



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

(11) PI 0812669-0 B1



(22) Data do Depósito: 16/05/2008

(45) Data de Concessão: 28/01/2020

(54) Título: MÉTODO E PROCESSADOR DE ÁUDIO PARA GERAR UM SINAL ESTÉREO COM QUALIDADE PERCEPTUAL

(51) Int.Cl.: H04S 1/00; H04S 7/00.

(30) Prioridade Unionista: 01/08/2007 US 60/953,284; 12/02/2008 US 12/029,776; 19/07/2007 DE 10 2007 033 977.3.

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

(72) Inventor(es): NEUGEBAUER, BERNHARD; PLOGSTIES, JAN; POPP, HARALD.

(86) Pedido PCT: PCT EP2008003972 de 16/05/2008

(87) Publicação PCT: WO 2009/010116 de 22/01/2009

(85) Data do Início da Fase Nacional: 18/01/2010

(57) Resumo: MÉTODO E PROCESSADOR DE ÁUDIO PARA GERAR UM SINAL ESTÉREO COM QUALIDADE PERCEPTUAL
Um sinal estéreo com qualidade perceptual melhorada usando um sinal central e um sinal lateral pode ser gerado, quando um sinal lateral melhorado é criado antes da mixagem do sinal estéreo. Uma representação descorrelacionada de pelo menos uma parte do sinal de soma e/ou uma representação descorrelacionada de pelo menos uma parte do sinal lateral é gerada. O sinal lateral melhorado é gerado combinando-se uma representação do sinal lateral com a representação descorrelacionada da parte do sinal central, com a representação descorrelacionada do sinal lateral e a representação descorrelacionada da parte do sinal central ou com a parte do sinal central e a representação descorrelacionada da parte do sinal lateral. O sinal estéreo com qualidade perceptual melhorada é criado usando-se uma representação do sinal central e o sinal lateral melhorado.

"MÉTODO E PROCESSADOR DE ÁUDIO PARA GERAR UM SINAL ESTÉREO COM QUALIDADE PERCEPTUAL"

[0001] As configurações da presente invenção referem-se à criação de um sinal estéreo com qualidade perceptual melhorada, e em particular, a como um sinal representado por um sinal central e um sinal lateral pode ser processado, criando um sinal estéreo com características melhoradas.

HISTÓRICO DA INVENÇÃO

[0002] Recentemente, tornou-se viável armazenar e reproduzir quantidades maiores de música em dispositivos portáteis. Consequentemente, o uso desses dispositivos tornou-se muito popular, especialmente porque o conteúdo musical pode ser reproduzido através de fones de ouvido em qualquer lugar. Normalmente, o conteúdo a ser reproduzido foi mixado em estéreo, isto é, para dois canais independentes. No entanto, a produção foi feita para uma reprodução através de alto-falantes, com uso de um equipamento estéreo comum de dois canais. Isto é, os canais estéreos foram mixados em um estúdio musical de maneira a prover máxima qualidade de reprodução, e, tanto quanto possível, a percepção espacial do cenário auditivo original com uso de dois alto-falantes. No entanto, ouvir essas gravações em estéreo por fones de ouvido leva à localização do som dentro da cabeça, isto é, a uma impressão espacial fortemente perturbadora. Em outras palavras, fontes de som virtuais, que devem estar localizadas em algum lugar entre os dois alto-falantes, localizam-se dentro da cabeça do ouvinte, devido a propriedades psicoacústicas do sistema auditivo humano. É isto que ocorre, pois não são percebidos diafonia nem reflexão, o que irrita o sistema auditivo de maneira que as fontes de som localizem-se

na cabeça do ouvinte. A irritação é causada porque o sistema auditivo é usado para essas propriedades de sinal, quando o conteúdo é reproduzido pelos alto-falantes, ou, de maneira mais generalizada, transmitido através de um ambiente "real".

[0003] Vários métodos e dispositivos foram propostos para resolver este problema através do processamento dos canais esquerdo e direito antes da reprodução pelos fones de ouvido. No entanto, estas abordagens, como por exemplo, o uso de funções de transferência relacionadas à cabeça, são computacionalmente muito complexas. Estas abordagens tentam estimular o sistema auditivo humano a localizar as fontes sonoras fora da cabeça quando a música é reproduzida com fones de ouvido, através da simulação da situação de audição de alto-falantes em uma sala. Isto é, por exemplo, uma trajetória de som de diafonia e os reflexos das paredes da sala são artificialmente adicionados ao sinal. Para obter uma simulação realista, é necessário aplicar filtração ao canal esquerdo e direito, para levar mais em conta as propriedades do torso, cabeça e aurículas do ouvinte. Quanto mais precisa for este tipo de simulação, mais recursos computacionais são necessários. Quando resultados com som razoavelmente bom forem recebidos com complexidade reduzida, esses modelos são, por exemplo, reduzidos a diafonia e, em alguns casos, a um número muito pequeno de reflexos de parede, que podem ser implementados por filtração de ordem baixa. A influência do corpo humano em si pode também ser aproximada por filtros de ordem baixa. No entanto, estes filtros precisam ser usados no sinal direto, bem como em cada um dos sinais refletidos (como por exemplo, o descrito em M.R. Schroeder: An Artificial Stereophonic Effect Obtained from Using a Single Signal, 9th annual

meeting of the AES, preprint 14, 1957).

