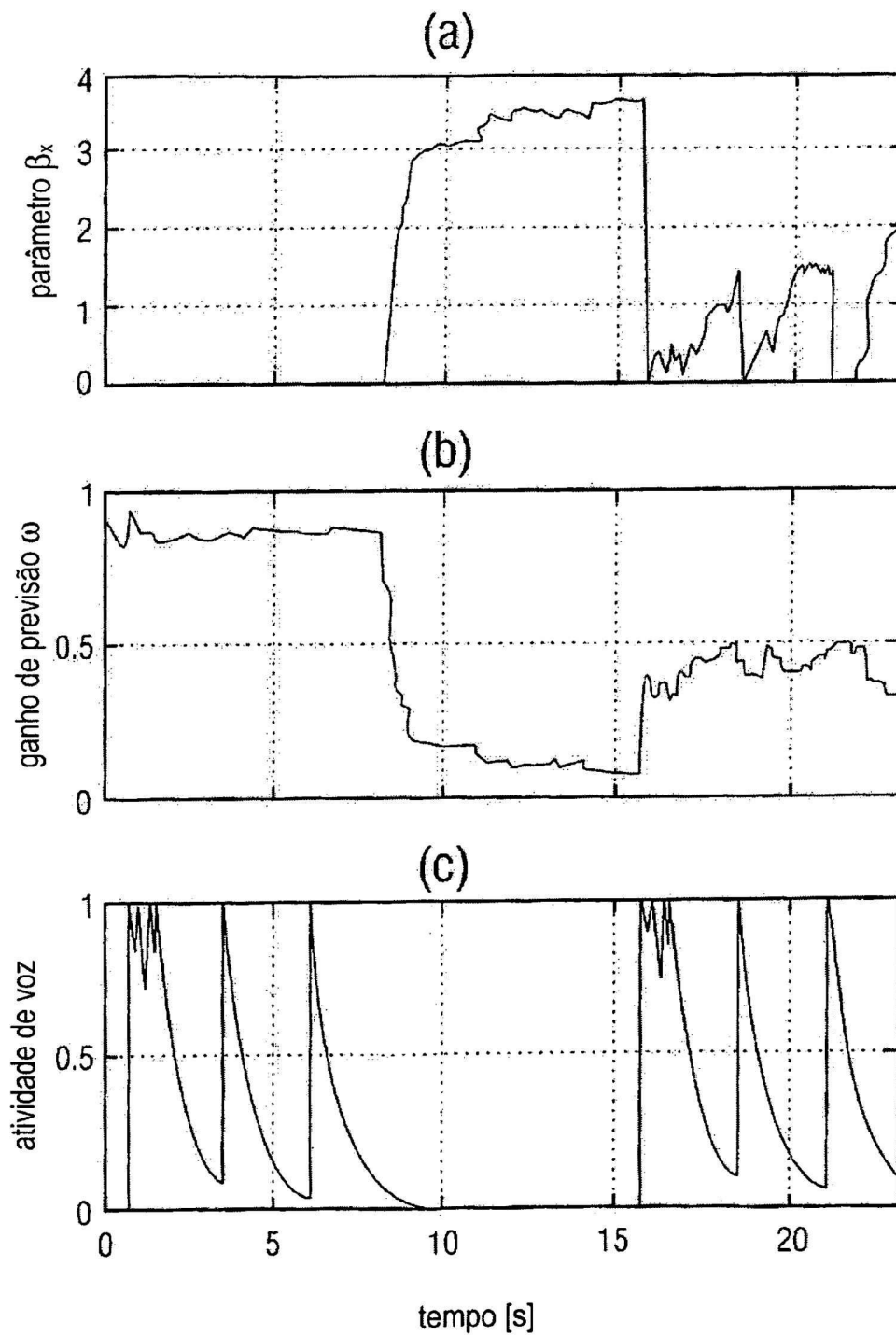


FIGURA 10

200

