



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

**(11) PI 0513255-0 B1**



**(22) Data do Depósito: 11/07/2005**

**(45) Data de Concessão: 25/06/2019**

---

**(54) Título:** DISPOSITIVO E MÉTODO PARA CONVERTER UM PRIMEIRO NÚMERO DE CANAIS DE ÁUDIO DE ENTRADA EM UM SEGUNDO NÚMERO DE CANAIS DE ÁUDIO DE SAÍDA, SISTEMA DE ÁUDIO, E, MEIO DE ARMAZENAMENTO LEGÍVEL POR COMPUTADOR

**(51) Int.Cl.:** H04S 5/00; G10L 19/008.

**(52) CPC:** H04S 5/005; G10L 19/008.

**(30) Prioridade Unionista:** 14/07/2004 EP 04103370.5; 18/04/2005 EP 05103072.4.

**(73) Titular(es):** KONINKLIJKE PHILIPS ELECTRONICS N.V.; DOLBY INTERNATIONAL AB.

**(72) Inventor(es):** ERIK G. P. SCHUIJERS; HEIKO PURNHAGEN; KARL J. RÖDÉN; DIRK J. BREEBAART.

**(86) Pedido PCT:** PCT IB2005052293 de 11/07/2005

**(87) Publicação PCT:** WO 2006/008697 de 26/01/2006

**(85) Data do Início da Fase Nacional:** 11/01/2007

**(57) Resumo:** DISPOSITIVO PARA CONVERTER UM PRIMEIRO NÚMERO DE CANAIS DE ÁUDIO DE ENTRADA EM UM SEGUNDO NÚMERO DE CANAIS DE ÁUDIO DE SAÍDA, SISTEMA DE ÁUDIO, MÉTODO PARA CONVERTER UM PRIMEIRO NÚMERO DE CANAIS DE ÁUDIO DE ENTRADA EM UM SEGUNDO NÚMERO DE CANAIS DE ÁUDIO DE SAÍDA, E, PRODUTO DE PROGRAMA DE COMPUTAÇÃO. Um dispositivo (1) para converter um primeiro número (M) de canais de áudio de entrada em um segundo número maior (N) de canais de áudio de saída inclui: unidades de descorrelação (3) para decompor os canais de áudio de entrada em um conjunto de canais auxiliares descorrelacionados, pelo menos uma unidade de mistura elevadora (4) para combinar os canais auxiliares descorrelacionados nos canais de áudio de saída, e pelo menos uma unidade de pré-processamento (2) para pré-processar os canais de áudio de entrada e alimentar os canais de áudio de entrada pré-processados às unidades de descorrelação (3). A unidade de pré-processamento (2) e a unidade de mistura elevadora (4) são preferivelmente controladas por parâmetros de áudio.

**“DISPOSITIVO E MÉTODO PARA CONVERTER UM PRIMEIRO NÚMERO DE CANAIS DE ÁUDIO DE ENTRADA EM UM SEGUNDO NÚMERO DE CANAIS DE ÁUDIO DE SAÍDA, SISTEMA DE ÁUDIO, E, MEIO DE ARMAZENAMENTO LEGÍVEL POR COMPUTADOR”**

[0001] A presente invenção relaciona-se à conversão de canal de áudio. Mais em particular, a presente invenção relaciona-se a um dispositivo e um método para converter um primeiro número de canais de áudio de entrada em um segundo número de canais de áudio de saída, o primeiro número sendo menor do que o segundo número.

[0002] É bem conhecido converter vários canais de áudio em outro número maior de canais de áudio. Isto pode ser feito por várias razões. Uma primeira razão pode ser a conversão em um novo formato. Gravações estéreo, por exemplo têm só dois canais, enquanto sistemas de áudio modernos tipicamente têm cinco ou seis canais, como nos sistemas "5.1" populares. Por conseguinte, os dois canais estéreo têm que ser convertidos em cinco ou seis canais a fim de tirar proveito do sistema de áudio avançado. A segunda razão pode ser eficiência de codificação. Foi achado que sinais de áudio estéreo podem ser codificados como únicos sinais de áudio de canal combinados com um fluxo de bits de parâmetro descrevendo as propriedades espaciais do sinal de áudio. O decodificador pode reproduzir os sinais de áudio estéreo com um grau muito satisfatório de precisão. Deste modo, economia de taxa de bit significativa pode ser obtida.

[0003] Há vários parâmetros que descrevem as propriedades espaciais de sinais de áudio. Um desses parâmetros é a correlação cruzada inter-canal, por exemplo em sinais estéreo a correlação cruzada entre o canal L e o canal R. Outro parâmetro é a relação de potência dos canais. Nos denominados codificadores de áudio espaciais paramétricos, estes e outros parâmetros são extraídos do sinal de áudio original assim para produzir um sinal de áudio tendo um número reduzido de canais, por exemplo só um único canal, mais

um conjunto de parâmetros descrevendo as propriedades espaciais do sinal de áudio original. Nos denominados decodificadores de áudio espaciais paramétricos, o sinal de áudio original é reconstruído substancialmente.

[0004] Um decodificador de áudio espacial paramétrico tipicamente inclui vários filtros de descorrelação para produzir conjuntos de canais auxiliares descorrelacionados de cada canal de áudio de entrada. Estes canais auxiliares descorrelacionados são então combinados com os canais de entrada originais em uma denominada unidade de mistura elevadora para produzir canais de saída tendo uma correlação desejada, quer dizer, uma correlação correspondendo com o sinal de áudio original. Além de fixar a correlação, a unidade de mistura elevadora tipicamente também fixa a relação de potência dos canais de áudio e/ou efetua outras etapas de processamento de sinal, tal como predizer um canal de áudio na base de outros canais.

