



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

(11) PI 0908630-7 B1



(22) Data do Depósito: 14/05/2009

(45) Data de Concessão: 15/09/2020

(54) Título: APARELHO DE 'UPMIX' ESTÉREO PARAMÉTRICO, DECODIFICADOR ESTÉREO PARAMÉTRICO, MÉTODO PARA A GERAÇÃO DE UM SINAL ESQUERDO E DE UM SINAL DIREITO A PARTIR DE UM SINAL DE 'DOWNMIX' MONO COM BASE EM PARÂMETROS ESPACIAIS, DISPOSITIVO DE EXECUÇÃO DE ÁUDIO, APARELHO DE 'DOWNMIX' ESTÉREO PARAMÉTRICO, CODIFICADOR ESTÉREO PARAMÉTRICO, MÉTODO PARA A GERAÇÃO DE UM SINAL RESIDUAL DE PREVISÃO PARA UM SINAL DE DIFERENÇA A PARTIR DE UM SINAL ESQUERDO E DE UM SINAL DIREITO COM BASE NOS PARÂMETROS ESPACIAIS, E, PRODUTO DE PROGRAMA DE COMPUTADOR

(51) Int.Cl.: G10L 19/00; H04S 3/02.

(30) Prioridade Unionista: 23/05/2008 EP 08156801.6.

(73) Titular(es): KONINKLIJKE PHILIPS N.V..

(72) Inventor(es): ERIK G. P. SCHUIJERS.

(86) Pedido PCT: PCT IB2009052009 de 14/05/2009

(87) Publicação PCT: WO 2009/141775 de 26/11/2009

(85) Data do Início da Fase Nacional: 19/11/2010

(57) Resumo: APARELHO DE 'UPMIX' ESTÉREO PARAMÉTRICO, DECODIFICADOR ESTÉREO PARAMÉTRICO, MÉTODO PARA A GERAÇÃO DE UM SINAL ESQUERDO E DE UM SINAL DIREITO A PARTIR DE UM SINAL DE 'DOWNMIX' MONO COM BASE EM PARÂMETROS ESPACIAIS, DISPOSITIVO DE EXECUÇÃO DE ÁUDIO, APARELHO DE 'DOWNMIX' ESTÉREO PARAMÉTRICO, CODIFICADOR ESTÉREO PARAMÉTRICO, MÉTODO PARA A GERAÇÃO DE UM SINAL RESIDUAL DE PREVISÃO PARA UM SINAL DE DIFERENÇA A PARTIR DE UM SINAL ESQUERDO E DE UM SINAL DIREITO COM BASE NOS PARÂMETROS ESPACIAIS, E, PRODUTO DE PROGRAMA DE COMPUTADOR Aparelho de 'upmix' estéreo paramétrico (300, 400) para geração de um sinal esquerdo (206) e de um sinal direito (207) a partir de um sinal de 'downmix' mono (204) com base em parâmetros espaciais (205). O dito 'upmix' estéreo paramétrico é caracterizado por compreender um dispositivo (310) para previsão de um sinal de diferença (311) que compreende uma diferença entre o sinal esquerdo (206) e o sinal direito (207) com base no sinal de 'downmix' mono (204) representado em escala com um coeficiente de previsão (321). O dito coeficiente de previsão é derivado dos parâmetros espaciais (205). O dito aparelho de 'upmix' estéreo paramétrico (300 1 400) compreende adicionalmente um dispositivo aritmético (330) para derivação do sinal esquerdo (206) e do sinal direito (207) com base em uma soma e em uma diferença do sinal (...).

APARELHO DE 'UPMIX' ESTÉREO PARAMÉTRICO,
DECODIFICADOR ESTÉREO PARAMÉTRICO, MÉTODO PARA A GERAÇÃO DE
UM SINAL ESQUERDO E DE UM SINAL DIREITO A PARTIR DE UM SINAL
DE 'DOWNMIX' MONO COM BASE EM PARÂMETROS ESPACIAIS,
5 DISPOSITIVO DE EXECUÇÃO DE ÁUDIO, APARELHO DE 'DOWNMIX'
ESTÉREO PARAMÉTRICO, CODIFICADOR ESTÉREO PARAMÉTRICO, MÉTODO
PARA A GERAÇÃO DE UM SINAL RESIDUAL DE PREVISÃO PARA UM SINAL
DE DIFERENÇA A PARTIR DE UM SINAL ESQUERDO E DE UM SINAL
DIREITO COM BASE NOS PARÂMETROS ESPACIAIS, E, PRODUTO DE
10 PROGRAMA DE COMPUTADOR

CAMPO TÉCNICO

A invenção refere-se a um aparelho de 'upmix' estéreo paramétrico para geração de um sinal esquerdo e de um sinal direito a partir de um sinal de 'downmix' mono com base em parâmetros espaciais. A invenção faz referência, adicionalmente, a um decodificador estéreo paramétrico que compreende um aparelho de 'upmix' estéreo paramétrico, a um método para geração de um sinal esquerdo e de um sinal direito a partir de um sinal de 'downmix' mono com base em parâmetros espaciais, a um dispositivo de execução de áudio, a um aparelho de 'downmix' estéreo paramétrico, a um codificador estéreo paramétrico, a um método para geração de um sinal residual de previsão para um sinal de diferença e a um produto programa de computador.

25 ANTECEDENTES TÉCNICOS

O estéreo paramétrico (PS) é um dos maiores avanços na codificação de áudio dos últimos anos. Os princípios do estéreo paramétrico são explicados em J. Breebaart, S. van de Par, A. Kohlrausch e E. Schuijers, "Parametric Coding of Stereo Audio", em *EURASIP J. Appl. Signal Process*, vol. 9, pp. 1305-1322 (2004). Em comparação com os tradicionais, uma chamada codificação discreta de sinais de áudio, o codificador OS, tal como descrito na Figura 1, transforma um

par de sinais estéreo (*l, r*) 101, 102 em um único sinal de 'downmix' mono 104 mais uma pequena quantidade de parâmetros 103 que descrevem a imagem espacial. Esses parâmetros compreendem Diferenças de Intensidade Intercanais (*iids*), 5 Diferenças de fases intercanais (ou tempo) (*ipds/itds*) e Coerência/Correlação de Intercanais (*iccs*). No codificador PS 100, a imagem espacial do sinal de entrada estéreo (*l, r*) é analisada tendo por resultado parâmetros *iid*, *ipd* e *icc*. Preferivelmente, os parâmetros dependem do tempo e da 10 frequência. Para cada série de tempo/freqüência, os parâmetros *iid*, *ipd* e *icc* são determinados. Esses parâmetros são quantificados e codificados 140, tendo por resultado o fluxo de bits PS. Além disso, os parâmetros também são normalmente utilizados para controlar como o 'downmix' do 15 sinal de entrada estéreo é gerado. A soma do sinal mono resultante (*s*) 104 é codificada subsequentemente utilizando um codificador de áudio mono de legado 120. Finalmente, o mono e o fluxo de bits PS resultantes são fundidos para construir o fluxo de bits estéreo total 107.

20 No decodificador PS 200 o fluxo de bits estéreo é dividido em um fluxo de bits mono 202 e um fluxo de bits PS 203. O sinal de áudio mono é decodificado, tendo por resultado uma reconstrução do sinal de 'downmix' mono 204. O sinal de 'downmix' mono alimenta o 'upmix' PS 230 junto com 25 os parâmetros de imagem espacial decodificados 205. O 'upmix' PS gera então o par de sinal estéreo de saída (*l, r*) 206, 207. A fim de sintetizar os avisos *icc*, o 'upmix' PS emprega o assim chamado sinal descorrelacionado (s_d), isto é, um sinal é gerado a partir do sinal de áudio mono que tem 30 aproximadamente a mesma abrangência espectral e temporal, e que, no entanto, tem uma correlação substancialmente nula no que diz respeito ao sinal de entrada mono. Então, com base nos parâmetros de imagem espacial, dentro de 'upmix' PS para

cada série de tempo/frequência uma matriz 2x2 é determinada e aplicada:

$$\begin{bmatrix} l \\ r \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} H_{11} & H_{12} \\ H_{21} & H_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} s \\ s_d \end{bmatrix},$$

onde H_{ij} representa uma entrada H de matriz 'upmix' (i, j). As entradas de matriz H são funções dos parâmetros PS 5 iid, icc e opcionalmente ipd/opd. No sistema PS do estado da técnica, no caso de os parâmetros ipd/opd serem empregados, a matriz 'upmix' H pode ser decomposta como:

$$\begin{bmatrix} l \\ r \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} e^{j\Phi_1} & 0 \\ 0 & e^{j\Phi_2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} \\ h_{21} & h_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} s \\ s_d \end{bmatrix},$$

onde a matriz 2x2 à esquerda representa as rotações de fase, uma função dos parâmetros ipd e opd, e a matriz 2x2 10 à direita representa a parte que restabelece os parâmetros iid e icc.

No documento WO2003090206 A1 é proposta a distribuição igualmente do ipd nos canais esquerdo e direito no decodificador. Além disso, é proposta a geração de um 15 sinal de 'downmix' ao transladar ambos os sinais esquerdo e direito na direção um do outro pela metade do ipd medido para obter o alinhamento. Na prática, no caso de sinais quase defasados, isto resulta para ambos, o 'downmix' gerado no codificador, bem como o 'upmix' gerado no decodificador, que 20 o ipd varia com o tempo ligeiramente em torno de 180 graus, o que, devido a uma envoltória, pode consistir em uma sequência de ângulos tais como 179, 178, -179, 177, -179.... Como resultado desses saltos, as séries de tempo/frequência subsequentes no 'downmix' apresentam descontinuidades de fase 25 ou, em outras palavras, instabilidade de fase. Devido a uma estrutura de síntese de sobreposição-adição inerente, isto resulta em artefatos audíveis.

Como exemplo, considerar o 'downmix' onde, em uma série de tempo/frequência, o 'downmix' é gerado como:

$$s = le^{j(\pi/2-\epsilon)} + re^{j(-\pi/2+\epsilon)},$$

onde ϵ é algum ângulo pequeno arbitrário, o que significa que o *ipd* medido estava próximo de 180 graus, visto que para a série de tempo-frequência seguinte, o 'downmix' é gerado como:

$$s = le^{j(-\pi/2+\epsilon)} + re^{j(\pi/2-\epsilon)},$$

o que significa que o *ipd* medido estava próximo de -180 graus. Ao utilizar uma síntese de sobreposição-adição típica, irá ocorrer um cancelamento de fase entre os pontos médios das séries de tempo/frequência subsequentes, que resultam em artefatos.

Uma desvantagem principal da codificação estéreo paramétrica tal como discutido acima é a instabilidade de uma síntese dos avisos da Diferença de Fase Interaural (*ipd*) no decodificador PS que são utilizadas na geração do par estéreo de saída. Essa instabilidade tem sua fonte nas modificações de fase realizadas no codificador PS a fim de gerar o 'downmix', e no decodificador PS a fim de gerar o sinal de saída. Em consequência dessa instabilidade, ocorre uma qualidade de áudio inferior do par estéreo de saída.