[0004] Outros métodos foram propostos para prover uma experiência auditiva estereofônica, mesmo quando somente um sinal monofônico é provido. Uma abordagem é alimentar o sinal de entrada (monofônico) a ambos os canais, e criar uma representação atenuada e retardada do sinal, que é então adicionada ao primeiro canal e subtraída do segundo canal.

[0005] Com frequência, sinais estéreos são também transformados em uma representação central-lateral contendo um sinal central (sinal de soma) e um sinal lateral (sinal de diferença). O sinal de soma é formado somando-se o canal direito e o canal esquerdo e o sinal de diferença é formado compondo-se a diferença do canal esquerdo e do canal direito. Na maioria dos sinais estéreos musicais, as fontes de som virtuais de relevância mais alta são as localizadas à frente do ouvinte. É o que ocorre, pois elas comumente representam a voz líder ou o instrumento líder da gravação. Como a intenção é que estas fontes de som localizem-se entre os alto-falantes de uma configuração de dois canais, estes componentes de sinal estão presentes no canal esquerdo e no canal direito. Portanto, estes sinais importantes são principalmente representados por um sinal de soma (sinal central) e raramente por um sinal de diferença (sinal lateral). Portanto, ao tentar obter uma localização fora da cabeça de um ouvinte, essa representação central-lateral deve ser processada com muito cuidado.

[0006] No processamento fora da cabeça convencional baseado em sinais de soma e diferença, os sinais de soma ou permanecem não processados, ou são individualmente processados ou filtrados por filtros específicos. No entanto, simplesmente filtrar o

signal de soma e o sinal lateral separadamente, e redistribuir os sinais para os canais esquerdo e direito leva a um aumento da localização fora da cabeça ou da largura espacial percebida, às custas de uma complexidade computacional desvantajosamente alta. Além disso, uma adição (subtração) de um sinal de soma filtrado ao sinal de diferença, conforme executado por um mixador central-lateral convencional, resulta em um deslocamento da posição percebida das fontes de som virtuais dentro do sinal de saída.

[0007] O pedido internacional 2005/098825 A1 refere-se à tarefa de aumentar a eficiência de codificação em um esquema de codificação central / lateral às custas de uma redução moderada da qualidade do áudio. Os autores propõem não transmitir o sinal lateral total e recuperar as partes faltantes do sinal lateral pelo sinal central dentro do codificador.

[0008] O Pedido Internacional 2004/030410 A1 refere-se a um método para processamento de sinais de áudio e a um sistema de processamento de áudio. Para compensar quedas de um sinal lateral de uma representação central-lateral, uma parte do sinal central é extraída do sinal central, descorrelacionada e adicionada ao sinal lateral antes da reprodução.

[0009] O Pedido Americano 2004/0136554 A1 refere-se a um método e um dispositivo para processamento de sinais para alargamento de estéreo. Para aumentar a qualidade do sinal, partes de um canal esquerdo são descorrelacionadas e adicionadas ao canal direito, e partes do canal direito são descorrelacionadas e adicionadas ao canal esquerdo antes da apresentação desse sinal de áudio alterado.

[00010] Considerando-se a geração convencional de sinais

estéreos e os hábitos alterados de reprodução, existe a necessidade de prover um conceito para a geração de um sinal estéreo com qualidade perceptual melhorada, que possa ser implementado de maneira eficiente.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

[00011] Várias configurações da presente invenção permitem a criação de um sinal estéreo com uma qualidade perceptual melhorada baseado em um sinal central (sinal de soma) e um sinal lateral (sinal de diferença). A localização fora da cabeça e a largura do estágio do sinal de som é aumentada quando uma parte do sinal do sinal central é mixada com uma representação do sinal lateral, contanto que a parte de sinal do sinal central e a representação do sinal lateral estejam, até um certo ponto, mutuamente descorrelacionadas. Ao executar a combinação, pode ser derivado um sinal lateral melhorado, o qual pode ser utilizado como entrada para um mixer central-lateral, criando um sinal de saída estéreo a ser reproduzido através dos fones de ouvido. Ao misturar-se partes do sinal central ao sinal lateral antes da mixagem, a largura perceptual das fontes de áudio virtuais à frente da cabeça de um ouvinte pode aumentar, pois uma parte do sinal é distribuída para o canal lateral, contendo informações de fontes de som que não estão diretamente à frente do ouvinte. No entanto, para evitar a percepção de um deslocamento para a esquerda ou para a direita do cenário auditivo ou das fontes de som virtuais, os sinais a serem combinados são mutuamente descorrelacionados, para distribuir interferência construtiva ou destrutiva do sinal irregularmente dentro do espectro. Para precisar melhor, após a descorrelação do sinal, diferentes partes do espectro dos sinais interferem de maneiras

diferentes. Para que isso seja obtido, é adaptado um descorrelacionador que gera uma representação descorrelacionada de pelo menos uma parte do sinal central e/ou uma representação descorrelacionada de pelo menos uma parte do sinal lateral.