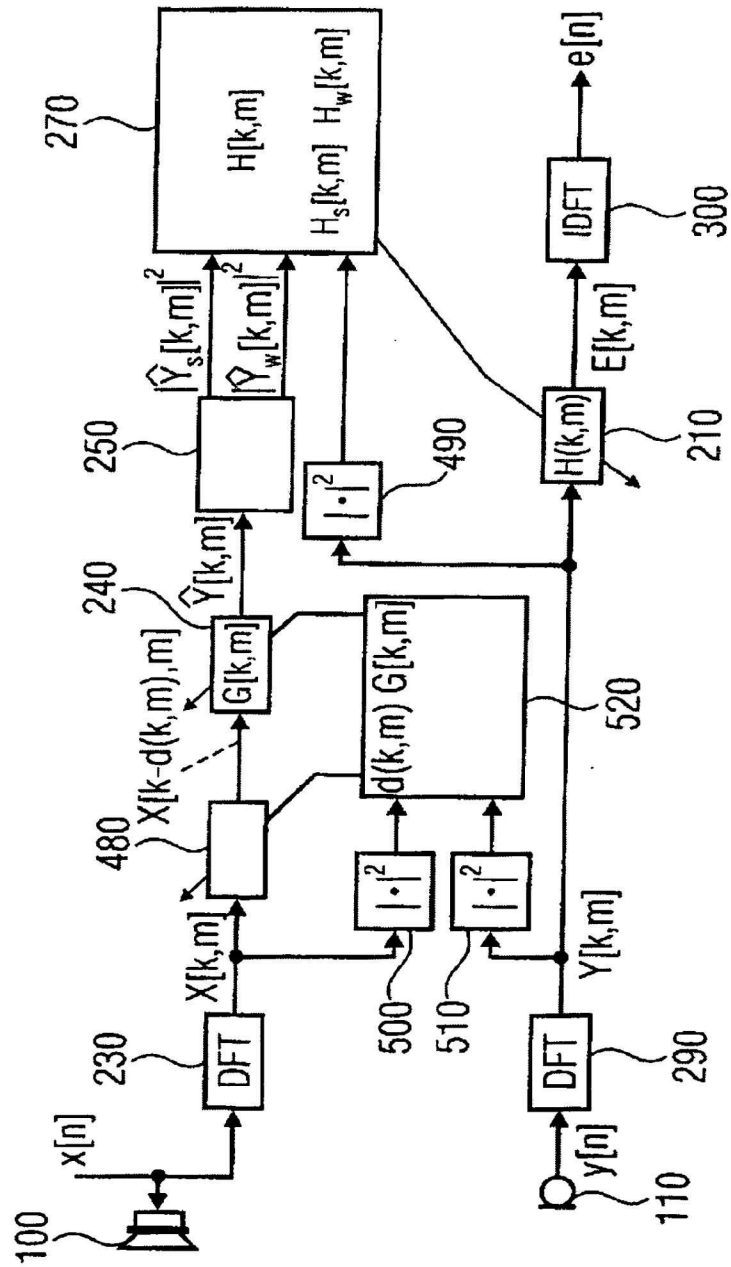


FIGURE 11

200