A fim de lidar com este problema da instabilidade de fase na prática, a síntese de *ipd* é frequentemente rejeitada. No entanto, isso resulta em uma qualidade de áudio (espacial) reduzida do sinal estéreo reconstruído.

Outra alternativa de tratamento desse problema de instabilidade quando os parâmetros *ipd* são utilizados consiste em incorporar as chamadas Diferenças de Fase Totais (*opds*) no fluxo de bits a fim de fornecer ao decodificador uma referência de fase. Dessa maneira a continuidade das séries de tempo/frequência podem ser aumentadas, permitindo uma translação de fase comum. Isto acontece, no entanto, à custa de um aumento da taxa de bits, e resulta desse modo na deterioração do desempenho geral do sistema.

DESCRÍÇÃO RESUMIDA DA INVENÇÃO

O objetivo da invenção consiste na apresentação de um aparelho de 'upmix' estéreo paramétrico intensificado para gerar um sinal esquerdo e um sinal direito a partir de um sinal de 'downmix' mono que melhore a qualidade de áudio dos sinais esquerdo e direito gerados sem um aumento adicional da taxa de bits, e que não apresente as instabilidades inferidas pela síntese de diferenças de fase interaural (*ipds*).

Este objetivo é atingido por um aparelho de 'upmix' estéreo paramétrico (PS) que compreende um dispositivo para prever um sinal de diferença que compreende uma diferença entre o sinal esquerdo e o sinal direito com base no sinal de 'downmix' mono representado em escala com um coeficiente de previsão. O dito coeficiente de previsão é derivado dos parâmetros espaciais. O dito aparelho de 'upmix' PS compreende, adicionalmente, um dispositivo aritmético para derivar o sinal esquerdo e o sinal direito com base em uma soma e em uma diferença do sinal de 'downmix' mono e do dito sinal de diferença.

O aparelho de 'upmix' PS proposto oferece uma maneira diferente de derivação do sinal esquerdo e do sinal direito para o decodificador OS conhecido. Em vez de aplicar os parâmetros espaciais para restabelecer a imagem espacial correta em um sentido estatístico, tal como feito no decodificador PS conhecido, o aparelho de 'upmix' PS proposto constrói o sinal de diferença a partir do sinal de 'downmix' mono e dos parâmetros espaciais. Tanto o PS conhecido quanto o proposto visam restabelecer as relações de potência corretas (*iids*), as correlações cruzadas (*iccs*) e as relações de fase (*ipds*). No entanto, o decodificador PS conhecido não se empenha em obter a correspondência de forma de onda mais precisa. Em vez disso, garante que os parâmetros do codificador medidos correspondam estatisticamente aos

parâmetros do decodificador restabelecidos. No 'upmix' PS proposto por simples operações aritméticas, tais como adição e subtração, aplicadas ao sinal de 'downmix' mono e ao sinal estimado da diferença, o sinal esquerdo e o sinal direito são obtidos. Tal construção oferece resultados muito melhores para a qualidade e a estabilidade dos sinais esquerdo e direito reconstruídos, visto que fornece uma correspondência de forma de onda próxima que restabelece o comportamento de fase original do sinal.

Em uma realização, o dito coeficiente de previsão é baseado em uma correspondência de forma de onda do sinal sinal de 'downmix' para o sinal de diferença. A correspondência de forma de onda, dessa maneira, não apresenta as instabilidades da abordagem estatística utilizada no decodificador PS conhecido para a síntese *ipd* e *opd*, uma vez que provê uma preservação de fase inerente. Desse modo, ao utilizar o sinal de diferença derivado como um sinal de 'downmix' mono em escala (avaliado como complexo) e derivando o coeficiente de previsão baseado na correspondência de forma de onda, a fonte de instabilidades do decodificador PS conhecido é removida. A dita correspondência de forma de onda compreende, por exemplo, uma correspondência de quadrado mínimo do sinal de 'downmix' mono para o sinal de diferença, calculando o sinal de diferença como:

$$d = \alpha \cdot s,$$

onde s é o sinal de 'downmix' e α é o coeficiente de previsão. É bem sabido que a solução de previsão do quadrado mínimo é fornecida por:

$$\alpha = \frac{\langle s, d \rangle^*}{\langle s, s \rangle},$$

onde $\langle s, d \rangle^*$ representa o conjugado complexo da correlação cruzada do 'downmix' e do sinal de diferença e

$\langle s, s \rangle$ representa a potência do sinal de 'downmix'.

Em uma realização adicional, o coeficiente de previsão é fornecido como uma função dos parâmetros espaciais:

$$\alpha = \frac{iid - 1 - j \cdot 2 \cdot \sin(ipd) \cdot icc \cdot \sqrt{iid}}{iid + 1 + 2 \cdot \cos(ipd) \cdot icc \cdot \sqrt{iid}}$$

sendo que iid , ipd e icc são parâmetros espaciais, iid é uma diferença de intensidade de intercanais, ipd é uma diferença de fase de intercanais e icc é uma coerência intercanais. Geralmente é difícil quantificar o coeficiente de previsão θ avaliado como complexo em um sentido que pode ser percebido significativamente, uma vez que a exatidão requerida depende das propriedades dos sinais de áudio esquerdo e direito a serem reconstruídos. Desse modo, a vantagem desta realização é que, em contraste com o coeficiente de previsão complexo θ , as exatidões de quantificação requeridas para os parâmetros espaciais são bem conhecidas da psicoacústica. Como tal, o uso ideal do conhecimento da psicoacústica pode ser empregado de modo eficiente, isto é, com o menor número de etapas possível quantificam o coeficiente de previsão para diminuir a taxa de bits. Além disso, esta realização permite o 'upmixing' utilizando o conteúdo PS compatível inverso.

Em uma realização adicional, o dispositivo para prever o sinal de diferença é arranjado de modo a intensificar o sinal de diferença pela adição de um sinal de 'downmix' mono descorrelacionado em escala. Uma vez que em geral não é possível prever completamente o sinal de diferença do codificador original do sinal de 'downmix' mono, ele confere um aumento em um sinal residual. Este sinal residual não tem nenhuma correlação com o sinal de 'downmix', como de outra maneira seria considerado pelo dispositivo do coeficiente de previsão. Em muitos casos o sinal residual

compreende um campo sonoro reverberante de uma gravação. O sinal residual pode ser eficazmente sintetizado utilizando um sinal de 'downmix' mono descorrelacionado, derivado do sinal de 'downmix' mono.

5 Em uma realização adicional, o dito 'downmix' mono descorrelacionado é obtido por meio da filtragem do sinal de 'downmix' mono. O objetivo dessa filtragem é gerar eficazmente um sinal com uma envoltória espectral e temporal similar ao do sinal de 'downmix' mono, mas com uma correlação 10 substancialmente perto de zero, de tal modo que corresponda a uma variante sintética do componente residual derivado no codificador. Isto pode ser conseguido, por exemplo, por meio de filtragem de passagem total, atrasos, filtro de reverberação reticulado, redes de atrasos de retorno ou uma 15 combinação dos mesmos. Adicionalmente, a normalização de potência pode ser aplicada ao sinal descorrelacionado a fim de garantir que a potência para cada série de tempo/frequência do sinal descorrelacionado corresponda rigorosamente àquela do sinal de 'downmix' mono. Dessa 20 maneira, se garante que o sinal de saída do decodificador irá conter a quantidade correta de potência de sinal descorrelacionado.

Em uma realização adicional, um fator de escala aplicado ao 'downmix' mono descorrelacionado é ajustado para 25 compensar uma perda de energia de previsão. O fator de escala aplicado ao 'downmix' mono descorrelacionado garante que a potência do sinal total do sinal esquerdo e do sinal direito no lado do decodificador corresponda à potência de sinal da 30 potência de sinal esquerdo e direito no lado do codificador, respectivamente. Dessa maneira, o fator de escala β também pode ser interpretado como um fator de compensação de perda de energia de previsão.

Em uma realização adicional, o fator de escala

aplicado ao 'downmix' mono descorrelacionado é fornecido como uma função dos parâmetros espaciais:

$$\beta = \sqrt{\frac{iid + 1 - 2 \cdot \cos(ipd) \cdot icc \cdot \sqrt{iid}}{iid + 1 + 2 \cdot \cos(ipd) \cdot icc \cdot \sqrt{iid}}} - |\alpha|^2$$

sendo que iid , ipd e icc são os parâmetros espaciais, e iid é uma diferença de intensidade intercanais,
 5 ipd é uma diferença de fase intercanais, icc é uma coerência intercanais e α é o coeficiente de previsão. Do mesmo modo como no caso do coeficiente de previsão, a expressão do fator de escala descorrelacionado β como uma função dos parâmetros espaciais permite o uso do conhecimento sobre as exatidões de
 10 quantização requeridas desses parâmetros espaciais. Desse modo, o uso ideal do conhecimento psicoacústico pode ser empregado para diminuir a taxa de bits.

Em uma realização adicional, o dito 'upmix' estéreo paramétrico tem um sinal residual de previsão para o sinal de
 15 diferença como uma entrada adicional, com o que os dispositivos aritméticos são arranjados para derivar o sinal esquerdo e o sinal direito também com base no dito sinal residual de previsão para o sinal de diferença. Para evitar nomes longos de sinais, um sinal residual de previsão é
 20 utilizado para denominar o sinal residual de previsão para o sinal de diferença durante todo o restante do pedido de patente. O sinal residual de previsão opera como uma substituição do sinal de descorrelação sintético por suas contrapartes de codificador originais. Ele permite
 25 restabelecer o sinal estéreo original no decodificador. Isso, no entanto, ao custo de uma taxa de bits adicional, uma vez que o sinal de previsão precisa ser codificado e transmitido ao decodificador. Portanto, normalmente a largura de banda do sinal residual de previsão é limitada. O sinal residual de
 30 previsão também pode substituir completamente o sinal de

'downmix' mono descorrelacionado de uma dada série de tempo/frequência ou pode trabalhar de forma complementar. Essa última pode ser benéfica no caso de o sinal residual de previsão ser codificado somente de modo esparso, por exemplo, 5 somente alguns dos intervalos de frequência mais significativos são codificados. No caso, comparado à situação do codificador, ainda estará faltando energia. Esta falta de energia será preenchida pelo sinal descorrelacionado. Um novo fator de escala descorrelacionado é então calculado como:

$$\beta' = \sqrt{\beta^2 - \frac{\langle d_{res,cod}, d_{res,cod} \rangle}{\langle s, s \rangle}},$$

10 sendo que $\langle d_{res,cod}, d_{res,cod} \rangle$ é a potência de sinal do sinal residual de previsão codificado e $\langle s, s \rangle$ é a potência do sinal de 'downmix' mono. Essas potências de sinal podem ser medidas no lado do decodificador e desse modo não precisam ser transmitidas como parâmetros de sinal.