[00012] Quando são usadas representações descorrelacionadas de partes dos sinais que são mixadas com o sinal lateral, o sinal estéreo reproduzido apresenta uma qualidade perceptual melhorada, não estando mais localizado dentro da cabeça, quando ouvido com fones de ouvido. Para obter-se o efeito, uma representação descorrelacionada de uma parte do sinal central-lateral pode ser provida e mixada ao sinal lateral.

[00013] De acordo com outras configurações, uma representação descorrelacionada de pelo menos uma parte do sinal de soma é provida, bem como uma representação descorrelacionada de pelo menos uma parte do sinal lateral. Ambas as representações descorrelacionadas são combinadas (mixadas) com o sinal lateral ou com uma representação do sinal lateral obtida pela modificação do sinal lateral provido.

[00014] De acordo com uma outra representação, uma parte do sinal central é combinada a uma representação do sinal lateral, onde pelo menos uma parte do sinal lateral é descorrelacionada em relação à parte do sinal central. Isto pode ser obtido criando-se uma representação descorrelacionada da parte do sinal lateral antes da combinação da representação descorrelacionada criada dessa maneira com o sinal lateral.

[00015] De acordo com uma outra representação, as partes de alta frequência dos sinais são descorrelacionadas, para processar somente as partes de frequência de um sinal de áudio, que cau-

sam, devido ao comprimento de onda relativamente curto, efeitos induzidos por reflexão significativos para um ouvinte. Isto evita a introdução de artefatos perturbadores nas partes de baixa frequência do sinal.

[00016] Em outras configurações, processadores de áudio que implementam o conceito acima são usados dentro de decodificadores de áudio, de maneira que uma representação central-lateral de um sinal de dois canais criado como sinal intermediário em um decodificador possa ser processado diretamente, melhorando a qualidade perceptual do sinal estéreo gerado. Com esta finalidade, outras configurações da presente invenção são adaptadas para processar o sinal central e o sinal lateral em um domínio de frequência, de maneira que as representações de frequência dos respectivos sinais possam ser processadas diretamente, sem a necessidade de retransformá-los em uma representação de domínio de tempo. Isto pode ser de grande benefício, quando, por exemplo, descompressores de áudio forem usados, os quais provêm um sinal intermediário que é uma representação central-lateral de um sinal estéreo subjacente dentro do domínio de frequência. Isto é, configurações da invenção podem ser implementadas de maneira eficiente dentro, por exemplo, de decodificadores de MP3 e AAC ou similares, de maneira a aumentar a qualidade perceptual dos dispositivos móveis de reprodução que provêm o sinal para fones de ouvido.

[00017] Isto é, um decodificador de áudio para gerar um sinal estéreo com melhores qualidades perceptuais pode ser composto de um provedor de sinal para prover um sinal central e um sinal lateral, com o sinal central representando uma soma de canais esquerdo e direito originais e o sinal lateral representando uma diferença dos ca-

nais esquerdo e direito originais; e um processador de áudio de acordo com uma das configurações descritas no presente documento.

[00018] Outras configurações de decodificadores de áudio podem utilizar um provedor de sinal composto de um descompressor de áudio para gerar o sinal central e o sinal lateral, através da descompressão de uma corrente de dados de áudio comprimida.

[00019] Em resumo, várias configurações da presente invenção usam um método novo de processamento de áudio para gerar sinais estéreos, o qual evita a localização dentro da cabeça quando o sinal gerado é reproduzido através de fones de ouvido. O método produz uma qualidade perceptual alta, isto é, a possibilidade de gerar um sinal estéreo com uma qualidade perceptual avançada, ao mesmo tempo em que mantém outras propriedades do sinal, como por exemplo a distribuição espectral e o comportamento provisório, que não são afetados perceptualmente. Além disso, a percepção espacial é melhorada em termos de localização fora da cabeça e largura de estágio, enquanto preserva a distribuição das fontes de som. Devido à baixa complexidade computacional, configurações da invenção podem ser facilmente usadas em dispositivos portáteis de reprodução musical, apesar da potência de processamento e da fonte de energia limitadas desses dispositivos.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[00020] Várias configurações da presente invenção serão descritas a seguir, com referência às figuras anexas, mostrando:

[00021] A Fig. 1 é uma configuração de um processador de áudio;

[00022] A Fig. 2 é um exemplo de um mixer estéreo de dois canais;

DESCRIÇÃO DETALHADA DOS DESENHOS

[00023] A Fig. 1 mostra uma configuração de um processador de áudio 2 para gerar um sinal estéreo com qualidade perceptual melhorada 4, composta de um canal direito 4a e um canal esquerdo 4b. O sinal estéreo 4 é gerado com base em um sinal central 6a e um sinal lateral 6b, providos para o processador de áudio 2. Deve-se observar que, aqui e no contexto desta aplicação, os sinais central e lateral M e S são entendidos como sendo os sinais M e S criados pela soma e construção da diferença de um canal esquerdo e direito original, ou como sendo um sinal baseado nesses sinais M e S, isto é, sendo modificações dos mesmos sinais. As modificações, no entanto, baseiam-se somente nos sinais central e lateral originais. Isto é, um sinal lateral modificado é gerado usando-se somente o sinal lateral e um sinal central modificado é gerado usando-se somente o sinal central. Com esta finalidade, sinais centrais e sinais laterais modificados são também mencionados como representações do sinal central M_R e do sinal lateral S_R .