[0005] Achou-se que os filtros de descorrelação introduzem um atraso de tempo e uma "distorção" temporal do sinal de áudio e que, como resultado disto, pode haver uma discrepância temporal entre uma parte de sinal (por exemplo, o sinal contido em um quadro de tempo) e seus parâmetros correspondentes: como a parte de sinal é atrasada, seus parâmetros podem ser aplicados a outra parte de sinal, resultando em distorção do sinal. Isto é claramente indesejável. Porém, não é possível apagar as unidades de descorrelação do decodificador, como isto tornaria impossível prover canais de áudio tendo uma correlação inter-canal correta.

[0006] É um objetivo da presente invenção superar estes e outros problemas da Técnica Anterior e prover um dispositivo e um método para converter o número de canais de áudio de um sinal de áudio no qual os efeitos desvantajosos dos filtros de descorrelação são reduzidos significativamente ou até mesmo eliminados.

[0007] Por conseguinte, a presente invenção provê um dispositivo para converter um primeiro número de canais de áudio de entrada em um

segundo número de canais de áudio de saída, onde o primeiro número é menor do que o segundo número, o dispositivo incluindo:

- pelo menos uma unidade de descorrelação para produzir um conjunto de canais auxiliares descorrelacionados de um canal de áudio de entrada, o conjunto de canais auxiliares descorrelacionados incluindo um ou mais canais auxiliares descorrelacionados; e

- pelo menos uma unidade de mistura elevadora para combinar canais em canais de áudio de saída, em que a pelo menos uma unidade de mistura elevadora é operativa para combinar um canal de áudio de entrada ou um canal de áudio de entrada pré-processado e um canal auxiliar descorrelacionado com base em um parâmetro de correlação cruzada intercanal variável em tempo, dito dispositivo ademais compreendendo:

- pelo menos uma unidade de pré-processamento para pré-processar o canal de áudio de entrada antes de alimentar o canal de áudio de entrada à pelo menos uma unidade de descorrelação, em que a pelo menos uma unidade de pré-processamento é operativa para realizar um processamento de sinal variável em tempo outro que correlações de ajuste.

[0008] Provendo uma unidade de pré-processamento para pré-processar os canais de áudio de entrada antes de processamento pelas unidades de descorrelação, os canais de áudio podem ser pré-processados antes que qualquer atraso ou "distorção" seja introduzida pelas unidades de descorrelação. Como resultado, os parâmetros corretos são usados para este processamento e qualquer desalinhamento das partes de sinal e dos parâmetros é evitado.

[0009] A pelo menos uma unidade de pré-processamento é arranjada tal que o pré-processamento aconteça antes que o canal de áudio de entrada seja alimentado às unidades de descorrelação. Por conseguinte, a unidade de pré-processamento é arranjada entre um terminal de entrada do dispositivo e a pelo menos uma unidade de descorrelação.

[00010] O conjunto de canais auxiliares derivados de um único canal de áudio de entrada pode consistir em um, dois, três ou mais canais. Canais auxiliares também podem ser derivados de canais intermediários, isto é, canais derivados dos canais de áudio de entrada através de processamento de sinal diferente de descorrelação, por exemplo através de predição, como pode ser executado na unidade de pré-processamento da presente invenção.

[00011] As unidades de mistura elevadora podem combinar o canal de áudio de entrada (ou canais), o canal auxiliar descorrelacionado (ou canais) e/ou qualquer canal intermediário de uma maneira conhecida. Além de combinar (quer dizer, misturar), a unidade de mistura elevadora também pode executar graduação. Porém, de acordo com a presente invenção, o processamento dos canais auxiliares e dos canais de áudio de entrada, diferente de combinação, é executado principalmente ou exclusivamente na unidade de pré-processamento.

[00012] As unidades de pré-processamento e/ou as unidades de mistura elevadora são preferivelmente controladas através de parâmetros de áudio. Estas unidades são, portanto, projetadas para serem controladas por estas unidades. Isto provê uma maior flexibilidade e permite as propriedades de pré-processamento e/ou propriedades de mistura elevadora serem mudadas.

[00013] Por conseguinte, a unidade de pré-processamento é preferivelmente arranjada para pré-processamento variável em tempo. Quer dizer, o processamento executado pelas unidades de pré-processamento varia com tempo. Mais em particular, este processamento é determinado por parâmetros de sinal variados em tempo. A unidade de mistura elevadora é preferivelmente também arranjada para processamento variável em tempo, tal como descorrelação variável em tempo. Em contraste, as unidades de descorrelação são preferivelmente arranjadas para descorrelação invariável em tempo.

[00014] As unidades de pré-processamento podem vantajosamente ser

arranjadas para fixar relações de potência de canais de áudio e/ou predição. Esta predição envolve predizer os sinais de certos canais de áudio na base de propriedades de outros canais e parâmetros de predição.

[00015] É notado que fixar as correlações dos canais de áudio deveria ser executado depois das unidades de descorrelação, isto é, pela unidade de mistura elevadora convencional. Todo o outro processamento de sinal, porém, pode acontecer na unidade de pré-processamento.

[00016] A presente invenção também provê um sistema de áudio incluindo um dispositivo como definido acima. O sistema de áudio pode ademais incluir uma ou mais fontes de áudio, um amplificador e unidades de alto-falante ou seus equivalentes.

[00017] A presente invenção adicionalmente provê um método para converter um primeiro número de canais de áudio de entrada em um segundo número de canais de áudio de saída, onde o primeiro número é menor do que o segundo número, o método incluindo as etapas de:

- produzir um conjunto de canais auxiliares descorrelacionados de um canal de áudio de entrada, o conjunto de canais auxiliares descorrelacionados incluindo um ou mais canais auxiliares descorrelacionados; e

- combinar canais em canais de áudio de saída, em que a etapa de combinação compreende combinar um canal de áudio de entrada ou um canal de áudio de entrada pré-processado e um canal auxiliar descorrelacionado com base em um parâmetro de correlação cruzada intercanal variável em tempo,

dito método incluindo a etapa adicional de:

- pré-processar o canal de áudio de entrada antes da etapa de produzir o conjunto de canais auxiliares descorrelacionados do canal de áudio de entrada, em que a etapa de pré-processamento compreende efetuar um processamento de sinal variável em tempo outro que correlações de ajuste.