15 A invenção apresenta, adicionalmente, um decodificador estéreo paramétrico que compreende o dito aparelho de 'upmix' estéreo paramétrico e um dispositivo de execução de áudio que compreende o dito decodificador estéreo paramétrico.

20 A invenção também apresenta um aparelho de 'downmix' estéreo paramétrico e um codificador estéreo paramétrico que compreende o dito aparelho de 'downmix' estéreo paramétrico.

A invenção apresenta adicionalmente as 25 reivindicações, assim como um produto programa de computador que permite que um dispositivo programável execute o método de acordo com a invenção.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

30 Esses e outros aspectos da invenção ficarão evidentes e serão elucidados com referência às realizações

mostradas nos desenhos, nos quais:

a Figura 1 mostra esquematicamente a arquitetura de um codificador estéreo paramétrico (técnica anterior),

5 a Figura 2 mostra esquematicamente a arquitetura de um decodificador estéreo paramétrico (técnica anterior),

10 a Figura 3 mostra um aparelho de 'upmix' estéreo paramétrico de acordo com a invenção, e o dito aparelho de 'upmix' estéreo paramétrico gera um sinal esquerdo e um sinal direito a partir de um sinal de 'downmix' mono com base em parâmetros espaciais,

a Figura 4 mostra o aparelho de 'upmix' estéreo paramétrico que compreende um dispositivo de previsão arranjado para intensificar o sinal de diferença pela adição de um sinal de 'downmix' mono descorrelacionado em escala,

15 a Figura 5 mostra o aparelho de 'upmix' estéreo paramétrico que tem um sinal residual de previsão para o sinal de diferença como uma entrada adicional,

20 a Figura 6 mostra o decodificador estéreo paramétrico que compreende o aparelho de 'upmix' estéreo paramétrico de acordo com a invenção,

a Figura 7 mostra um diagrama para um método de geração do sinal esquerdo e do sinal direito a partir do sinal de 'downmix' mono com base em parâmetros espaciais de acordo com a invenção,

25 a Figura 8 mostra um aparelho de 'downmix' estéreo paramétrico de acordo com a invenção, e o dito aparelho de 'downmix' estéreo paramétrico gera um sinal de 'downmix' mono do sinal esquerdo e do sinal direito com base em parâmetros espaciais,

30 a Figura 9 mostra o codificador estéreo paramétrico que compreende o aparelho de 'downmix' estéreo paramétrico de acordo com a invenção.

Em todas as figuras, números de referência

idênticos indicam características similares ou correspondentes. Algumas das características indicadas nos desenhos normalmente são implementadas em software e, desse modo, representam entidades de software, tais como módulos ou 5 objetos de software.

DESCRIÇÃO DETALHADA DAS REALIZAÇÕES PREFERIDAS

A Figura 3 mostra um aparelho de 'upmix' estéreo paramétrico 300 de acordo com a invenção. O dito aparelho de 'upmix' estéreo paramétrico 300 gera um sinal esquerdo 206 e 10 um sinal direito 207 a partir de um sinal de 'downmix' mono 204 com base em parâmetros espaciais 205.

O dito aparelho de 'upmix' estéreo paramétrico 300 compreende um dispositivo 310 para previsão de um sinal de diferença 311 que compreende uma diferença entre o sinal 15 esquerdo 206 e o sinal direito 207 com base no sinal de 'downmix' mono 204 em escala com um coeficiente de previsão 321, com o que o dito coeficiente de previsão 321 é derivado dos parâmetros espaciais 205 em uma unidade 320 e um dispositivo aritmético 330 para derivar o sinal esquerdo 206 20 e o sinal direito 207 com base em uma soma e em uma diferença do sinal de 'downmix' mono 204 e do dito sinal de diferença 311.

O sinal esquerdo 206 e o sinal direito 207 são reconstruídos preferivelmente tal como segue:

$$l = s + d,$$

$$r = s - d,$$

onde s é o sinal de 'downmix' mono, e d é o sinal 25 de diferença. Isso está sob o pressuposto de que o sinal de soma do codificador é calculado como:

$$s = \frac{l+r}{2}.$$

Na prática, a normalização de ganho normalmente é aplicada na construção do sinal esquerdo 206 e do sinal

direito 207:

$$l = \frac{1}{2c} \cdot (s + d),$$

$$r = \frac{1}{2c} \cdot (s - d),$$

sendo que c é uma constante de normalização de ganho e é uma função dos parâmetros espaciais. A normalização de ganho garante que uma potência do sinal de 'downmix' mono 5 204 seja igual à soma das potências do sinal esquerdo 206 e do sinal direito 207. Neste caso, o sinal de soma do codificador foi calculado como:

$$s = c \cdot (l + r).$$

Os parâmetros espaciais são determinados em um codificador de antemão e transmitidos ao decodificador que 10 104 comprehende um 'upmix' estéreo paramétrico 300. Os ditos parâmetros espaciais são determinados em uma base quadro-a-quadro para cada série de tempo/frequência como:

$$iid = \frac{\langle l, l \rangle}{\langle r, r \rangle},$$

$$icc = \frac{|\langle l, r \rangle|}{\sqrt{\langle l, l \rangle \cdot \langle r, r \rangle}},$$

$$ipd = \angle \langle l, r \rangle,$$

sendo que iid é uma diferença de intensidade intercanais, icc é uma coerência intercanais, ipd é uma diferença de fase intercanais e $\langle l, l \rangle$ e $\langle r, r \rangle$ são as potências dos sinais esquerdo e direito, respectivamente, e $\langle l, r \rangle$ representa o coeficiente de covariância avaliado como complexo não normalizado entre os sinais esquerdo e direito.

Para um domínio de frequência típico avaliado como 20 204 complexo, tal como a DFT (FFT), essas potências são medidas como:

$$\langle l, l \rangle = \sum_{k \in k_{\text{série}}} l[k] \cdot l^*[k],$$

$$\langle r, r \rangle = \sum_{k \in k_{\text{série}}} r[k] \cdot r^*[k],$$

$$\langle l, r \rangle = \sum_{k \in k_{\text{série}}} l[k] \cdot r^*[k],$$

sendo que $k_{\text{série}}$ representa os intervalos de DFT que correspondem a uma banda do parâmetro. Deve ser notado que também outra representação de domínio complexa pode ser utilizada, como, por exemplo, um banco QMF modulado exponencialmente complexo tal como descrito em P. Ekstrand, "Bandwidth extension of áudio signals by spectral band replication", em Proc. 1º IEEE Benelux Workshop on Model based Processing and Coding of Audio (MPCA-2002), Leuven, Bélgica, Nov. 2002, pp. 73-79.

Para frequências baixas de até 1,5-2 kHz, as equações acima podem ser empregadas. No entanto, para frequências mais altas, os parâmetros ipd não são relevantes para a percepção e, portanto, são ajustados em um valor zero resultando em:

$$iid = \frac{\langle l, l \rangle}{\langle r, r \rangle},$$

$$icc = \frac{\Re\{\langle l, r \rangle\}}{\sqrt{\langle l, l \rangle \cdot \langle r, r \rangle}},$$

$$ipd = 0.$$

Alternativamente, uma vez em frequências mais altas é a envoltória de banda larga e não as diferenças de fase que são importantes para a percepção, o icc é calculado como:

$$icc = \frac{|\langle l, r \rangle|}{\sqrt{\langle l, l \rangle \cdot \langle r, r \rangle}}.$$

A constante de normalização de ganho é expressa

como:

$$c = \sqrt{\frac{iid + 1}{iid + 1 + 2 \cdot icc \cdot \cos(ipd) \cdot \sqrt{iid}}}.$$

Uma vez que c pode se aproximar do infinito devido aos sinais esquerdo e direito estarem fora de fase, o valor da normalização de ganho constante c normalmente é limitado como:

$$c = \min\left(\sqrt{\frac{iid + 1}{iid + 1 + 2 \cdot icc \cdot \cos(ipd) \cdot \sqrt{iid}}}, c_{\max}\right),$$

com c sendo o fator de amplificação máximo, por exemplo, $c_{\max} = 2$.

Em uma realização, o dito coeficiente de previsão é baseado na estimativa do sinal de diferença 311 a partir do sinal de 'downmix' mono 204 utilizando a correspondência de forma de onda. A dita correspondência de forma de onda compreende, por exemplo, uma correspondência de quadrado mínimo do sinal de 'downmix' mono 204 no sinal de diferença 311, resultando em um sinal de diferença fornecido como:

$$d = \alpha \cdot s,$$

sendo que s é o sinal de 'downmix' mono 204 e α é o coeficiente de previsão 321.

Além da correspondência de quadrado mínimo, uma correspondência de forma de onda que utiliza uma norma diferente da norma L2 pode ser utilizada. Alternativamente, o erro norma p $\|d - \alpha \cdot s\|^p$ pode ser, por exemplo, ponderado de modo perceptível. No entanto, a correspondência de quadrado mínimo é vantajosa porque resulta em cálculos relativamente simples para derivar o coeficiente de previsão a partir dos parâmetros de imagem espacial transmitidos.

É bem sabido que a solução de previsão do quadrado mínimo para o coeficiente de previsão é dada por:

$$\alpha = \frac{\langle s, d \rangle^*}{\langle s, s \rangle},$$

sendo que $\langle s, d \rangle^*$ representa o conjugado complexo da correlação cruzada do sinal de 'downmix' mono 204 e do sinal de diferença 311 e $\langle s, s \rangle$ representa a potência do sinal de 'downmix' mono.

5 Em uma realização adicional, o coeficiente de previsão 321 é fornecido como uma função dos parâmetros espaciais:

$$\alpha = \frac{iid - 1 - j \cdot 2 \cdot \sin(ipd) \cdot icc \cdot \sqrt{iid}}{iid + 1 + 2 \cdot \cos(ipd) \cdot icc \cdot \sqrt{iid}}.$$

O dito coeficiente de previsão é calculado na unidade 320 de acordo com a fórmula acima.

10 A Figura 4 mostra o aparelho de 'upmix' estéreo paramétrico 300 que compreende um dispositivo de previsão 310 que é arranjado para intensificar o sinal de diferença pela adição de um sinal de 'downmix' mono descorrelacionado em escala. O sinal de 'downmix' mono 204 é provido na unidade 15 340 para descorrelação. Em consequência, o sinal de 'downmix' mono descorrelacionado 341 é provido na saída da unidade 340. No dispositivo de previsão 310 uma primeira parte do sinal de diferença é calculada ao representar em escala o sinal de 'downmix' mono 204 com o coeficiente de previsão 321.
 20 Adicionalmente, o sinal de 'downmix' mono descorrelacionado 341 também é representado em escala no dispositivo de previsão 310 com o fator de escala 322. Uma segunda parte resultante do sinal de diferença consequentemente é adicionada à primeira parte do sinal de diferença, tendo por 25 resultado o sinal de diferença intensificado 311. O sinal de 'downmix' mono 204 e o sinal de diferença intensificado 311 são providos no dispositivo aritmético 330, que calcula o sinal esquerdo 206 e o sinal direito 207.