[00024] O processador de áudio 2 é composto de um descorrelacionador 8, um combinador de sinal 10 e um mixer central-lateral 12. O descorrelacionador 8 recebe o sinal central 6a e o sinal lateral 6b como entrada, ou alternativamente, representações dos mesmos sinais. Alternativamente, o descorrelacionador 8 pode, em algumas configurações, gerar uma representação do sinal central e do sinal lateral 6b em si. O descorrelacionador é adaptado para gerar uma representação descorrelacionada de pelo menos uma parte do sinal central e/ou uma representação descorrelacionada de pelo menos uma parte do sinal lateral. De acordo com algumas configurações, a parte dos sinais, que é descorrelacionada, é uma parte

filtrada por filtro de alta frequência dos sinais originais, de maneira a prover o processamento somente nessas faixas de frequência, onde o processamento produz uma melhora perceptual.

[00025] Em configurações alternativas, geradores de representação opcionais 42 e 44 podem estar presentes, os quais recebem o sinal central original 6a e o sinal lateral original 6b como entrada, e que criam as representações do sinal central (M_R) e do sinal lateral (S_R), bem como as representações m e s providas aos descorrelacionadores.

[00026] As representações descorrelacionadas geradas pelo descorrelacionador 8 são alimentadas ao combinador de sinal 10, o qual recebe ainda o sinal lateral ou uma representação do sinal lateral S_R . O combinador de sinal 10 gera um sinal lateral melhorado 14, com base em uma combinação dos sinais providos ao combinador de sinal. De acordo com uma configuração, a combinação pode ser feita usando-se a representação do sinal lateral S_R e uma representação descorrelacionada de uma parte do sinal lateral m^+ . De acordo com uma outra representação, a combinação pode basear-se no sinal lateral S_R , uma representação descorrelacionada de uma parte do sinal lateral s^+ e uma representação descorrelacionada de uma parte do sinal lateral m^+ . De acordo com uma outra representação, a combinação pode basear-se no sinal lateral S_R , uma parte do sinal central m (que não é descorrelacionado) e uma representação descorrelacionada de pelo menos uma parte do sinal lateral s^+ .

[00027] De acordo com algumas configurações, a parte do sinal de soma e a parte do sinal lateral são partes de sinal correspondentes, isto é, por exemplo, representam a mesma faixa de frequência. Isto é, ao se gerar essas partes, são usados filtros

de alta frequência com as mesmas características de filtro.

[00028] O combinador de sinal 10 gera, assim, um sinal lateral melhorado 14 (S'), que tem uma contribuição do sinal central. Esta contribuição e o sinal lateral são mutuamente descorrelacionados (pelo menos na faixa de frequência de interesse), de maneira que possíveis interferências construtivas ou destrutivas sejam distribuídas irregularmente dentro do espectro quando as partes do sinal são combinadas subsequente no mixer central-lateral 12. O mixer central-lateral 12 recebe por um lado o sinal lateral melhorado 14, e por outro lado, o sinal central M_R ou uma representação do sinal central 6a como entrada. O mixer central-lateral gera o sinal estéreo 4 com qualidade perceptual melhorada, especialmente quando reproduzido por fones de ouvido.

[00029] Em várias configurações da invenção, o mixer usa uma regra de mixagem, de acordo com a qual o canal esquerdo do sinal estéreo é criado somando-se o sinal lateral melhorado e o sinal central. Nestas configurações, o canal direito 4a é formado construindo-se a diferença entre o sinal central 6a (ou a representação do sinal central M_R) e o sinal lateral melhorado 14.

[00030] Com a configuração de um processador de áudio revelada na Fig. 1, partes de sinal do sinal central são distribuídas para o sinal lateral antes da mixagem. Em outras palavras, o processamento do sinal central e do sinal lateral no domínio do sinal central-lateral é intercalado, resultando em uma localização fora da cabeça do sinal assim processado, o que é dificilmente possível de se obter usando-se técnicas de processamento de sinal central-lateral convencionais quando a complexidade computacional é um problema.

[00031] A Fig. 2 mostra um exemplo de processamento de sinal convencional, no qual um sinal estéreo 20 (com um canal esquerdo 20a e um canal direito 20b) é transformado em um sinal central 22a e um sinal lateral 22b, usando-se um sintetizador central-lateral convencional 24. O sinal central 22a é filtrado usando-se um primeiro filtro 26a, e o sinal lateral 22b é filtrado usando-se um segundo filtro 26b. As representações filtradas do sinal central 22a e do sinal lateral 22b são mixadas usando-se um mixer central-lateral 28 para gerar um sinal estéreo processado 30 (com um canal esquerdo L' 30a e um canal direito R' 30b).

[00032] No entanto, como o processamento não é intercalado, um alargamento perceptual do cenário auditivo ou uma localização fora da cabeça do ouvinte dificilmente podem ser conseguidos sem aumentar-se significativamente a complexidade computacional do processamento de sinal.

[00033] A Fig. 3 mostra uma configuração da invenção usando uma representação descorrelacionada de uma parte do sinal central, bem como uma representação descorrelacionada de uma parte do sinal lateral. O sinal estéreo original 40 é transformado em uma representação com um sinal central 6a e um sinal lateral 6b, usando um sintetizador central lateral 24.