[00018] Preferivelmente, parâmetros de áudio são usados para controlar a etapa de combinação e a etapa de pré-processamento.

[00019] A presente invenção ademais provê um produto de programa de computação para efetuar o método como definido acima. Um produto de programa de computação pode incluir um conjunto de instruções executáveis por computador armazenadas em um portador de dados, tal como um CD ou um DVD. O conjunto de instruções executáveis por computador, que permitem a um computador programável efetuar o método como definido acima, também pode estar disponível para carregamento de um servidor remoto, por exemplo pela Internet.

[00020] A presente invenção será explicada ademais abaixo com referência às concretizações exemplares ilustradas nos desenhos acompanhantes, em que:

Figura 1 mostra esquematicamente um dispositivo de conversão de canal de acordo com a técnica Anterior;

Figura 2 mostra esquematicamente uma primeira concretização de um dispositivo de conversão de canal de acordo com a presente invenção;

Figura 3 mostra esquematicamente uma segunda concretização do dispositivo de conversão de canal de acordo com a presente invenção;

Figura 4 mostra esquematicamente uma terceira concretização do dispositivo de conversão de canal de acordo com a presente invenção;

Figura 5 mostra esquematicamente uma quarta concretização do dispositivo de conversão de canal de acordo com a presente invenção;

Figura 6 mostra esquematicamente um sistema de áudio de acordo com a presente invenção.

[00021] O dispositivo da técnica Anterior 1' mostrado na Figura 1 inclui um arranjo 3 de unidades de decorrelação e uma unidade de mistura elevadora 4. O dispositivo tem M entradas 5 e N saídas 6, que são todas

acopladas à unidade de mistura elevadora 4. Cada entrada 5 recebe um canal de áudio de um conjunto de canais de áudio, que juntos constituem um sinal de áudio de múltiplos canais.

[00022] O número de canais de saída (N saídas 6) é maior do que o número de canais de entrada (M entradas 5). Valores exemplares são  $N = 6$  e  $M = 2$ , como quando um sinal de áudio estéreo é convertido em um sinal de áudio 5.1, ou  $N = 2$  e  $M = 1$ , como quando um sinal estéreo é codificado como um sinal mono mais informação adicional, embora outros valores de M e N também estejam possíveis. Os canais de saída tipicamente têm correlações (mútuas) definidas por parâmetros alimentados à unidade de mistura elevadora 4. Para produzir canais de saída tendo as correlações desejadas, um conjunto de canais mutuamente não correlatados é derivado dos canais de entrada. Para este fim, unidades de descorrelação 3 são acopladas a cada entrada 5 assim para produzir conjuntos de canais de entrada não correlatados. O número real de filtros de descorrelação, que são bem conhecidos na técnica, pode variar e não está limitado ao número mostrado nos desenhos.

[00023] As unidades de descorrelação 31,..., 39 tipicamente incluem filtros tendo características de passa-tudo. Tais filtros substancialmente mantêm o envelope espectral do sinal de áudio. Porém, as características de passa-tudo têm a desvantagem de introduzir um atraso de tempo. Além disso, elas causam frequentemente uma "distorção" do sinal de entrada, quer dizer, o envelope temporal do sinal descorrelacionado é menos bem definido do que o envelope temporal do sinal original. Ambos o atraso de tempo e a "distorção" resultam em uma discrepância entre o sinal de áudio e os parâmetros correspondentes: algumas partes de sinal (quer dizer, segmentos de tempo do sinal produzidos por filtros de descorrelação) alcançam a unidade de mistura elevadora mais tarde que os parâmetros correspondentes. Como resultado, os parâmetros errados são aplicados àquelas partes de sinal e o sinal de áudio é

processado incorretamente, conduzindo a uma distorção de sinal perceptível, por exemplo diafonia. Será entendido que isto é altamente indesejável.

[00024] É notado que os parâmetros poderiam ser atrasados (por exemplo, ser uma unidade de atraso) assim para melhor casar a temporização dos parâmetros e dos sinais. Porém, a unidade de mistura elevadora 4 também recebe os sinais de entrada não descorrelacionados, que não foram atrasados. Além disso, a "distorção" pode ser dependente de frequência. Como resultado, é difícil casar os parâmetros e as partes de sinal correspondentes.

[00025] A presente invenção resolve este problema processando o sinal de áudio antes da descorrelação. Quer dizer, uma parte significativa do processamento sinal é executada antes que o sinal de áudio seja alimentado aos filtros descorrelação. Deste modo, o descasamento causado pelos filtros descorrelação é grandemente evitado.

[00026] O dispositivo 1 de acordo com a presente invenção ilustrado e somente por meio de exemplo não limitante na Figura 2 também inclui um arranjo 3 de filtros descorrelação (31, ...) e um unidade de mistura elevadora 4. Em contraste com o dispositivo da Técnica Anterior 1' da Figura 1, porém, o dispositivo 1 da presente invenção inclui adicionalmente uma unidade de pré-processamento 2 para pré-processar o sinal de áudio antes da descorrelação.

[00027] A unidade de pré-processamento 2 recebe os M canais de entrada do sinal de áudio pelas M entradas 5. A unidade 2 também recebe parâmetros relativos ao sinal de áudio, que são indicativos de propriedades de sinal desejadas. Usando estes parâmetros, a unidade de pré-processamento 2 executa processamento de sinal tal como ajustar as relações de potência dos canais de áudio e prever alguns canais de áudio na base de outros canais de áudio. Como resultado, ajuste de relação de potência e previsão são executados sem serem influenciados pelos filtros de descorrelação 3, e qualquer descasamento de tempo entre o sinal de áudio e os parâmetros

relativos a estas operações é evitado.