Em geral não é possível prever exatamente o sinal de diferença a partir do sinal de 'downmix' mono pelo escala simplesmente representando em escala o coeficiente de previsão. Isto aumenta o sinal residual $d_{res} = d - \hat{d} \cdot s$. Este 5 sinal residual não tem nenhuma correlação com o sinal de 'downmix', como de outro modo seria considerado pelo dispositivo do coeficiente de previsão. Em muitos casos, o sinal residual compreende um campo sonoro reverberante de uma gravação. O sinal residual é sintetizado eficazmente 10 utilizando um sinal de 'downmix' mono descorrelacionado, derivado do sinal de 'downmix' mono. O dito sinal descorrelacionado é a segunda parte do sinal de diferença que é calculado no dispositivo de previsão 310.

Em uma realização adicional, o dito 'downmix' mono 15 descorrelacionado 341 é obtido por meio de uma filtragem do sinal de 'downmix' mono 204. A dita filtragem é realizada na unidade 340. A filtragem gera um sinal com uma envoltória espectral e temporal similar ao do sinal de 'downmix' mono 204, mas com uma correlação substancialmente próxima de zero 20 de tal modo que corresponda a uma variante sintética do componente residual derivado no codificador. Esse efeito é obtido através, por exemplo, de filtragem de passagem total, atrasos, filtro de reverberação reticulado, redes de atraso de retorno ou uma combinação dos mesmos.

25 Em uma realização adicional, um fator de escala 322 aplicado ao 'downmix' mono descorrelacionado 341 é ajustado para compensar uma perda de energia de previsão. O fator de escala 322 aplicado ao 'downmix' mono descorrelacionado 341 garante que a potência de sinal total do sinal esquerdo 206 e 30 do sinal direito 207 na saída do aparelho de 'upmix' estéreo paramétrico 300 corresponda à potência de sinal da potência do sinal esquerdo e direito no lado do codificador, respectivamente. Desse modo, o fator de escala 322 indicado

adiante como β é interpretado como um fator de compensação de perda de energia de previsão. O sinal de diferença d é então expresso como:

$$d = \alpha \cdot s + \beta \cdot s_d,$$

sendo que s_d é o sinal de 'downmix' mono descorrelacionado.

Pode ser mostrado que o dito fator de escala 322 pode ser expresso como:

$$\beta = \sqrt{\frac{\langle d, d \rangle}{\langle s, s \rangle} - |\alpha|^2}$$

em termos de potência de sinal corresponde ao sinal de diferença d e ao sinal de 'downmix' mono s .

Em uma realização adicional, o fator de escala 322 aplicado ao 'downmix' mono descorrelacionado 341 é fornecido como uma função dos parâmetros espaciais 205:

$$\beta = \sqrt{\frac{iid + 1 - 2 \cdot \cos(ipd) \cdot icc \cdot \sqrt{iid}}{iid + 1 + 2 \cdot \cos(ipd) \cdot icc \cdot \sqrt{iid}} - |\alpha|^2}.$$

O dito fator de escala 322 é derivado na unidade 320.

No caso, nenhuma normalização de 'downmix' foi aplicada no codificador, isto é, o sinal de 'downmix' foi calculado como $s = \frac{1}{2}(l + r)$, o sinal esquerdo 206 e o sinal direito 207 são então expressos como:

$$\begin{bmatrix} l \\ r \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1+\alpha & \beta \\ 1-\alpha & -\beta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} s \\ s_d \end{bmatrix}.$$

No caso em que a normalização de 'downmix' foi aplicada, isto é, o sinal de 'downmix' foi calculado como $s = c(l + r)$, o sinal esquerdo 206 e o sinal direito 207 são expressos como:

$$\begin{bmatrix} l \\ r \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1/2c & 0 \\ 0 & 1/2c \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1+\alpha & \beta \\ 1-\alpha & -\beta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} s \\ s_d \end{bmatrix}.$$

A Figura 5 mostra o aparelho de 'upmix' estéreo

paramétrico 500 que tem um sinal residual de previsão para o sinal de diferença 331 como uma entrada adicional. O dispositivo aritmético 330 é arranjado para derivar o sinal esquerdo 206 e o sinal direito 207 com base no sinal de 5 'downmix' mono 204, no sinal de diferença 311 e no dito sinal residual de previsão 331. O dispositivo 310 prevê um sinal de diferença 311 com base no sinal de 'downmix' mono 204 representado em escala com um coeficiente de previsão 321. O dito coeficiente de previsão 321 é derivado na unidade 320 10 com base nos parâmetros espaciais 205.

O sinal esquerdo 206 e o sinal direito 207, respectivamente, são fornecidos como:

$$l = s + d + d_{res},$$

$$r = s - d - d_{res},$$

sendo que d_{res} é o sinal residual de previsão.

Alternativamente, no caso de a normalização de 15 potência ser aplicada ao 'downmix', mas não ao sinal residual, o sinal esquerdo e o sinal direito podem ser derivados como:

$$l = \frac{1}{2c} \cdot (s + d) + d_{res},$$

$$r = \frac{1}{2c} \cdot (s - d) - d_{res}.$$

O sinal residual de previsão 331 opera como uma substituição do sinal de descorrelação sintético 341 por suas 20 contrapartes do codificador original. Isso permite o restabelecimento do sinal estéreo original pelo aparelho de 'upmix' estéreo paramétrico 300. O sinal residual de previsão 331 pode substituir completamente o sinal de 'downmix' mono descorrelacionado 341 por uma dada série de tempo/frequência 25 ou pode trabalhar de forma complementar. O último é benéfico no caso de o sinal residual de previsão só estar codificado esparsamente, por exemplo, só alguns dentre a maioria dos

intervalos de frequência significativos são codificados. Neste caso, a energia ainda irá faltar em comparação com o sinal residual de previsão do codificador. Esta falta de energia é preenchida pelo sinal descorrelacionado 341. Um novo fator de escala descorrelacionado β' é então calculado como:

$$\beta' = \sqrt{\beta^2 - \frac{\langle d_{res,cod}, d_{res,cod} \rangle}{\langle s, s \rangle}},$$

sendo que $\langle d_{res,cod}, d_{res,cod} \rangle$ é a potência de sinal do sinal residual de previsão codificado e $\langle s, s \rangle$ é a potência do sinal de 'downmix' mono 204.

O aparelho de 'upmix' estéreo paramétrico 300 pode ser utilizado na arquitetura do estado da técnica do decodificador estéreo paramétrico sem nenhuma adaptação adicional. O aparelho de 'upmix' estéreo paramétrico 300 substitui então a unidade de 'upmix' 230, tal como descrito na Figura 2. Quando o sinal residual de previsão 331 é utilizado pelo 'upmix' estéreo paramétrico 400, um par de adaptações é necessário, as quais são descritas na Figura 6.

A Figura 6 mostra o decodificador estéreo paramétrico que comprehende o aparelho de 'upmix' estéreo paramétrico 400 de acordo com a invenção. Um decodificador estéreo paramétrico comprehende um dispositivo de demultiplexação 210 para dividir o fluxo de bits de entrada em um fluxo de bits mono 202, em um fluxo de bits residual de previsão 332 e em um fluxo de bits de parâmetro 203. O dispositivo de decodificação mono 220 decodifica o dito fluxo de bits mono 202 em um sinal de 'downmix' mono 204. O dispositivo de decodificação mono é configurado adicionalmente para decodificar o fluxo de bits residual de previsão 332 no sinal residual de previsão 331. Um dispositivo de decodificação de parâmetro 240 decodifica o

fluxo de bits de parâmetro 203 nos parâmetros espaciais 205. O aparelho de 'upmix' estéreo paramétrico 400 gera um sinal esquerdo 206 e um sinal direito 207 a partir do sinal de 'downmix' mono 204 e o sinal residual de previsão 331 com 5 base nos parâmetros espaciais 205. Embora a decodificação do sinal de 'downmix' mono 204 e do sinal residual de previsão seja realizada pelo dispositivo de decodificação 220, é possível que a dita decodificação seja realizada por um software e/ou hardware de decodificação separado para cada um 10 dos sinais a ser decodificados.

A Figura 7 mostra o diagrama de um método para geração de um sinal esquerdo 206 e de um sinal direito 207 a partir do sinal de 'downmix' mono 204 com base em parâmetros espaciais de acordo com a invenção. Em uma primeira etapa 15 710, um sinal de diferença 311 que compreende a diferença entre o sinal esquerdo 206 e o sinal direito 207 é previsto com base no sinal de 'downmix' mono 204 representado em escala com um coeficiente de previsão 321, com o que o dito coeficiente de previsão é derivado dos parâmetros espaciais 205. Em uma segunda etapa 720, o sinal esquerdo 206 e o sinal direito 207 são derivados com base numa soma e numa diferença 20 do sinal mono de 'downmix' 204 e no dito sinal de diferença 311.

Quando o sinal residual de previsão está disponível 25 em uma segunda etapa 720, o sinal residual de previsão próximo do sinal de 'downmix' mono 204 e do sinal de diferença 311 é utilizado para derivar o sinal esquerdo 206 e o sinal direito 207.

Quando o 'upmix' estéreo paramétrico 300 é 30 utilizado no decodificador estéreo paramétrico nenhuma modificação no codificador estéreo paramétrico é necessária. O codificador estéreo paramétrico, tal como conhecido na técnica anterior, pode ser utilizado.

No entanto, quando o 'upmix' estéreo paramétrico 400 é utilizado, o codificador estéreo paramétrico deve ser adaptado para prover o sinal residual de previsão no fluxo de bits.

5 A Figura 8 mostra um aparelho de 'downmix' estéreo paramétrico 800 de acordo com a invenção, e o dito aparelho de 'downmix' estéreo paramétrico gera um sinal de 'downmix' mono a partir do sinal esquerdo e do sinal direito com base em parâmetros espaciais. O dito aparelho de 'downmix' estéreo paramétrico 800 produz, próximo do sinal de 'downmix' mono 104, um sinal adicional 801, que é o sinal residual de previsão. O dito aparelho de 'downmix' estéreo paramétrico 800 compreende um dispositivo aritmético adicional 810 para derivar o sinal de 'downmix' mono 104 e um sinal de diferença 811 que compreende uma diferença entre o sinal esquerdo 101 e o sinal direito 102. O dito aparelho de 'downmix' estéreo paramétrico 800 compreende, adicionalmente, um dispositivo de previsão adicional 820 para derivar um sinal residual de previsão (para o sinal de diferença) 801 como uma diferença entre o sinal de diferença 811 e o sinal de 'downmix' mono 104 representado em escala com um coeficiente de previsão predeterminado 831 derivado dos parâmetros espaciais 103. O dito coeficiente de previsão predeterminado é determinado em uma unidade 830. O coeficiente de previsão predeterminado é escolhido para prover o sinal residual de previsão 801 que é ortogonal ao sinal de 'downmix' mono 104. Além disso, a normalização da potência do sinal de 'downmix' pode ser empregada (não mostrada na Figura 8).