[00034] O processador de sinal 2 funciona no sinal central 6a e no sinal lateral 6b providos desta maneira. O processador de sinal 2 é composto de um primeiro gerador de representação 42 para o sinal lateral 6b e um segundo gerador de representação 44 para o sinal central 6a. Um combinador de sinal 46 do processador de áudio 2 é composto de um primeiro nó de soma 46a e um segundo nó de soma 46b. O processador de áudio é composto ainda de

um mixer central-lateral 48, que gera o sinal estéreo com qualidade perceptual melhorada 50 na saída do processador de áudio 2.

[00035] Os geradores de representação 42, 44 usam seus respectivos sinais de entrada, isto é, o sinal central 6a e o sinal lateral 6b para gerar representações M_R e S_R desses sinais, adicionando ou subtraindo uma parte de sinal filtrada por filtro de alta frequência dos sinais de entrada para os sinais de entrada propriamente ditos, enfatizando ou atenuando, com isso, as partes de alta frequência desses sinais. Com esta finalidade, o primeiro gerador de representação 42 é composto de um filtro de alta frequência 52, um primeiro escalonador de sinal 54a e um segundo escalonador de sinal 54b, e um nó de soma 56. O segundo gerador de representação 44 é composto de um filtro de alta frequência 62, um terceiro escalonador de sinal 64a e um quarto escalonador de sinal 64b, bem como de um nó de soma 66.

[00036] Os escalonadores de sinal 54a, 54b e 64a, 64b funcionam escalonando os sinais em suas entradas, isto é, aplicando um fator de escala aos sinais através da multiplicação de sinais com o fator de escala. O filtro de alta frequência 52 do primeiro gerador de representação 42 recebe uma cópia do sinal lateral 6b como sua entrada, e provê uma parte de sinal filtrada por filtro de alta frequência S_{Hi} em sua saída. A parte de sinal filtrada em filtro de alta frequência S_{Hi} é alimentada ao primeiro escalonador de sinal 54a, enquanto o sinal lateral 6b, ou uma cópia do sinal, é alimentado ao segundo escalonador de sinal 54b.

[00037] Os fatores de escalonamento dos escalonadores de sinal 54a e 54b podem ser pré-determinados, ou podem, em outras configurações, estar sujeitos a uma interação com o usuário. O nó

de soma 56 recebe a parte de sinal filtrada por filtro de alta frequência escalonada S_{Hi} e o sinal lateral escalonado para somar estes sinais, de maneira a prover uma representação do sinal lateral S_R 70 na saída do nó de soma 56 (a saída do primeiro gerador de representação 42). De maneira análoga, o segundo gerador de representação 44 provê uma representação do sinal central M_R 72 como sua saída.

[00038] O processador de áudio é composto ainda de um primeiro circuito de descorrelação 74 e um segundo circuito de descorrelação 76. O primeiro circuito de descorrelação 74 é composto de um escalonador 74a, um descorrelacionador 74b e um circuito de retardo 74c, e o segundo circuito de descorrelação 76 é composto de um sexto escalonador de sinal 76a, um descorrelacionador 76b e um circuito de retardo 76c.

[00039] Deve-se enfatizar que as estruturas de descorrelacionamento 74 e 76 devem ser compreendidas como meros exemplos de possíveis estruturas de descorrelacionamento ou descorrelacionadores. Em particular, uma estrutura de retardo (circuitos de retardo 76c e 74c) não é necessariamente exigida. Ao invés disso, os descorrelacionadores 74b e 76b podem implementar uma determinada quantidade de retardo propriamente dito. De acordo com outras configurações, o retardo pode ser omitido. Como já foi indicado nos parágrafos anteriores, as partes de sinal a serem combinadas devem ser mutuamente descorrelacionadas. Portanto, os descorrelacionadores 74b (decorr 2) e 76b (decorr 1) podem ser diferentes, a fim de prover sinais mutuamente descorrelacionados.

[00040] Os fatores de escala dos escalonadores de sinal 74a e 76a podem ser pré-determinados ou estar sujeitos à manipula-

ção do usuário. Os descorrelacionadores 74b e 76b geram um sinal, o qual é, até um certo ponto, descorrelacionado do sinal em sua entrada. Isto é, um máximo do valor absoluto da correlação cruzada normalizada entre um sinal na entrada do descorrelacionador e a saída do sinal pelo descorrelacionador será significativamente mais baixa que 1. Pode-se observar que a implementação precisa dos descorrelacionadores é de importância mínima. Ao invés disso, diferentes implementações de descorrelacionadores conhecidas na técnica podem ser usadas, bem como combinações arbitrárias entre elas. Por exemplo, vários filtros passa-tudo podem ser usados. Por exemplo, uma concatenação de filtros IIR de segunda ordem pode ser usada para prover uma representação descorrelacionada da parte filtrada por filtro de alta frequência do sinal central e do sinal lateral. Cada filtro pode ter características de filtro arbitrárias, as quais podem, por exemplo, ser geradas usando-se um gerador arbitrário. O descorrelacionamento pode ser obtido com diferentes tipos de descorrelacionadores, como por exemplo, usando-se algoritmos de reverberação, incluindo por exemplo, redes de retardo de retroalimentação. Filtros em pente de alimentação direta ou filtros em pente de retroalimentação podem ser usados, bem como filtros passa-tudo, os quais podem, por exemplo, ser combinados a partir de filtros em pente de alimentação direta e de retroalimentação. Outra implementação pode, por exemplo, usar ruído aleatório para filtrar os sinais na entrada dos descorrelacionadores, de maneira a prover sinais descorrelacionados.