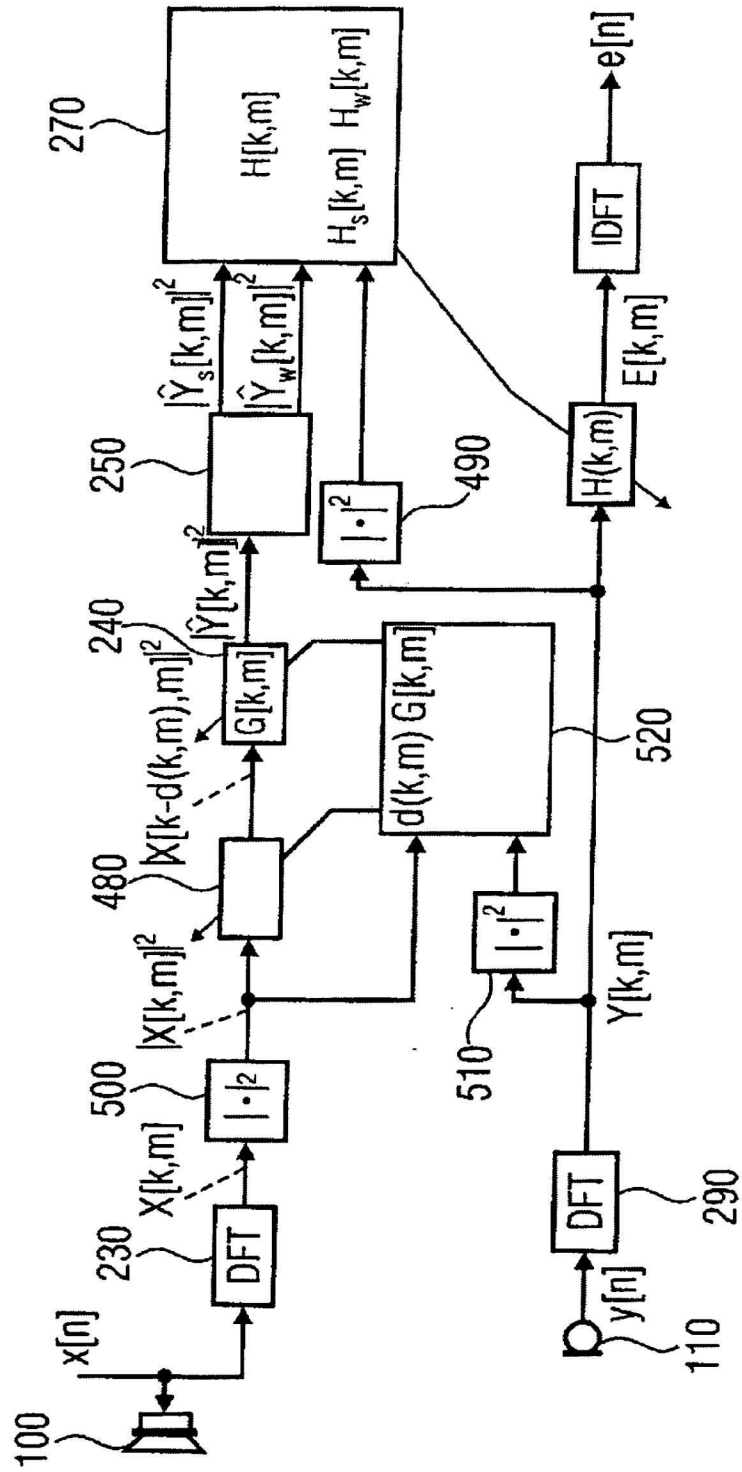


FIGURE 12

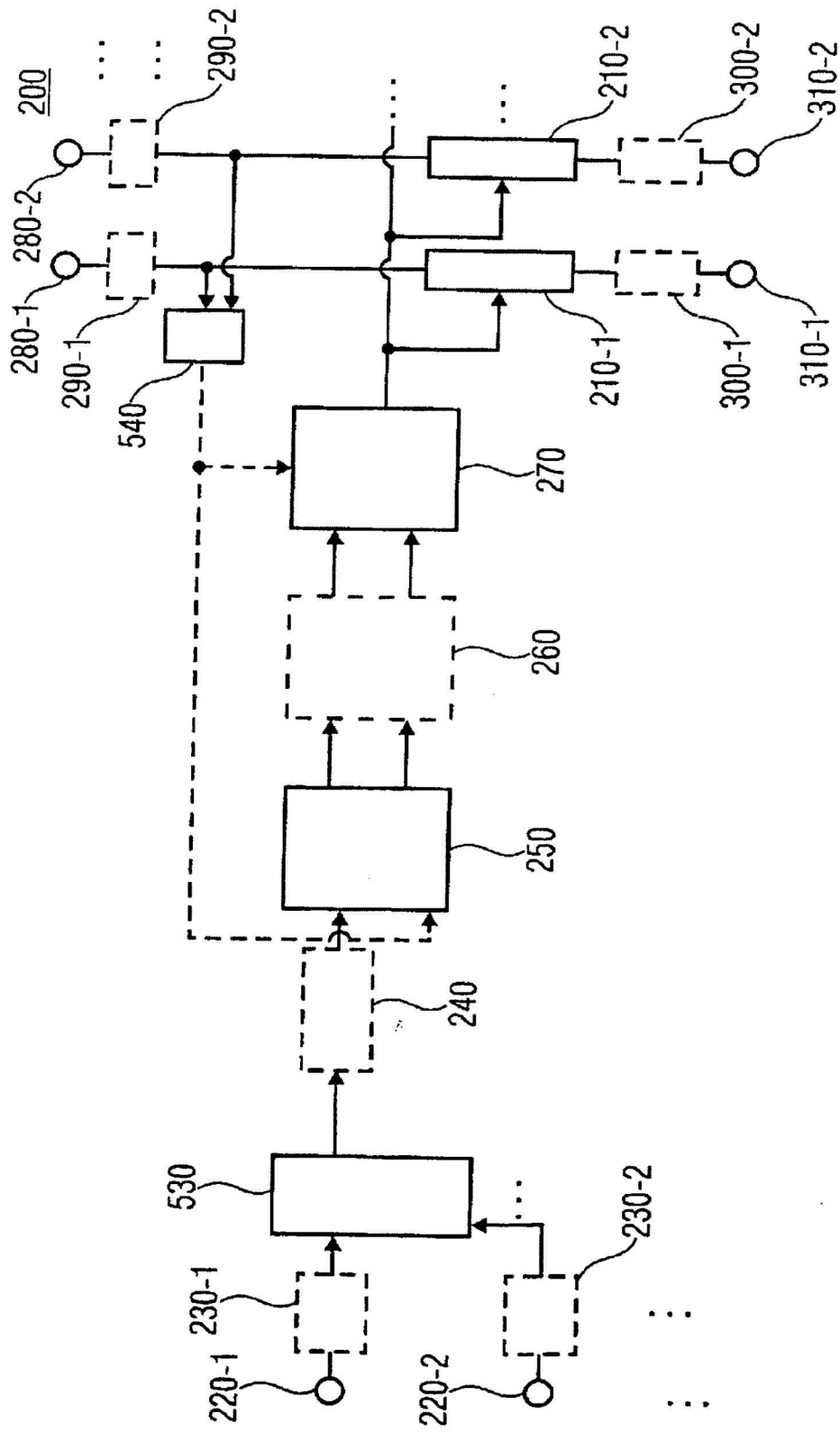