30 Embora a numeração dos sinais que correspondem ao 'downmix' mono e ao residual de previsão apresente números de referência diferentes no aparelho de 'upmix' estéreo paramétrico e no aparelho de 'downmix' estéreo paramétrico, deve ficar claro que os sinais de 'downmix' mono 204 e 104

correspondem um ao outro e os sinais residuais de previsão 331 e 801 também correspondem um ao outro.

A Figura 9 mostra o codificador estéreo paramétrico que compreende o aparelho de 'downmix' estéreo paramétrico 800 de acordo com a invenção. O dito codificador estéreo paramétrico compreende:

- um dispositivo de estimativa 130 para derivação dos parâmetros espaciais 103 do sinal esquerdo 101 e do sinal direito 102,

- um aparelho de 'downmix' estéreo paramétrico 110 de acordo com a invenção para geração de um sinal de 'downmix' mono 104 a partir do sinal esquerdo 101 e do sinal direito 102 com base nos parâmetros espaciais 103,

- um dispositivo de codificação mono 120 para codificação do dito sinal de 'downmix' mono 104 em um fluxo de bits mono 105, e o ditos dispositivo de codificação mono 120 é arranjado adicionalmente para codificar o sinal residual de previsão 801 em um fluxo de bits residual de previsão 802,

- um dispositivo de codificação de parâmetro 140 para codificar os parâmetros espaciais 103 em um fluxo de bits do parâmetro 106, e

- um dispositivo de multiplexação 150 para fundir o fluxo de bits mono 105, o fluxo de bits do parâmetro 106 e o fluxo de bits residual de previsão 802 em um fluxo de bits de saída 107.

Embora a codificação do sinal de 'downmix' mono 104 e do sinal residual de previsão 801 seja realizada pelo dispositivo de codificação 120, é possível que a dita codificação seja realizada por um software e/ou hardware de decodificação separado para cada um dos sinais a serem codificados.

Além disso, embora listados individualmente, uma

pluralidade de dispositivos, elementos ou etapas do método podem ser implementados, por exemplo, por uma única unidade ou processador. Adicionalmente, embora as características individuais possam ser incluídas em reivindicações diferentes, elas podem, possivelmente, ser combinadas de modo vantajoso, e a inclusão em reivindicações diferentes não implica que uma combinação de características não seja praticável e/ou vantajosa. Igualmente, a inclusão de uma característica em uma categoria de reivindicações não implica uma limitação a esta categoria, mas, em vez disso, indica que a característica é igualmente aplicável a outras categorias da reivindicação, tal como apropriado. Além disso, a ordem das características nas reivindicações não implica nenhuma ordem específica em que as características devem ser trabalhadas e, em particular, a ordem de etapas individuais em uma reivindicação do método não implica que as etapas devem ser executadas nessa ordem. Em vez disso, as etapas podem ser realizadas em qualquer ordem apropriada. Além disso, as referências singulares não excluem uma pluralidade. Desse modo, as referências a "um", "uma", "primeiro", "segundo" etc. não impossibilitam uma pluralidade. Os sinais de referência nas reivindicações só são apresentados como um exemplo esclarecedor e não são construídos para limitar o âmbito das reivindicações de nenhuma maneira.

REIVINDICAÇÕES

1. APARELHO DE 'UPMIX' ESTÉREO PARAMÉTRICO, para geração de um sinal esquerdo (206) e de um sinal direito (207) a partir de um sinal de 'downmix' mono (204) com base em parâmetros espaciais (205), caracterizado pelo fato de que o dito aparelho de 'upmix' estéreo paramétrico (300, 400) compreende um dispositivo (310) para prever um sinal de diferença (311) que compreende uma diferença entre o sinal esquerdo (206) e o sinal direito (207) com base no sinal de 'downmix' mono (204) representado em escala com um coeficiente de previsão (321), com o que o dito coeficiente de previsão é derivado dos parâmetros espaciais (205), e um dispositivo aritmético (330) para derivação do sinal esquerdo (206) e do sinal direito (207) com base em uma soma e em uma diferença do sinal de 'downmix' mono (204) e o dito sinal de diferença (311).

2. APARELHO DE 'UPMIX' ESTÉREO PARAMÉTRICO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o dito coeficiente de previsão (321) é baseado em uma correspondência de forma de onda do sinal de 'downmix' (204) com o sinal de diferença (311).

3. APARELHO DE 'UPMIX' ESTÉREO PARAMÉTRICO, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que o coeficiente de previsão (321) é fornecido como uma função dos parâmetros espaciais (205):

$$\alpha = \frac{iid - 1 - j \cdot 2 \cdot \sin(ipd) \cdot icc \cdot \sqrt{iid}}{iid + 1 + 2 \cdot \cos(ipd) \cdot icc \cdot \sqrt{iid}}$$

sendo que iid , ipd e icc são os parâmetros espaciais, e iid é uma diferença de intensidade intercanais, ipd é uma diferença de fase intercanais e icc é uma coerência intercanais.

4. APARELHO DE 'UPMIX' ESTÉREO PARAMÉTRICO, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 3,

caracterizado pelo fato de que o dispositivo (310) para previsão do sinal de diferença (311) é arranjado para intensificar o sinal de diferença pela adição de um sinal de 'downmix' mono descorrelacionado escalado.

5. APARELHO DE 'UPMIX' ESTÉREO PARAMÉTRICO, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que o dito 'downmix' mono descorrelacionado (341) é obtido por meio da filtragem do sinal de 'downmix' mono (204).

6. APARELHO DE 'UPMIX' ESTÉREO PARAMÉTRICO, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que o fator de escala (322) aplicado ao 'downmix' mono descorrelacionado (341) é ajustado para compensar uma perda de energia de previsão.

7. APARELHO DE 'UPMIX' ESTÉREO PARAMÉTRICO, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que um fator de escala (322) aplicado ao 'downmix' mono descorrelacionado (341) é fornecido como uma função dos parâmetros espaciais:

$$\beta = \sqrt{\frac{iid + 1 - 2 \cdot \cos(ipd) \cdot icc \cdot \sqrt{iid}}{iid + 1 + 2 \cdot \cos(ipd) \cdot icc \cdot \sqrt{iid}}} - |\alpha|^2$$

sendo que iid , ipd , e icc são os parâmetros espaciais, o iid é uma diferença de intensidade intercanais, ipd é uma diferença de fase intercanais, icc é uma coerência intercanais e α é o coeficiente de previsão (321).

8. APARELHO DE 'UPMIX' ESTÉREO PARAMÉTRICO, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, caracterizado pelo fato de que o dito 'upmix' estéreo paramétrico (300, 400) tem um sinal residual de previsão para o sinal de diferença (331) como uma entrada adicional, com o que o dispositivo aritmético (330) é arranjado para derivação do sinal esquerdo (206) e do sinal direito (207) com base no sinal de 'downmix' mono (204), no dito sinal de diferença

(311) e no dito sinal residual de previsão para o sinal de diferença (331).

9. DECODIFICADOR ESTÉREO PARAMÉTRICO,
5 caracterizado pelo fato de compreender um dispositivo de demultiplexação (210) para dividir o fluxo de bits de entrada (201) em um fluxo de bits mono (202) e em um fluxo de bits de parâmetro (203), um dispositivo de decodificação mono (220) para decodificação do dito fluxo de bits mono em um sinal de 'downmix' mono (204), um dispositivo de decodificação de parâmetro (240) para decodificação do dito fluxo de bits de parâmetro em parâmetros espaciais (205) e um dispositivo de 'upmix' estéreo paramétrico (230) para geração de um sinal esquerdo (206) e de um sinal direito (207) a partir de um sinal de 'downmix' mono (204) com base nos parâmetros 10 espaciais (205), e o dito decodificador estéreo paramétrico 15 comprehende adicionalmente o aparelho de 'upmix' estéreo paramétrico (300) tal como definido nas reivindicações de 1 a 7.

10. DECODIFICADOR ESTÉREO PARAMÉTRICO, o qual 20 comprehende um dispositivo de demultiplexação (210) para dividir o fluxo de bits de entrada (201) em um fluxo de bits mono (202) e em um fluxo de bits de parâmetro (203), um dispositivo de decodificação mono (220) para decodificação do dito fluxo de bits mono em um sinal de 'downmix' mono (204), 25 um dispositivo de decodificação de parâmetro (240) para decodificação do fluxo de bits de parâmetro em parâmetros espaciais (205), e um dispositivo de 'upmix' estéreo paramétrico (230) para geração de um sinal esquerdo (206) e de um sinal direito (207) a partir de um sinal de 'downmix' 30 mono (204) com base em parâmetros espaciais (205), caracterizado pelo fato de que o dispositivo de demultiplexação (210) é arranjado adicionalmente para extração de um fluxo de bits residual de previsão (332) do

fluxo de bits da entrada, e o dispositivo de decodificação mono (220) é arranjado adicionalmente para decodificar um sinal residual de previsão para o sinal de diferença (331) do fluxo de bits residual de previsão, e um dispositivo de 5 'upmix' estéreo paramétrico (230) é o aparelho de 'upmix' estéreo paramétrico tal como definido na reivindicação 8.

11. MÉTODO PARA A GERAÇÃO DE UM SINAL ESQUERDO E DE UM SINAL DIREITO A PARTIR DE UM SINAL DE 'DOWNMIX' MONO COM BASE EM PARÂMETROS ESPACIAIS, caracterizado pelo fato de 10 compreender:

- a provisão de um sinal de diferença, que compreende uma diferença entre o sinal esquerdo e o sinal direito com base no sinal de 'downmix' mono representado em escala com um coeficiente de previsão, com o que o dito 15 coeficiente de previsão é derivado de parâmetros espaciais;

- a derivação do sinal esquerdo e do sinal direito com base em uma soma e em uma diferença do sinal de 'downmix' mono e no dito sinal de diferença.

12. MÉTODO PARA GERAÇÃO DE UM SINAL ESQUERDO E DE 20 UM SINAL DIREITO A PARTIR DE UM SINAL DE 'DOWNMIX' MONO COM BASE EM PARÂMETROS ESPACIAIS, de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que a etapa de derivação do sinal esquerdo e do sinal direito também é baseada no sinal residual de previsão para o sinal de diferença.

25 13. DISPOSITIVO DE EXECUÇÃO DE ÁUDIO, caracterizado pelo fato de compreender um decodificador estéreo paramétrico tal como definido nas reivindicações 9 ou 10.