[00041] Os circuitos de descorrelacionamento 74 e 76 são ainda compostos de circuitos de retardo 74c e 76c, os quais podem aplicar um retardo adicional opcional aos sinais descorrelaciona-

dos gerados pelos descorrelacionadores 74b e 76b. O circuito de descorrelacionamento 76 provê uma representação descorrelacionada de uma parte de sinal filtrada por filtro de alta frequência do sinal central M^+ 82, enquanto o circuito de descorrelacionamento 74 provê uma representação descorrelacionada de uma parte de sinal filtrada por filtro de alta frequência do sinal lateral s^+ 84. No exemplo específico mostrado na Fig. 3, o combinador de sinal 46 combina a representação do sinal lateral 70, a representação descorrelacionada da parte do sinal lateral 84, bem como a representação descorrelacionada da parte do sinal central 82, somando estes três componentes usando os nós de soma 46a e 46b. No exemplo específico da Fig. 3, a representação descorrelacionada da parte do sinal central 82 e a representação descorrelacionada da parte do sinal lateral 84 são combinadas primeiro, por exemplo, somando-se ambos os sinais usando-se o nó de soma 46a. Depois o sinal assim combinado é combinado com a representação do sinal lateral 70, por exemplo, somando-se ambos os sinais usando-se o nó de soma 46b. Pode-se observar que a soma pode também ser modificada através do escalonamento dos sinais a serem somados antes da combinação (soma). Ao se escalonar com valores negativos, a soma pode efetivamente resultar também na construção de uma diferença. Ao se derivar o sinal lateral melhorado 90 podem ser implementadas outras medidas de descorrelacionamento dentro dos dois nós de soma 46a e 46b.

[00042] A fim de evitar interferência construtiva ou destrutiva com espaço regular para todas as partes do espectro, e a fim de alargar a impressão perceptual do cenário de áudio, o descorrelacionador 74b é usado para prover a representação descorre-

lacionada do sinal lateral 84 antes da combinação com a representação do sinal lateral 70. A fim de obter o efeito de localização fora da cabeça e alargamento espacial, a parte do sinal central, que é combinada à representação do sinal lateral para formar o sinal lateral melhorado, deve ser descorrelacionada da parte correspondente da representação do sinal lateral. Isto significa que, ao combinar-se uma parte filtrada por filtro de alta frequência M_{Hi} do sinal central com uma parte filtrada por filtro de alta frequência S_{Hi} do sinal lateral, a parte de alta frequência S_{Hi} do sinal lateral e a parte de alta frequência M_{Hi} do sinal central devem ser descorrelacionadas uma da outra. Opcionalmente, ambas as partes podem ser mutuamente descorrelacionadas da representação do sinal lateral 70.

[00043] No entanto, configurações alternativas podem combinar diretamente a representação descorrelacionada do sinal central 82 com a representação do sinal lateral 70, pois elas são mutuamente descorrelacionadas devido ao descorrelacionador 76b.

[00044] Além disso, configurações alternativas podem combinar a parte de sinal filtrada por filtro de alta frequência M_{Hi} diretamente com uma representação do sinal lateral, quando a parte de alta frequência da representação do sinal lateral for descorrelacionada, de maneira a prover descorrelacionamento mútuo das respectivas partes de sinal.

[00045] Considerando-se as alternativas anteriores, as características de filtro dos filtros de alta frequência 52 e 62 podem ser idênticas ou diferentes.

[00046] E ainda, os fatores de escala dos escalonadores de sinal 54a, 54b, 64a, 64b, 74a e 76a podem variar dentro de um

escopo amplo. De acordo com algumas configurações, os fatores de escala são escolhidos de maneira que a energia total dos sinais M e S, isto é, o sinal lateral e o sinal central seja preservada dentro da geração da representação do sinal central 72 e do sinal lateral melhorado 90.

[00047] Quando os efeitos do alargamento e da localização fora da cabeça aumentarem, os fatores de escala podem ser escolhidos de maneira que o sinal lateral melhorado 90 contenha mais energia, ou seja, mais alto que o sinal lateral 6b. Nesse contexto, a demanda de preservação de energia pode requerer a atenuação do sinal central, isto é, a escolha de fatores de escala menores que um. Caso a fase seja alterada, os fatores de escala apropriados podem ser menores que zero.

[00048] Usando uma configuração de um processador de áudio inventivo, como o descrito na Fig. 3, um descorrelacionamento da parte de alta frequência do sinal lateral leva a uma simulação simples e eficiente de diafonia e ao campo de som difuso de uma sala de audição virtual.