[00028] Será entendido que nem todo o processamento de sinal pode ser executado pela unidade de pré-processamento. Fixar as correlações desejadas dos canais de áudio tipicamente requer a disponibilidade de canais não correlatados como produzido pelos filtros de descorrelação 3. Por conseguinte, fixar as correlações é executado pela unidade de mistura elevadora 4. Além disso, ajustes de sinal adicionais podem ser feitos pela unidade de mistura elevadora 4, tal como um ajuste adicional dos níveis de potência dos canais de áudio. Neste caso, o ajuste de potência pode ser efetuado em ambas a unidade de pré-processamento 2 e a unidade de mistura elevadora 4, embora seja muito bem possível executar esta operação em só uma destas unidades.

[00029] Uma vantagem adicional da presente invenção é a possibilidade para escolher qual das unidades 2 e 4 é mais adequada para executar uma certa operação de processamento de sinal. Provendo duas unidades (2 e 4) em vez de uma única unidade (4), uma maior flexibilidade de projeto é alcançada, e os efeitos desfavoráveis das unidades de descorrelação podem ser evitados à maior extensão possível.

[00030] Nas concretizações preferidas da presente invenção, a unidade de pré-processamento 2 e a unidade de mistura elevadora 4 são ambas variáveis em tempo: suas propriedades de processamento de sinal são controladas por parâmetros de sinal que podem variar em tempo. Os filtros de descorrelação 3, porém, são preferivelmente invariáveis em tempo: suas propriedades não são dependentes de tempo e são preferivelmente não controladas por parâmetros de sinal que variam através do tempo. Concretizações podem ser idealizadas nas quais ou a unidade de pré-processamento 2 ou a unidade de mistura elevadora 4 é invariável em tempo.

[00031] Em concretizações vantajosas adicionais, o processamento executado pela unidade de pré-processamento 2 e/ou a unidade de mistura

elevadora 4 é dependente de frequência: as propriedades de processamento de sinal destas unidades podem ser controladas por parâmetros que variam em dependência da frequência.

[00032] Como mencionado acima, o número de canais de saída (N) é maior do que o número de canais de entrada (M). Por exemplo, pode haver dois canais de entrada e cinco ou seis canais de saída, ou pode haver um único canal de entrada e dois ou mais canais de saída, embora outras combinações sejam possíveis.

[00033] Também é possível que o número de saída canais 6 seja igual ao número de canais de entrada 5 (quer dizer,  $M = N$ ), em qual caso o dispositivo da presente invenção provê uma re-mistura dos canais de áudio. Isto pode ser útil para ajustar certas propriedades de sinal e melhorar o sinal de áudio.

[00034] É notado que o sinal de áudio pode ser constituído por uma série de partes de sinal contidas em segmentos de tempo consecutivos. Tais segmentos de tempo podem ser quadros de tempo ou outras unidades definindo parte de sinal limitada em tempo. Devido às unidades de descorrelação, a sincronização entre os segmentos de tempo e os parâmetros correspondentes pode ser perdida. Este problema é resolvido pela presente invenção.

[00035] Uma concretização meramente exemplar do dispositivo da presente invenção é mostrada em mais detalhe na Figura 3. O dispositivo 1 da Figura 3 recebe um único sinal de entrada de áudio de canal ( $M = 1$ ). Na concretização exemplar da Figura 3, a unidade de pré-processamento 2 inclui duas unidades de ganho 22 e 23 tendo respectivo ganhos  $G_2$  e  $G_3$ . As unidades de ganho 22 e 23 fixam os níveis dos canais auxiliares de áudio antes que estes canais auxiliares sejam descorrelacionados por unidades de descorrelação respectivas 31, 32, 33 de um conjunto (arranjo) 3 de unidades de descorrelação. Cada uma das unidades de descorrelação 31, 32 e 33 tem

uma função de transferência respectiva  $H_1$ ,  $H_2$  e  $H_3$  e produz um canal auxiliar descorrelacionado respectivo  $S_1$ ,  $S_2$  e  $S_3$ .

[00036] Uma (primeira) unidade de ganho 21 tendo um ganho  $G_1$  poderia ser adicionada entre o terminal de entrada e a primeira unidade de descorrelação 31, mas foi omitida da concretização mostrada onde o primeiro ganho  $G_1$  é igual a 1.

[00037] A unidade de mistura elevadora 4 inclui, no exemplo mostrado, três unidades de mistura 41, 42 e 43, que misturam o canal de entrada e seus três canais auxiliares para produzir quatro canais de saída  $L_f$  (Esquerdo dianteiro),  $L_s$  (Esquerdo circundante),  $R_f$  (Direito dianteiro) e  $R_s$  (Direito circundante). A unidade de mistura 41 recebe os parâmetros (dependente de tempo)  $IID_{lr}$  (Diferença de Intensidade Inter-canal esquerdo-direito) e  $ICC_{lr}$  (Correlação cruzada Inter-canal esquerdo-direito), a unidade de mistura 42 recebe os parâmetros (dependentes de tempo)  $IID_1$  (Diferença de Intensidade Inter-canal esquerdo dianteiro-esquerdo circundante) e  $ICC_1$  (Correlação cruzada Inter-canal esquerdo dianteiro-esquerdo circundante), enquanto a unidade de mistura 43 recebe os parâmetros (dependentes de tempo)  $IID_r$  (Diferença de Intensidade Inter-canal direito dianteiro-direito circundante) e  $ICC_r$  (Correlação Cruzada Inter-canal direito dianteiro-direito circundante).