30 14. APARELHO DE 'DOWNMIX' ESTÉREO PARAMÉTRICO, para a geração de um sinal de 'downmix' mono (104) a partir de um sinal esquerdo (101) e de um sinal direito (102) com base em parâmetros espaciais (103), caracterizado pelo fato de que o dito aparelho de 'downmix' estéreo paramétrico (800)

tem um sinal residual de previsão para um sinal de diferença (801) como uma saída adicional, com o que o dito aparelho de 'downmix' estéreo paramétrico compreende um dispositivo aritmético adicional (810) para derivação do sinal de 'downmix' mono (104) e um sinal de diferença (811), que compreende uma diferença entre o sinal esquerdo e o sinal direito, e um dispositivo de previsão adicional (820) para derivação de um sinal residual de previsão para o sinal de diferença (801) como uma diferença entre o sinal de diferença (811) e o sinal de 'downmix' mono (104) representado em escala com um coeficiente de previsão predeterminado (831) derivado dos parâmetros espaciais (103).

15. CODIFICADOR ESTÉREO PARAMÉTRICO, o qual compreende um dispositivo de estimativa (130) para derivação dos parâmetros espaciais (103) de um sinal esquerdo (101) e de um sinal direito (102), um dispositivo de 'downmix' estéreo paramétrico (110) para geração de um sinal de 'downmix' mono (104) a partir do sinal esquerdo e do sinal direito com base em parâmetros espaciais, um dispositivo de codificação mono (120) para codificação do dito sinal de 'downmix' mono em um fluxo de bits mono (105), um dispositivo de codificação de parâmetro (140) para codificação de parâmetros espaciais em um fluxo de bits de parâmetro (106) e um dispositivo de multiplexação (150) para fundir o fluxo de bits mono e o fluxo de bits de parâmetro em um fluxo de bits da saída, caracterizado pelo fato de que o dispositivo do 'downmix' estéreo paramétrico (110) é o aparelho de 'downmix' estéreo paramétrico tal como definido na reivindicação 14, e o dispositivo de codificação mono (220) é arranjado adicionalmente para codificar o sinal residual de previsão para o sinal de diferença (801) em um fluxo de bits residual de previsão (802), e o dispositivo de multiplexação (150) é arranjado adicionalmente para fundir o fluxo de bits de

previsão na corrente da saída.

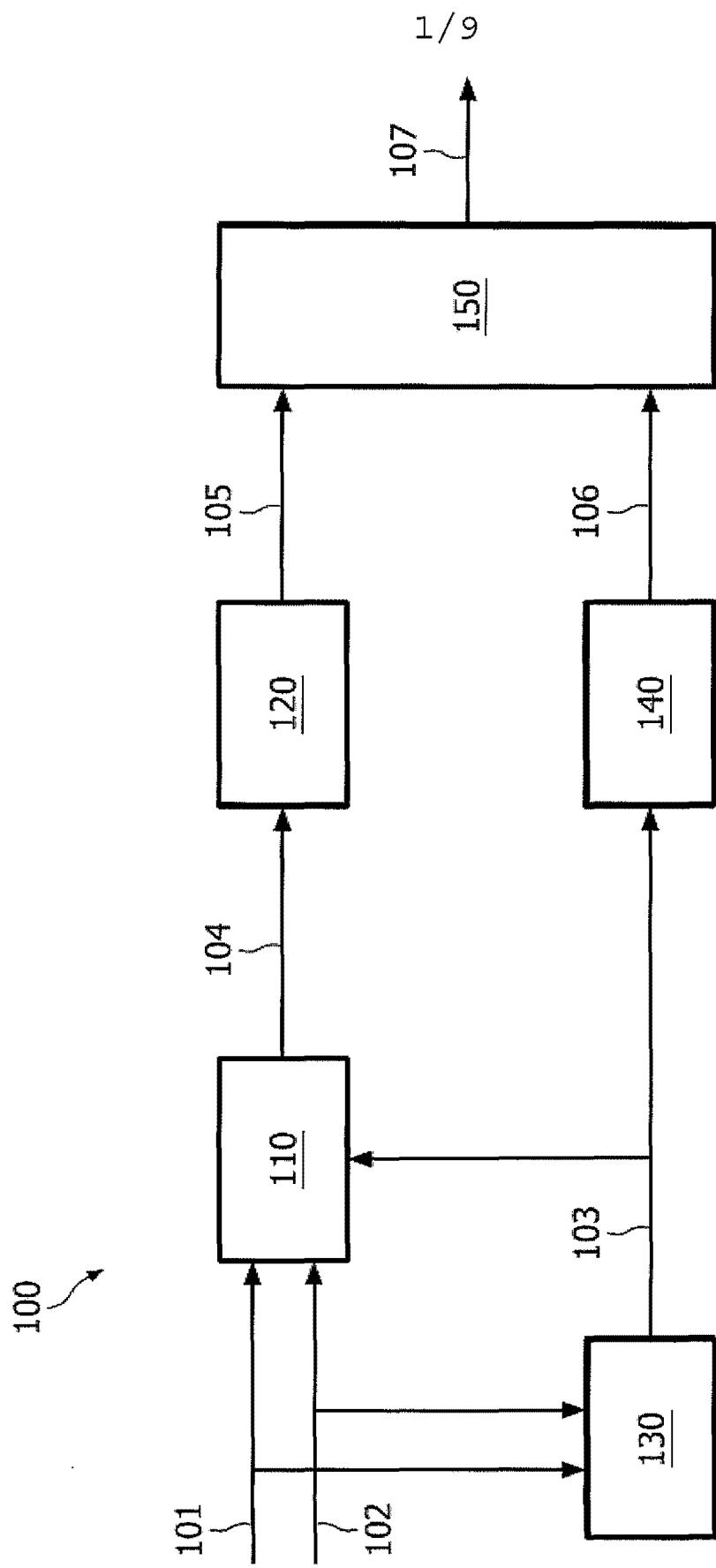
16. MÉTODO PARA A GERAÇÃO DE UM SINAL RESIDUAL DE PREVISÃO PARA UM SINAL DE DIFERENÇA A PARTIR DE UM SINAL ESQUERDO E DE UM SINAL DIREITO COM BASE NOS PARÂMETROS
5 ESPACIAIS, caracterizado pelo fato de compreender:

- a derivação do sinal de diferença entre o sinal esquerdo e o sinal direito;

- a derivação do sinal residual de previsão para o sinal de diferença como uma diferença entre o sinal de
10 diferença e o sinal de 'downmix' mono representado em escala com um coeficiente de previsão derivado dos parâmetros espaciais.

17. PRODUTO DE PROGRAMA DE COMPUTADOR, caracterizado pelo fato de servir para executar o método de
15 qualquer uma das reivindicações 11, 12 ou 16.