[00049] De acordo com algumas configurações, é ainda possível, dependendo do fator de escala escolhido, reduzir a parte de baixa frequência do sinal central, sendo isto uma simples simulação da diafonia em frequências baixas, onde as ondas sonoras são difratadas ao redor da cabeça do ouvinte. A incorporação de partes do sinal central no processamento fora da cabeça leva a uma extensão espacial das fontes frontais. A mixagem do sinal central descorrelacionado m^+ para o sinal lateral S permite um melhor alargamento de uma imagem estéreo. Além disso, o processamento é extremamente eficiente, apesar de levar a um processamento fora da ca-

beça que soa naturalmente e apresenta alta qualidade perceptual e baixa complexidade. A eficiência pode ser ainda mais aumentada quando o descorrelacionamento da parte do sinal central M e do sinal lateral S são combinados, conforme detalhado nas configurações subsequentes e precedentes.

[00050] Em resumo, uma configuração específica de um processador de sinal pode, em outras palavras, ser descrita como segue:

[00051] Prover um sinal central M e um sinal lateral S. Eles podem ser providos externamente, ou internamente dentro do processador de sinal, onde sinais estéreos originais ou canais estéreos L e R são somados, de maneira a construir o sinal de soma M e um sinal de diferença S.

[00052] Depois, criar uma trajetória de sinal filtrado por filtro de alta frequência S_{Hi} . Adicionar uma cópia escalonada (atenuada ou amplificada) da trajetória do sinal filtrado por filtro de alta frequência S_{Hi} à trajetória principal S. Escalonar e descorrelacionar uma cópia da trajetória de sinal filtrado por filtro de alta frequência S_{Hi} e/ou retardar este sinal antes de adicioná-lo à trajetória principal.

[00053] Depois, processar o sinal de soma M como segue:

[00054] Criar um curso de sinal filtrado por filtro de alta frequência M_{Hi} do sinal central M. Atenuar uma cópia do sinal filtrado por filtro de alta frequência M_{Hi} e adicioná-la à trajetória principal atenuada M. Atenuar e descorrelacionar uma outra cópia de M_{Hi} e/ou retardá-la.

[00055] Depois combinar os sinais adicionando a parte atenuada, descorrelacionada e possivelmente retardada M_{Hi} ao curso

principal do sinal diferente S.

[00056] Por fim, sintetizar ou criar os sinais de saída "L" e "R" computando a soma ou a diferença da trajetória de sinal principal S e da trajetória de sinal principal M.

[00057] Conforme retratado na Fig. 4, o descorrelacionamento das partes de alta frequência M_{Hi} , S_{Hi} pode ser parcialmente processado em uma etapa. Isto ocorre porque as configurações utilizam sinais que são mutuamente descorrelacionados, enquanto podem ser utilizadas diferentes configurações para resultar em sinais descorrelacionados.

[00058] Como mostra a Fig. 4, as partes de sinal descorrelacionadas $m^+ 82$ e $s^+ 84$ da parte de sinal filtrada por filtro de alta frequência M_{Hi} e S_{Hi} podem ser adicionadas através de um nó de soma 46a antes da aplicação de um terceiro descorrelacionador 92, o qual pode ainda ser opcionalmente seguido de um circuito de retardo 94.

[00059] A combinação que forma o sinal lateral melhorado pode então ser feita, após uma combinação dos sinais descorrelacionados, como mostra a Fig. 4. A fim de garantir partes de sinal mutuamente correlacionadas, um dos três descorrelacionadores 74b, 76b ou 92 pode ser omitido em outras configurações da outra invenção.

[00060] Um outro esquema de descorrelacionamento é retratado na Fig. 5, utilizando um descorrelacionador 100 com entradas múltiplas. O uso de um descorrelacionador 100 com entradas múltiplas permite prover os componentes de sinal filtrados por filtro de alta frequência M_{Hi} e S_{Hi} diretamente para a entrada do descorrelacionador 100, o qual executa então a correlação e a combinação

dos sinais gerados, de acordo com, por exemplo, o processamento da Fig. 4. Com esta finalidade, o descorrelacionador 100 pode ser compreendido como sendo uma caixa preta implementando, por exemplo, o processamento de sinal da Fig. 4. O descorrelacionador 100 pode ainda ser seguido de um circuito de retardo 94, se uma funcionalidade de retardo não estiver incluída dentro do descorrelacionador 100.

[00061] Em uma configuração alternativa, um descorrelacionador 92 ou 100 pode prover múltiplas saídas que são descorrelacionadas umas em relação às outras, isto é, múltiplas saídas mutuamente descorrelacionadas. Nesse cenário, os sinais de saída podem, de acordo com outras configurações, ser diretamente alimentados aos canais esquerdo e direito, ou à representação do sinal central ou do sinal lateral melhorado.

[00062] De acordo com outras configurações, o descorrelacionamento é executado no domínio espectral, de maneira que o processamento fora da cabeça, isto é, a aplicação dos processadores de áudio inventivos, possa ser eficientemente incluído na decodificação dos sinais de áudio comprimidos, como por exemplo, MP3 ou AAC.

[00063] Isto pode ser altamente benéfico, quando uma representação central-lateral de um sinal de canal estéreo é gerada dentro do processo de decodificação e/ou quando a decodificação é executada no domínio espectral ou na representação espectral dos sinais. Um cenário típico de aplicação seria a implementação de configurações de processadores de sinal em dispositivos de reprodução musical portáteis, como por exemplo, telefones móveis ou dispositivos de reprodução de multimídia especiais.