[00038] Os parâmetros mencionados acima são tipicamente usados em uma denominada matriz de mistura para determinar os sinais de saída desejados. Por exemplo, os sinais de saída  $R_f$  (Direito dianteiro) e  $R_s$  (Direito circundante) podem ser determinados por uma matriz de mistura  $M$  de unidade de mistura 43:

$$\begin{bmatrix} R_f \\ R_s \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} m_{11} & m_{12} \\ m_{21} & m_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ H_3(G_3, S) \end{bmatrix} \quad (1)$$

onde a matriz  $M$  tem coeficientes  $m_{11}, \dots, m_{22}$ , e onde  $H_3(G_3, S) = S_3$  é o sinal de saída da unidade de descorrelação 33. O coeficiente de correlação

normalizado ICC dos sinais Rf e Rs é dado por:

$$ICC(Rf, Rs) = \frac{m_{11}m_{21}\sigma_R^2 + m_{12}m_{22}\sigma_{S3}^2}{\sqrt{(m_{11}^2\sigma_R^2 + m_{12}^2\sigma_{S3}^2)(m_{21}^2\sigma_R^2 + m_{22}^2\sigma_{S3}^2)}} \quad (2)$$

onde  $\sigma^2x$  é a potência de sinal x. A relação de intensidade IID é dada por:

$$IID(Rf, Rs) = \frac{(m_{11}^2\sigma_R^2 + m_{12}^2\sigma_{S3}^2)}{(m_{21}^2\sigma_R^2 + m_{22}^2\sigma_{S3}^2)} \quad (3)$$

Como a potência total deveria ser inalterada, segue que:

$$\sigma_R^2 = m_{11}^2\sigma_R^2 + m_{12}^2\sigma_{S3}^2 + m_{21}^2\sigma_R^2 + m_{22}^2\sigma_{S3}^2 \quad (4)$$

Foi achado que o constrangimento adicional  $m_{12} = -m_{22}$  é efetivo. Em outras palavras, a potência do sinal intermediário (canal auxiliar)  $S_3$  em ambos os sinais Rf e Rs é igual, mas tem sinais opostos (anti-fase). Se  $m_{12} = -m_{22}$  se mantiver, os fatores  $m_{12}$  e  $m_{22}$  podem ser movidos a montante de unidade de descorrelacionor 33, por exemplo para unidade de ganho 23, para permitir processamento antes de descorrelação. Equação (1) pode ser então rescrita como:

$$\begin{bmatrix} R_f \\ R_s \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} m_{11} & 1 \\ m_{21} & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ H_3(G_3, m_{12}, S) \end{bmatrix} \quad (1')$$

Equação (1') pode ser generalizada usando um parâmetro c:

$$\begin{bmatrix} R_f \\ R_s \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} m_{11} & c \\ m_{21} & -c \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ H_3(G_3, \frac{m_{12}}{c}, S) \end{bmatrix} \quad (1'')$$

Para  $c=1$ , todo o processamento de variável em tempo do caminho de sinal de descorrelacionor é executado a montante do descorrelacionor, enquanto para  $c=G_3.m_{12}$ , todo o processamento de variável em tempo do caminho de sinal de descorrelacionor é executado a jusante do descorrelacionor. Conforme a presente invenção, o parâmetro c terá preferivelmente um valor aproximadamente ou substancialmente igual a 1.

[00039] Na concretização exemplar descrita acima, a unidade de mistura elevadora 4 fixa ambas a correlação cruzada e a diferença de intensidade dos quatro canais de saída. Isto é, certamente, não essencial e, em algumas concretizações, a intensidade inter-canal pode ser fixada na unidade

de pré-processamento 2. Isto pode ser realizado executando todas as operações de mistura na unidade de pré-processamento 2, usando por exemplo diretamente o sinal de entrada S.

[00040] Pode ser visto da Figura 3 que conforme a presente invenção, uma operação de pré-processamento é efetuada, no exemplo mostrado um ajuste de ganho (quer dizer, potência).

[00041] Outro exemplo de um dispositivo 1 de acordo com a presente invenção é ilustrado na Figura 4, onde um sinal de áudio incluído de dois canais de áudio de entrada  $L_0$  e  $R_0$  é convertido em um sinal de áudio consistindo em cinco canais de áudio de saída  $L_f$ ,  $L_s$ , C (Centro),  $R_f$  e  $R_s$ . A unidade de pré-processamento 2 inclui uma única unidade de mistura 25, que recebe os parâmetros de sinal (dependentes de tempo)  $c_1$  e  $c_2$ . Os parâmetros  $c_1$  e  $c_2$  são parâmetros de predição para predizer os sinais intermediários L, C e R saídos pela unidade de mistura 25 na base dos sinais de entrada  $L_0$  e  $R_0$ . As unidades de descorrelação 31 e 32 produzem contrapartes não correlatadas dos canais intermediários L e R, que são então alimentadas à unidade de mistura elevadora 4. A operação das unidades de mistura 41 e 42 da unidade de mistura elevadora 4 é semelhante à operação das unidades de mistura 41-43 na concretização da Figura 3.

[00042] Como pode ser visto da Figura 4, parte do processamento é efetuada pela unidade de processamento 4, antes da descorrelação. Isto é particularmente vantajoso quando predição é usada como descorrelacionores tendem a distorcer a forma de onda original, enquanto uma predição correta requer as formas de onda originais serem inalteradas. Predição efetuada então antes de descorrelação portanto produz resultados muito melhores. Será entendido que em vez de uma única unidade de pré-processamento 2, duas ou mais de tais unidades podem estar presentes, por exemplo, uma unidade de pré-processamento executando operação de predição e outra unidade de pré-processamento executando operações de mistura e/ou gradação.

[00043] Um decodificador estéreo exemplar de acordo com a presente invenção é ilustrado na Figura 5. O decodificador estéreo da Figura 5 é essencialmente um dispositivo 1 de acordo com a presente invenção tendo uma única entrada ( $M = 1$ ) e duas saídas ( $N = 2$ ). A unidade de pré-processamento 2 executa uma operação de graduação (ganho  $G$ ) e produz dois canais intermediários, um dos quais é descorrelacionado pela unidade de descorrelação 3 (função de transferência  $H$ ). Uma unidade de mistura elevadora 4 executa uma operação de rotação (Rot) assim para girar a orientação espacial do sinal. É notado que múltipla rotação sinal canal é bem conhecida na técnica. Rotação de sinal é discutida em mais detalhes no Pedido de Patente Internacional WO 03/090206 (Referência do Requerente PHNL020639EPP), os conteúdos inteiros de qual estão incorporados com isto neste documento.