FIG. 1



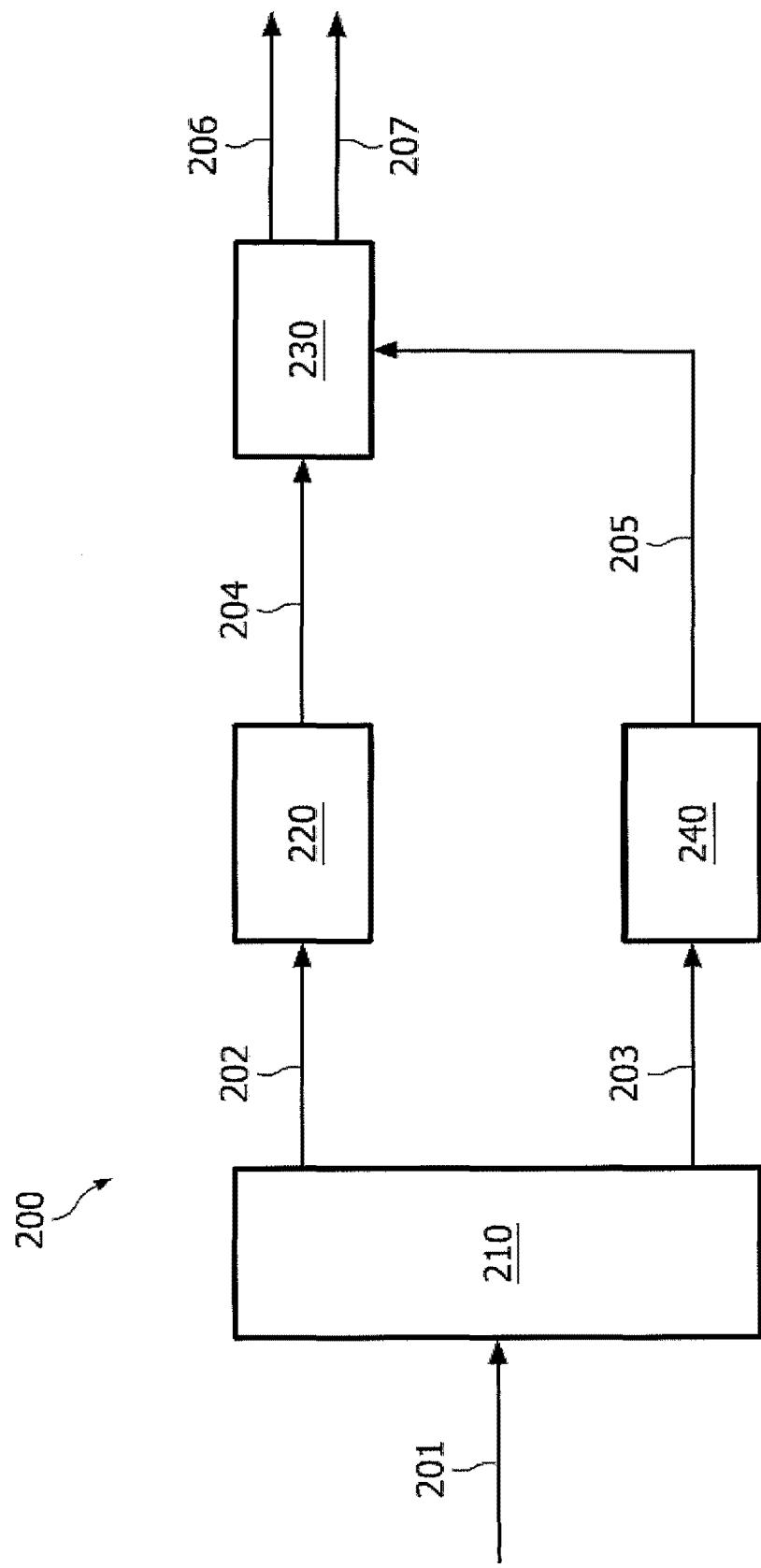


FIG. 2

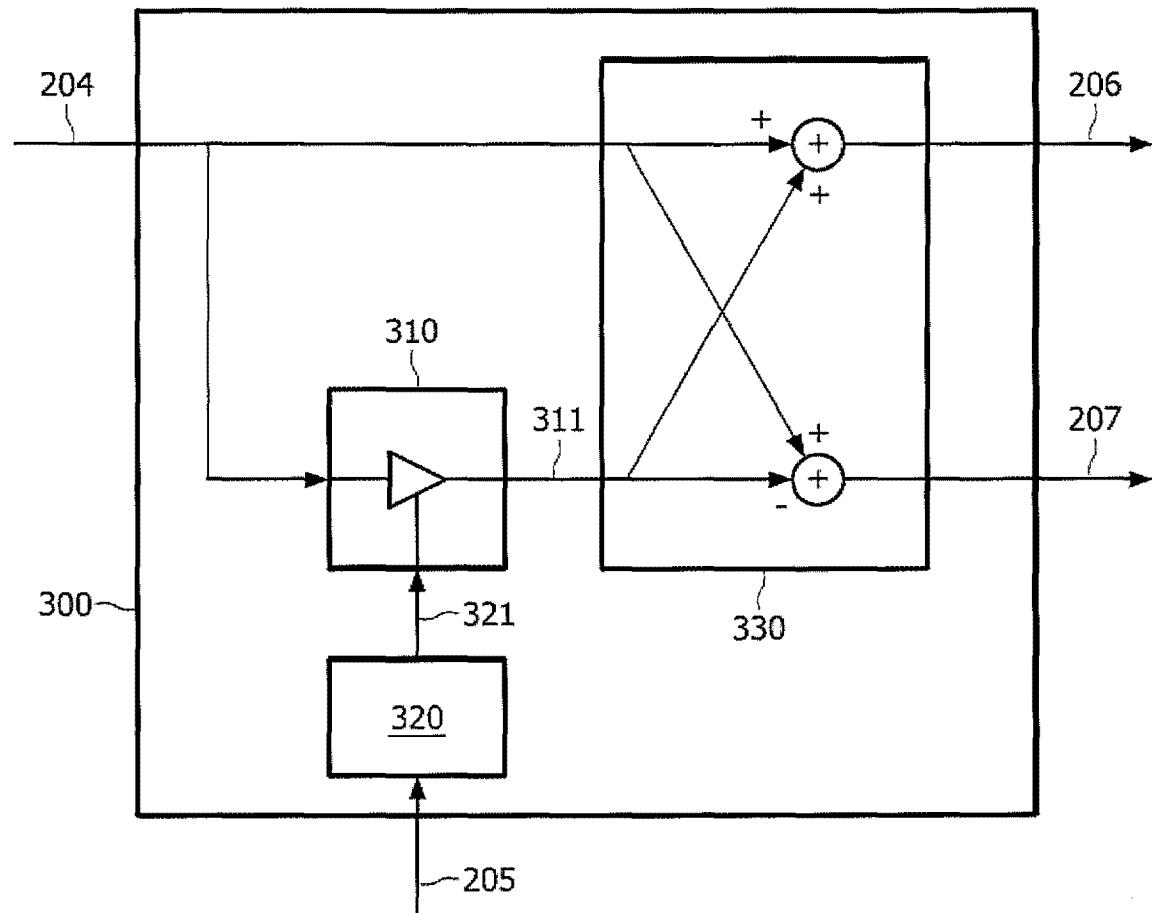


FIG. 3

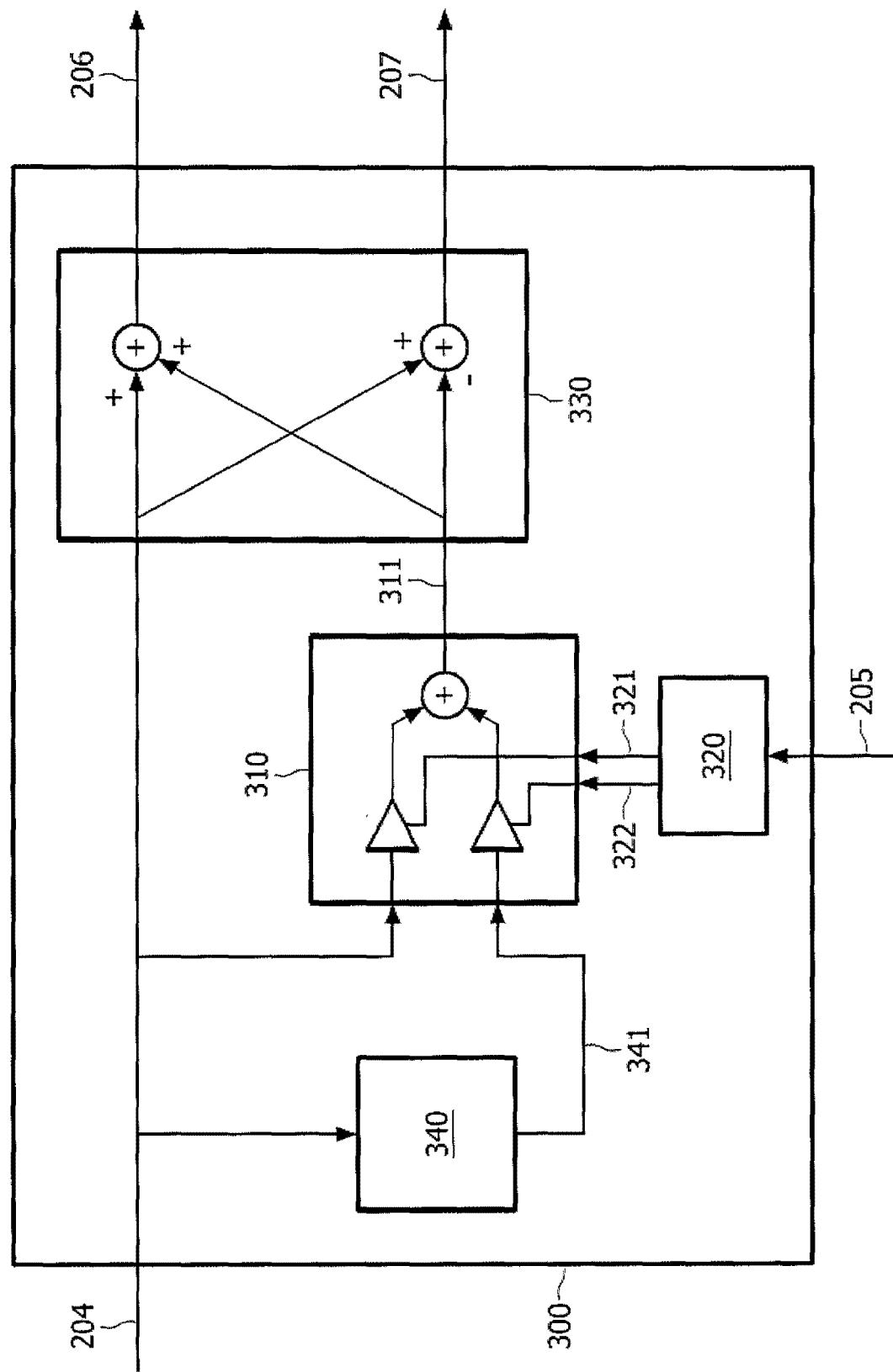


FIG. 4

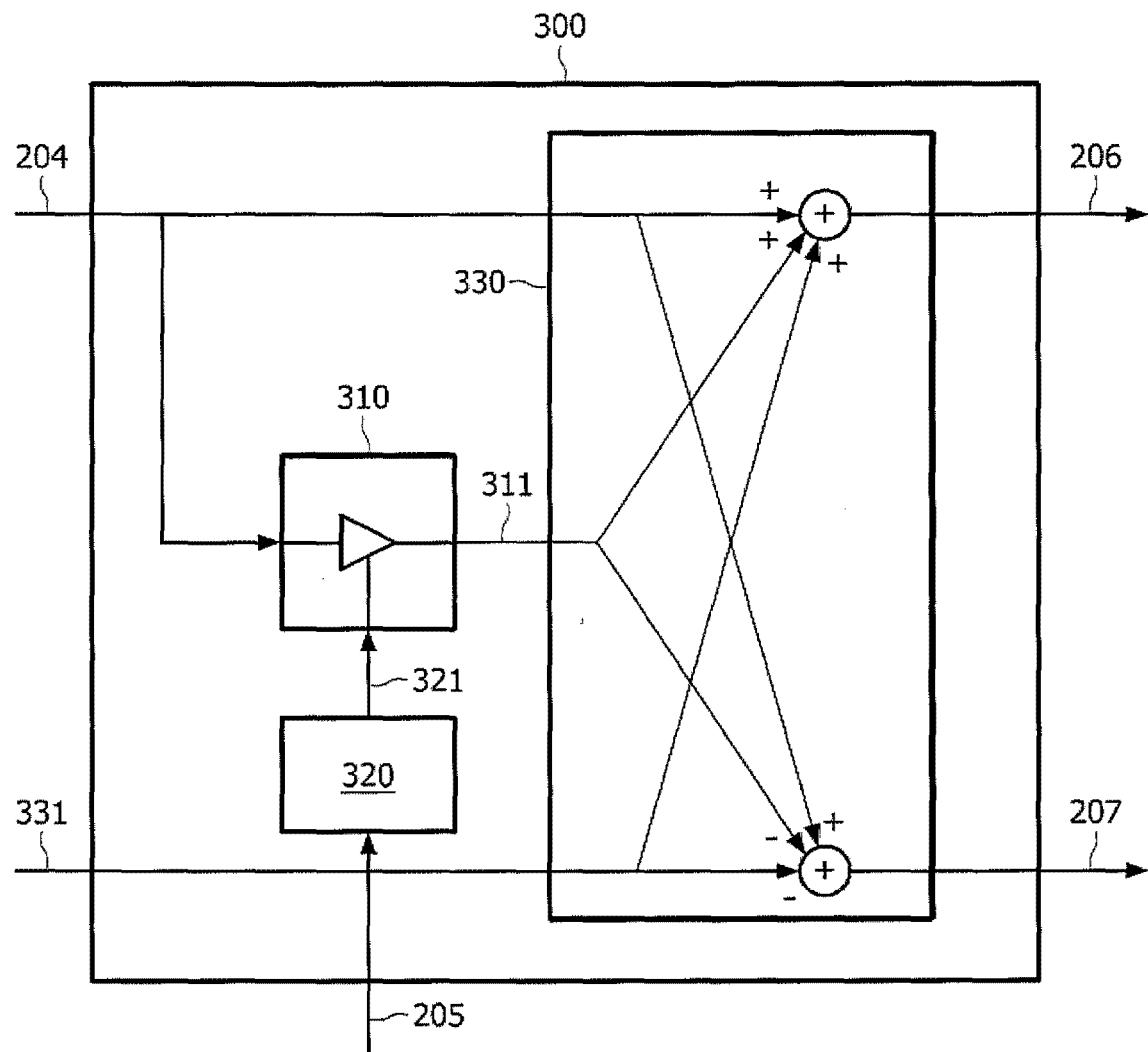


FIG. 5