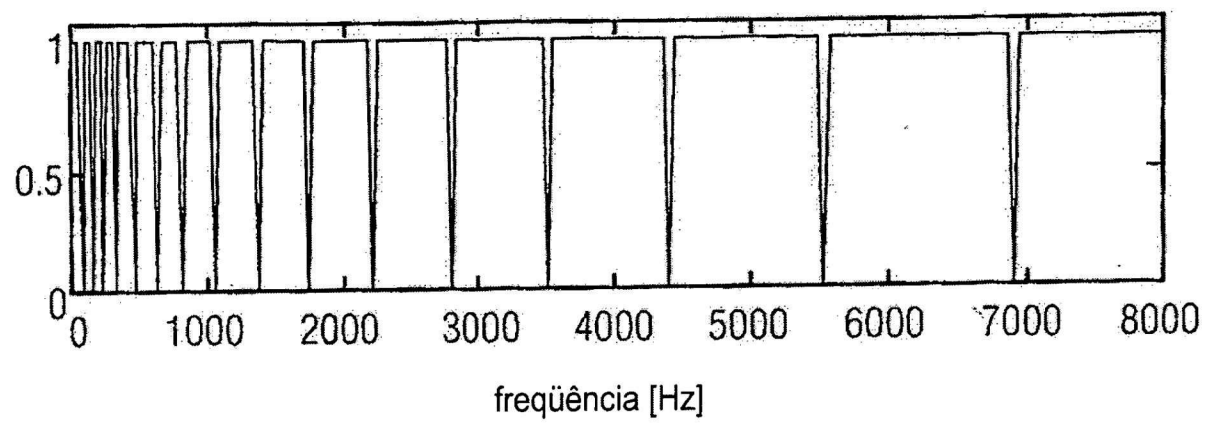