[00044] Um sistema de áudio 10 de acordo com a presente invenção é ilustrado esquematicamente na Figura 6. O sistema de áudio 10 é mostrado incluir um dispositivo 1 para converter um primeiro número canais de áudio de entrada em um segundo número canais de áudio de saída como discutido acima.

[00045] Por conseguinte, a presente invenção pode ser usada em amplificadores e/ou sistemas de áudio. Tais sistemas de áudio podem incluir uma ou fontes mais de áudio, um amplificador e unidades de alto-falante ou seus equivalentes. As fontes de áudio podem incluir reproduzidor de CD, reproduzidor de DVD, um MP3 ou reproduzidor de AAC, um sintonizador de rádio, um disco rígido e/ou outras fontes. O sistema de áudio pode ser incorporado em um centro de entretenimento ou em um sistema de computador.

[00046] Como discutido acima, a presente invenção provê ambos um dispositivo e um método. As etapas de método são evidentes da Figura 2, onde a etapa de pré-processar os canais de áudio de entrada antes da etapa de

decompor os canais de áudio de entrada em um conjunto canais auxiliares descorrelacionados é efetuada pela unidade de pré-processamento 2, a etapa de decompor os canais de áudio de entrada em um conjunto canais auxiliares descorrelacionados é efetuada pelo arranjo 3 de unidades de descorrelação (31, 32,...), e a etapa de converter os canais auxiliares descorrelacionados, preferivelmente em combinação com os canais de áudio de entrada e/ou quaisquer canais intermediários, nos canais de áudio de saída é efetuada pela unidade de mistura elevadora 4.

[00047] A presente invenção é baseada na percepção que o atraso de tempo e possível "distorção" causada pela descorrelação em um decodificador de áudio pode causar discrepâncias de alinhamento temporais entre os parâmetros de sinal e as partes de sinal correspondentes. A presente invenção se beneficia da percepção adicional que esta discrepância pode ser eliminada, pelo menos para certas operações de processamento de sinal, efetuando estas operações antes da descorrelação.

[00048] É notado que qualquer termo usado neste documento não deveria ser interpretado para limitar a extensão da presente invenção. Em particular, as palavras "inclui" e "incluindo" não são significadas para excluïrem qualquer elemento não especificamente declarado. Elementos únicos (circuito) podem ser substituídos por múltiplos elementos (circuito) ou com seus equivalentes. Será entendido por aqueles qualificados na técnica que a presente invenção não está limitada às concretizações ilustradas acima e que muitas modificações e adições podem ser feitas sem partir da extensão da invenção como definida nas reivindicações anexas.

## REIVINDICAÇÕES

1. Dispositivo (1) para converter um primeiro número (M) de canais de áudio de entrada em um segundo número (N) de canais de áudio de saída, em que o primeiro número (M) é menor do que o segundo número (N), o dispositivo compreendendo:

pelo menos uma unidade de descorrelação (3) para produzir um conjunto de canais auxiliares descorrelacionados de um canal de áudio de entrada, o conjunto de canais auxiliares descorrelacionados incluindo um ou mais canais auxiliares descorrelacionados; e

pelo menos uma unidade de mistura elevadora (4) para combinar canais em canais de áudio de saída, em que a pelo menos uma unidade de mistura elevadora (4) é operativa para combinar um canal de áudio de entrada ou um canal de áudio de entrada pré-processado e um canal auxiliar descorrelacionado com base em um parâmetro de correlação cruzada inter-canal variável em tempo,

o dito dispositivo caracterizado pelo fato de ainda compreender pelo menos uma unidade de pré-processamento (2) para pré-processar o canal de áudio de entrada antes de alimentar o canal de áudio de entrada a pelo menos uma unidade de descorrelação (3), em que a pelo menos uma unidade de pré-processamento (2) é operativa para realizar um processamento de sinal variável em tempo diferente de correlações de ajuste.

2. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a pelo menos uma unidade de pré-processamento (2) e a pelo menos uma unidade de mistura elevadora (4) são controladas por parâmetros de áudio.

3. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a pelo menos uma unidade de pré-processamento (2) é arranjada para pré-processamento variável em tempo.

4. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado

pelo fato de que a pelo menos uma unidade de descorrelação (3) é arranjada para descorrelação invariável em tempo.

5. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a unidade de mistura elevadora (4) é arranjada para descorrelação variável em tempo.

6. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a unidade de pré-processamento (2) é arranjada para fixar relações de potência de canais de áudio e/ou para predição.

7. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o primeiro número (M) é igual a um.

8. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o primeiro número (M) é igual a dois.

9. Sistema de áudio (10) caracterizado pelo fato de compreender um dispositivo como definido na reivindicação 1.

10. Método para converter um primeiro número (M) de canais de áudio de entrada em um segundo número (N) de canais de áudio de saída, onde o primeiro número (M) é menor do que o segundo número (N), o método compreendendo as etapas de:

produzir um conjunto de canais auxiliares descorrelacionados de um canal de áudio de entrada, o conjunto de canais auxiliares descorrelacionados incluindo um ou mais canais auxiliares descorrelacionados; e

combinar canais em canais de áudio de saída, em que, na etapa de combinar, um canal de áudio de entrada ou um canal de áudio de entrada pré-processado e um canal auxiliar descorrelacionado são combinados com base em um parâmetro de correlação cruzada inter-canal variável em tempo,

o dito método caracterizado pelo fato de que compreende a etapa adicional de:

pré-processar o canal de áudio de entrada antes da etapa de

produzir o conjunto de canais auxiliares descorrelacionados do canal de áudio de entrada, em que a etapa de pré-processamento compreende realizar um processamento de sinal variável em tempo diferente de correlações de ajuste.