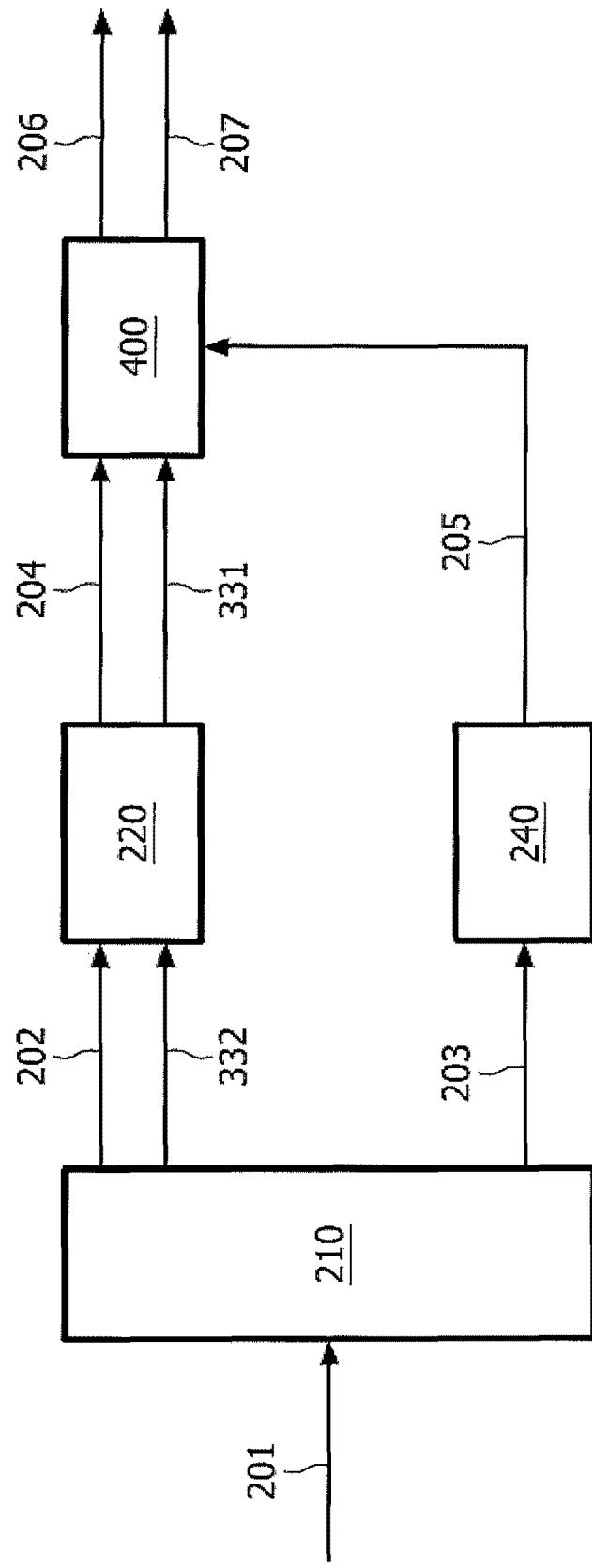


FIG. 6

7/9

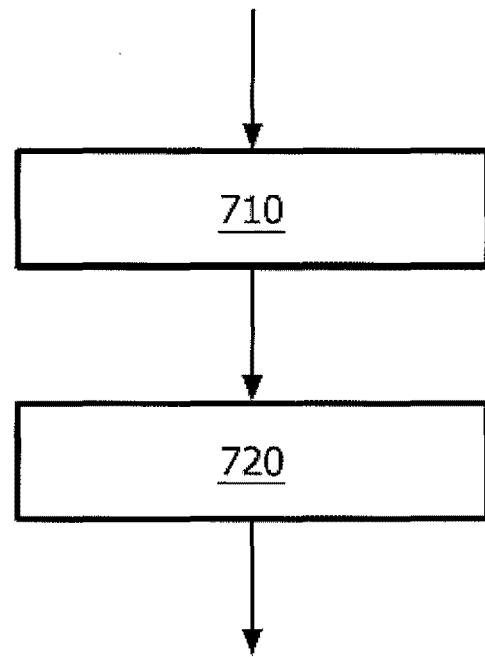


FIG. 7

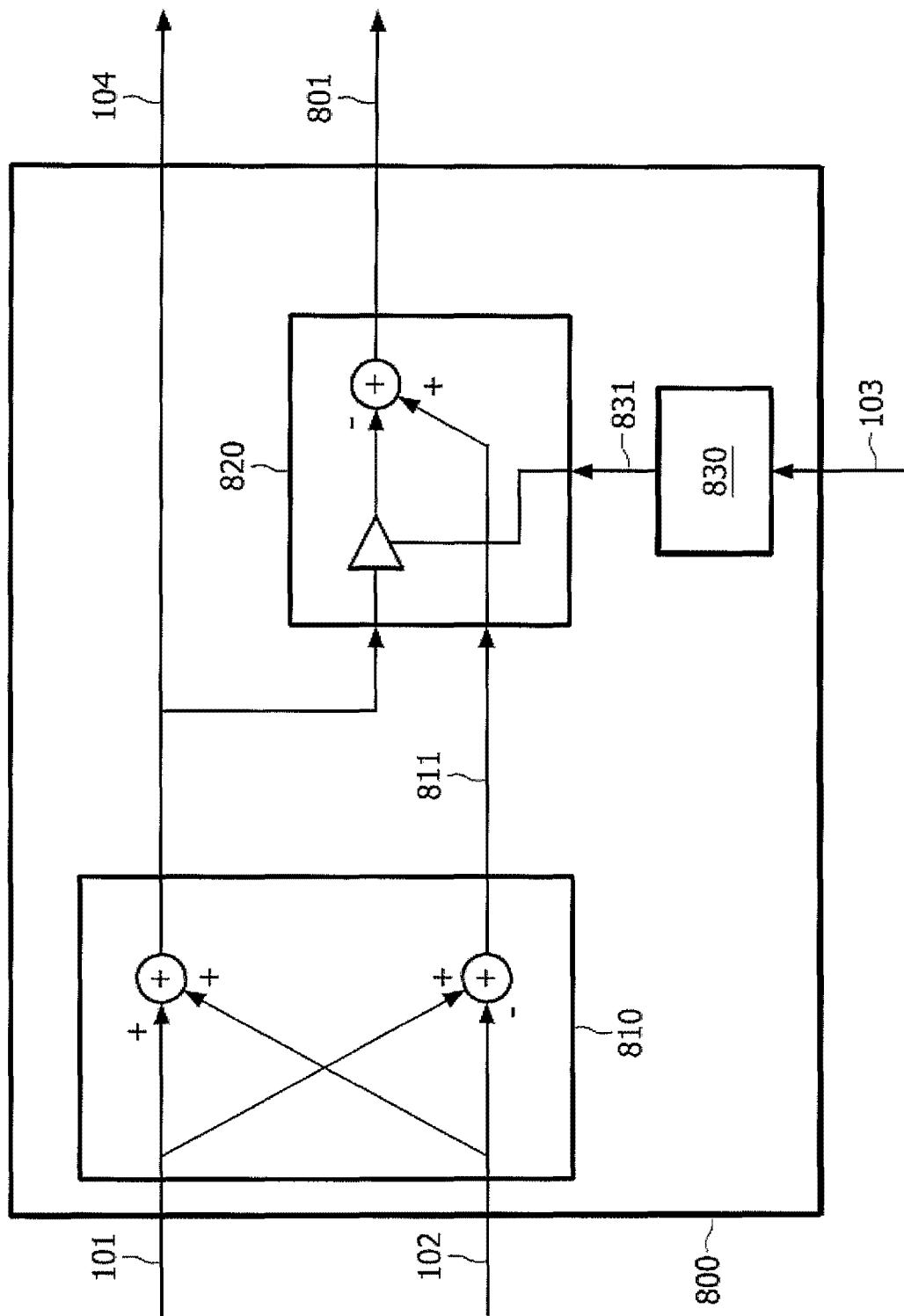


FIG. 8

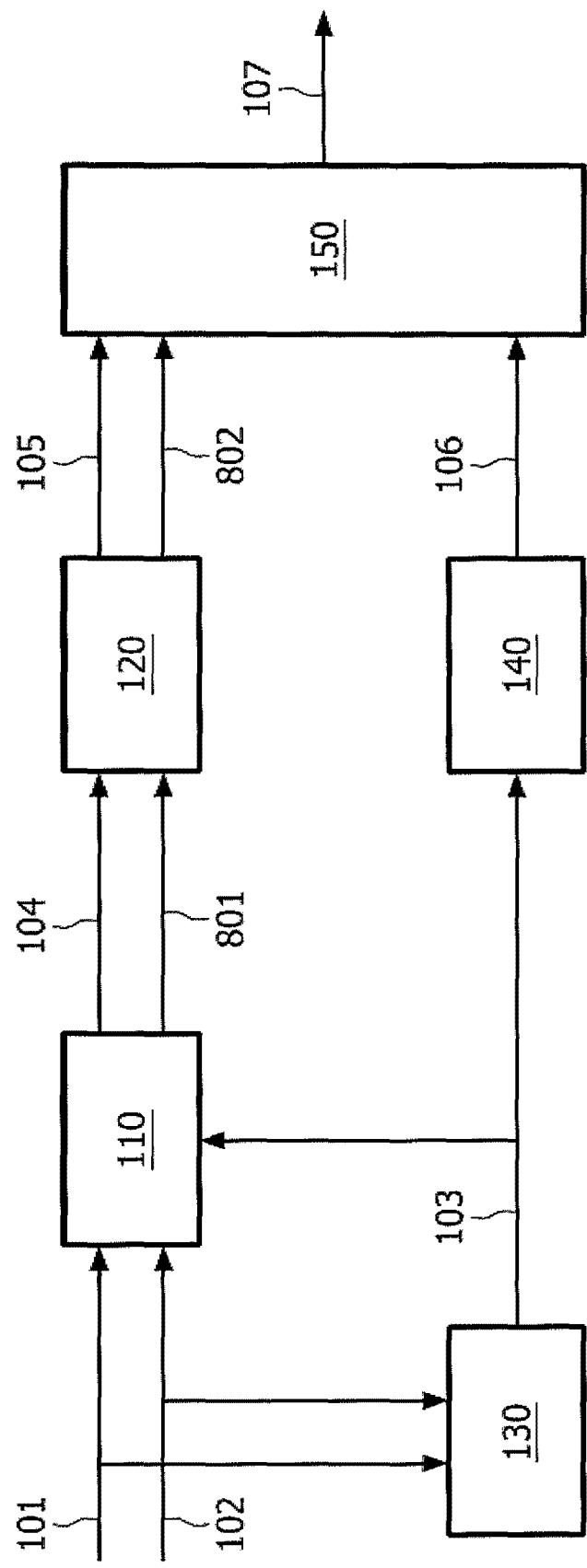


FIG. 9