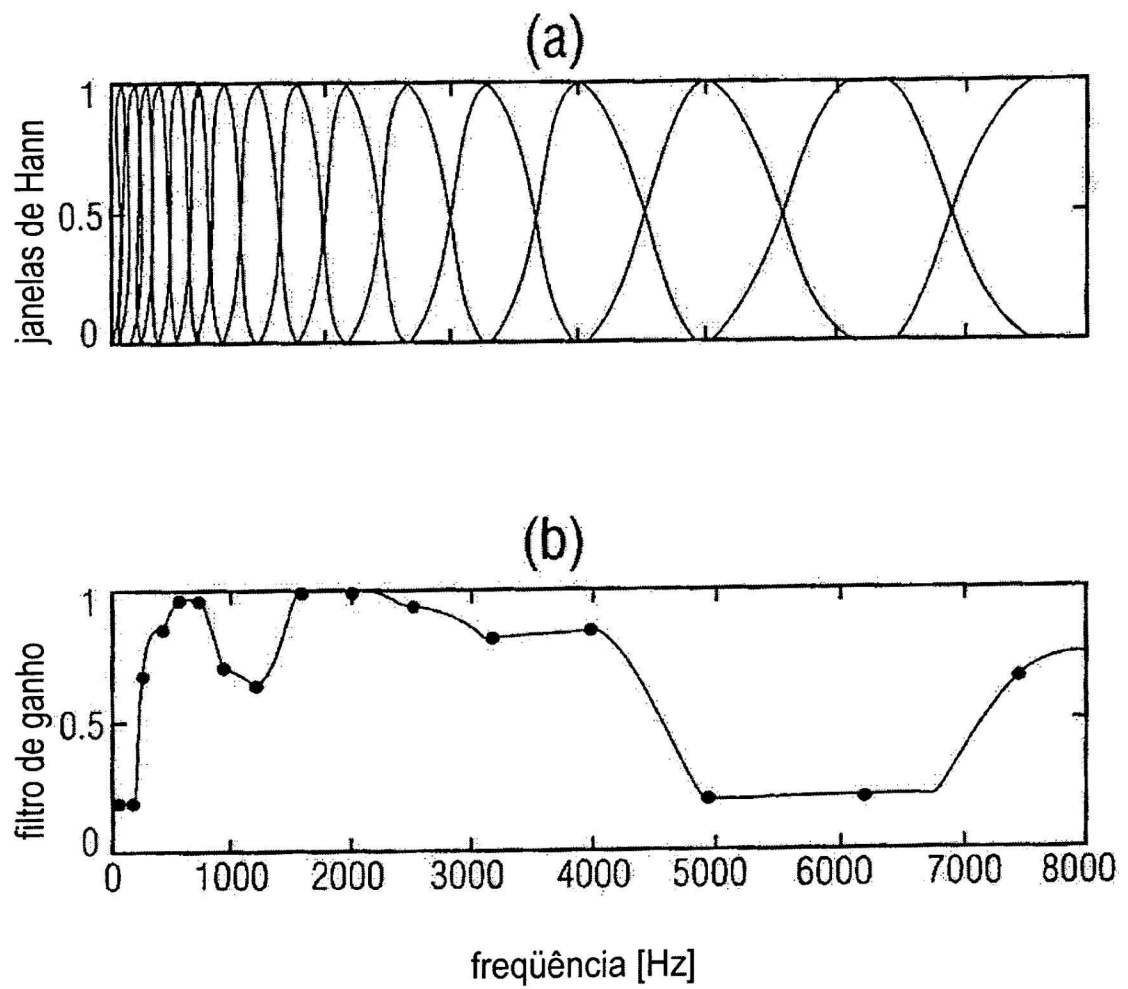


FIGURE 13

**FIGURA 14**

**FIGURA 15**