11. Método de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que parâmetros de áudio são usados na etapa de combinação e na etapa de pré-processamento.

12. Método de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que a etapa de pré-processamento inclui as subetapas de fixar relações de potência de canais de áudio e/ou de predição.

13. Meio de armazenamento legível por computador caracterizado pelo fato de que compreende em si instruções armazenadas que, quando executadas por um computador, fazem com que o computador realize o método conforme definido na reivindicação 10.

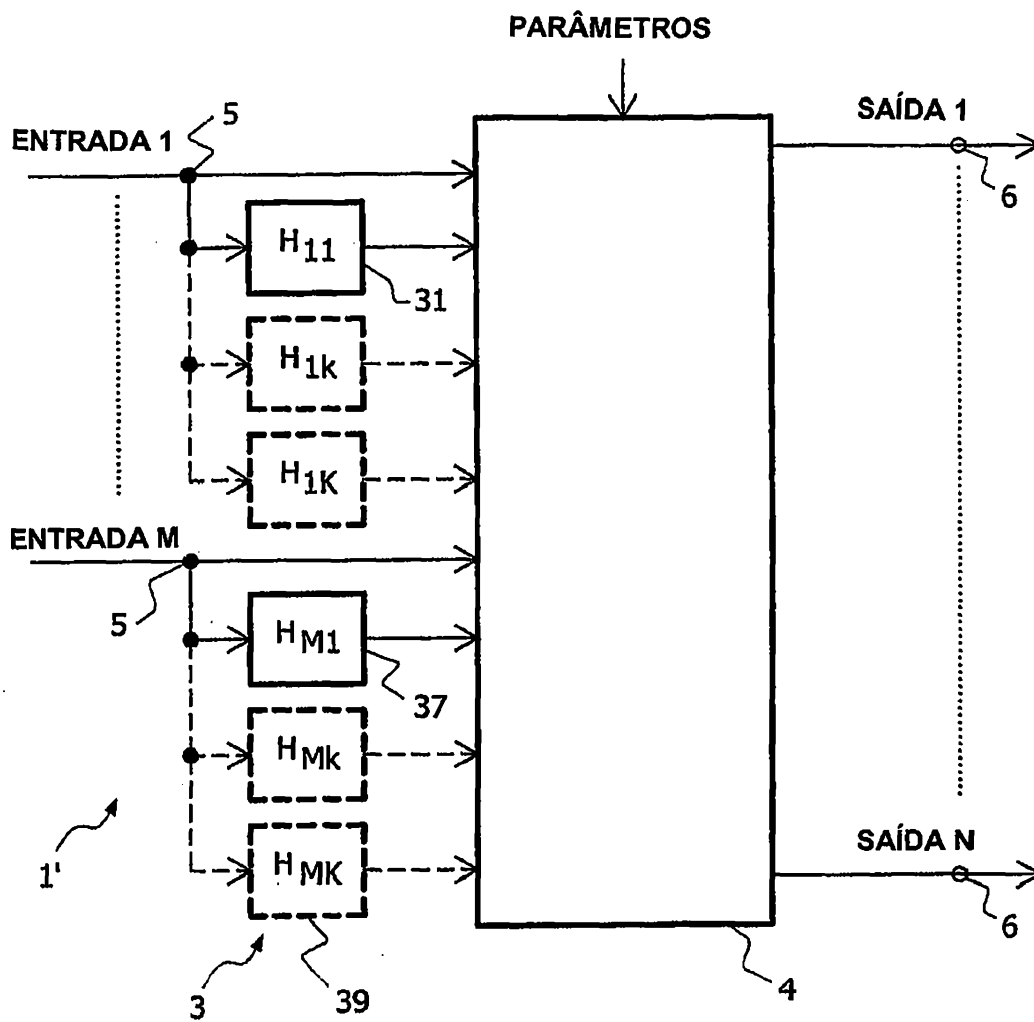


FIG. 1

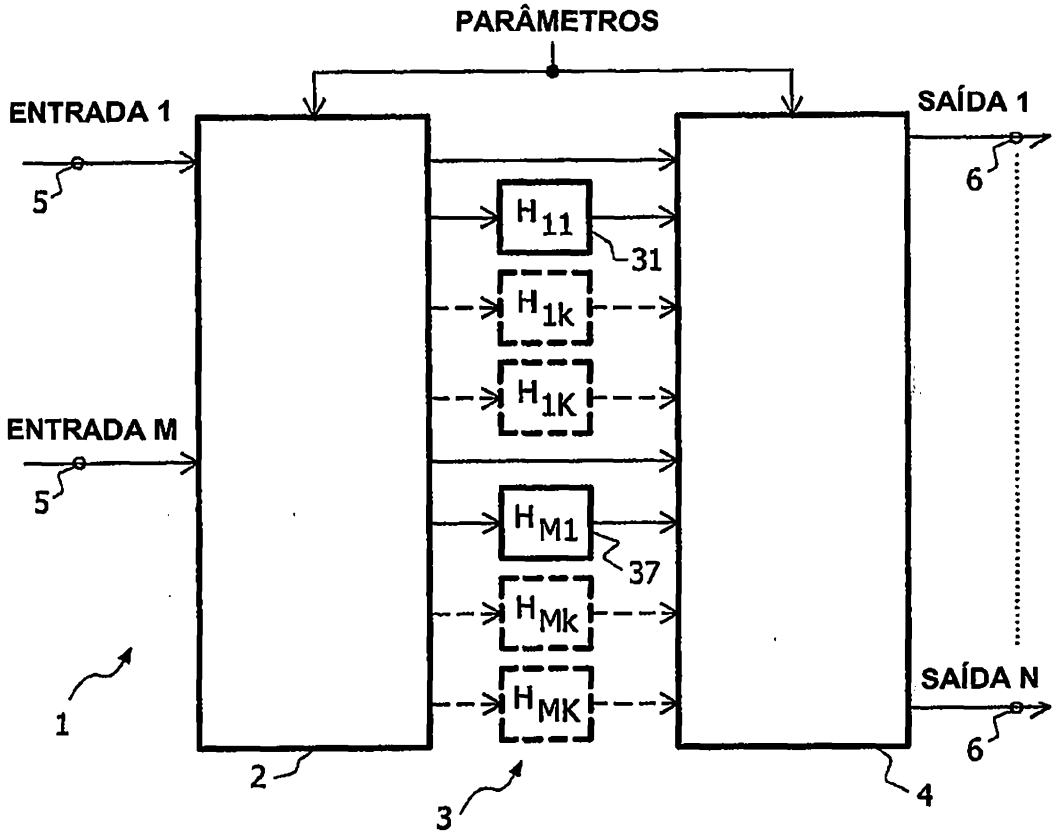


FIG. 2

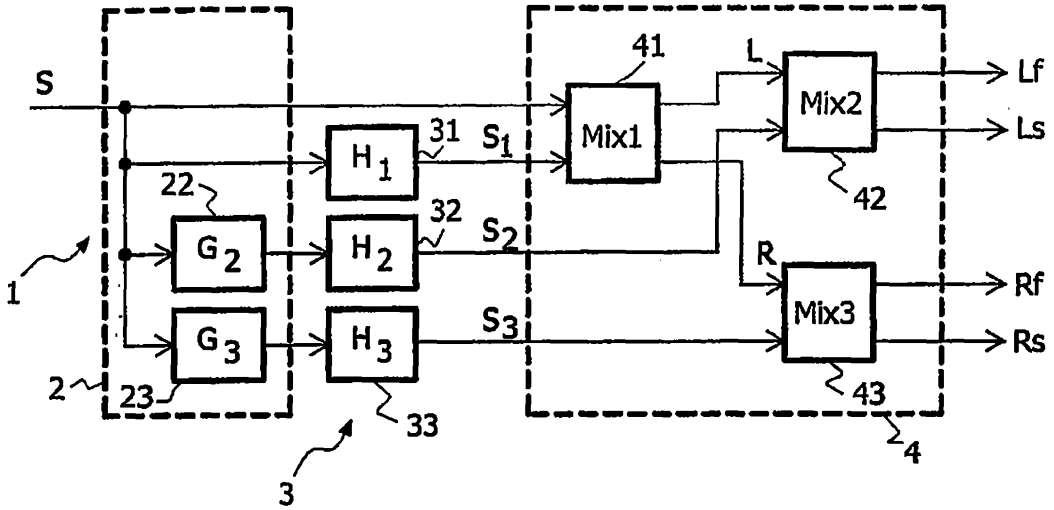


FIG. 3

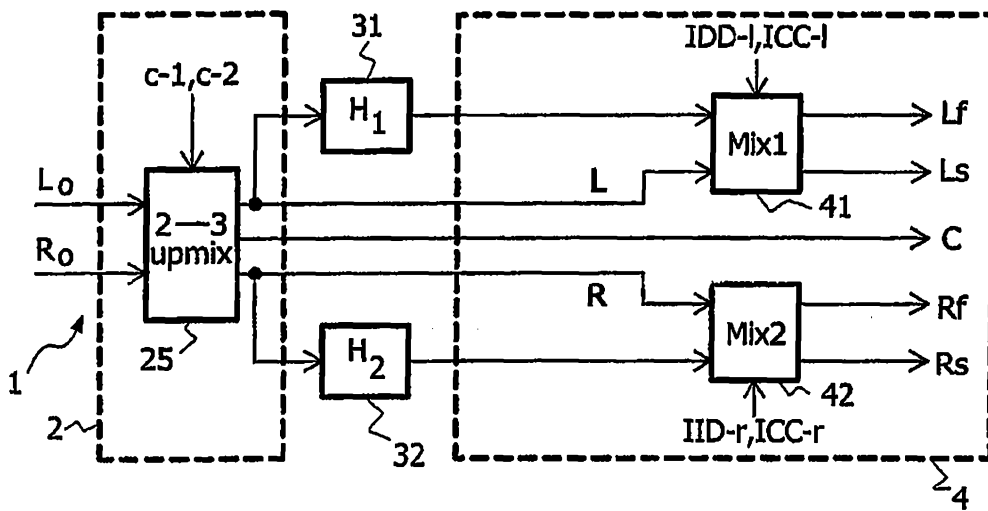


FIG. 4

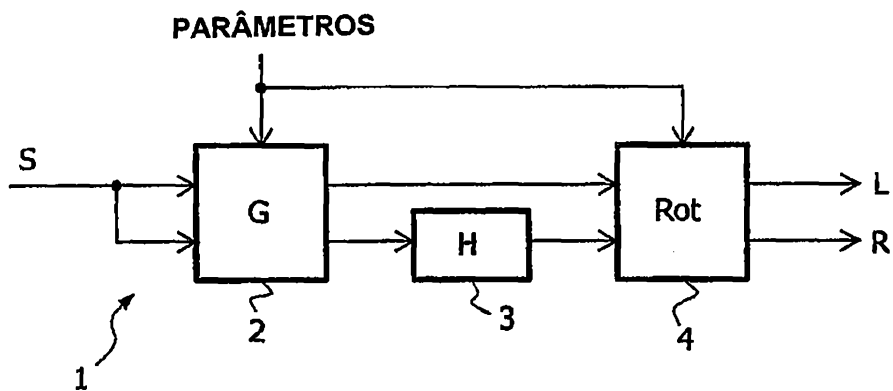


FIG. 5

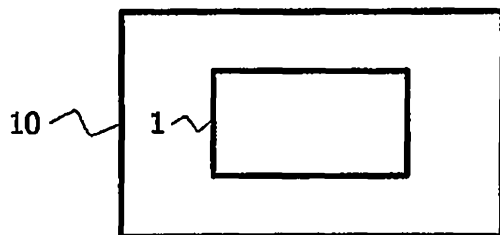


FIG. 6