[00064] Um exemplo dessa implementação é mostrado na Fig. 6. Como mostra a Fig. 6, música e dados são armazenados ou providos em uma representação codificada 110 a um decodificador 112, que decodifica ou descomprime música e dados 110, provendo um sinal de entrada, o qual pode, dependendo da implementação específica, ser um sinal estéreo composto de um canal esquerdo e um canal direito ou uma representação central-lateral com um canal central e um canal lateral. Além disso, estas representações podem ser providas em um domínio de tempo, bem como em um domínio espectral. No processamento de sinal ou na reconstrução dos dados de áudio mostrada na Fig. 6, um controle de usuário permite acesso a alguns parâmetros do sistema, conforme descrito abaixo.

[00065] O sinal de entrada 114 é alimentado ao circuito de derivação, o qual, dependendo do que o usuário inseriu do controle de usuário 116, deriva uma configuração de um processador de sinal inventivo 2, ou alimenta ou encaminha o sinal 140 ao processador de sinal 2. O processador de sinal 2 provê a possibilidade de melhorar a qualidade perceptual do sinal estéreo, independente de sua parametrização, isto é, independentemente da operação no domínio de tempo ou de frequência. Quando o sinal é inserido ao longo de um curso de derivação 120, o sinal não processado pode ser inserido em um equalizador opcional 122, usado para modificar o sinal que depende de parâmetros de usuário providos pelo controle de usuário 116, de maneira a prover o sinal de fone de ouvido 124 na saída do dispositivo. Se, no entanto, a derivação dirige o sinal a ser inserido para o processador de sinal 2, pode ser executado processamento fora da cabeça para derivar um sinal estéreo perceptualmente melhor.

[00066] De acordo com a configuração da Fig. 6, os parâmetros operacionais, como fatores de escala ou as frequências limite de filtros de alta frequência do processador de sinal 2 podem ser influenciados ou controlados por um controle de usuário 116, provendo o controle ou valores de direcionamento a um circuito de processamento de valor de controle 126, que pode ser implementado para comprovação cruzada da entrada do usuário, e, além disso, para modificar os parâmetros de entrada do usuário, como por exemplo, prover preservação de energia do processamento.

[00067] Depois de ter sido processado pelo processador de sinal 2, um pós-processamento opcional pode ser executado por um pós-processador 128, que é opcionalmente direcionável por uma entrada de usuário provida através do controle do usuário 116. Esse pós-processamento, por exemplo, inclui a equalização ou processamento da dinâmica, como por exemplo, compressão de faixa dinâmica ou similar.

[00068] Resumindo, a implementação de processadores de sinal em dispositivos portáteis, nos quais geralmente é armazenado conteúdo musical de maneira comprimida, apresenta grandes vantagens. Depois da decodificação do conteúdo de áudio comprimido, configurações dos processadores de sinal inventivos podem ser usadas, para os dados de PCM ou para uma representação de frequência deles. Alternativamente, o método pode ser integrado à decodificação dos sinais de áudio comprimidos diretamente, no domínio espectral ou no de tempo. Opcionalmente, uma possibilidade de controlar o método ou o processador de sinal pode ser implementada, como por exemplo, ligar e desligar o processamento pelo processador de sinal. Além disso, os parâmetros como os fatores de escala usados

pelos processadores de sinal, podem ser ajustáveis pelo usuário. Com esta finalidade, um conjunto de valores de controle adequado pode ser provido, os quais são convertidos nos parâmetros apropriados por uma etapa de processamento, isto é, por um processador de valor de controle 126.

[00069] Além disso, um pós-processamento opcional, como por exemplo a equalização ou processamento de dinâmica, pode ser aplicado ao sinal melhorado. Se o dispositivo em si prover um algoritmo de equalização controlado, este algoritmo pode adicionalmente ser aplicado à saída do processador de sinal e/ou à saída do pós-processamento opcional.

[00070] A saída da cadeia de processo completa, isto é, a saída de uma configuração de um processador de sinal, ou do pós-processamento e/ou da equalização controlada pelo usuário, é provida ao plugue do fone de ouvido do dispositivo de reprodução de música.

[00071] A Fig. 7 mostra uma configuração de um método para gerar um sinal estéreo 4 com qualidade perceptual melhorada, usando-se um sinal central 6a e um sinal lateral 6b. Em uma etapa de descorrelacionamento 150, uma representação descorrelacionada de pelo menos uma parte do sinal central 152 e/ou uma representação descorrelacionada de pelo menos uma parte do sinal lateral 154 é criada.

[00072] Em uma etapa de melhora 160, um sinal lateral melhorado 162 (S') é criado, combinando-se uma representação (S_R) do sinal lateral 164 com a representação descorrelacionada da parte do sinal lateral 152, com a representação descorrelacionada da parte do sinal central 152 e a representação descorrelacionada da

parte do sinal central 154, ou com a parte do sinal central 168 e a representação descorrelacionada da parte do sinal lateral 154.

[00073] Em uma etapa de mixagem 169, o sinal estéreo 4 com qualidade perceptual melhorada é gerado, usando-se o sinal lateral melhorado 162 e uma representação do sinal central M_R .

[00074] Em uma etapa de geração de representação opcional 148, uma representação dos sinais central e/ou lateral M_R e S_R , bem como as partes de sinal m e s do sinal central 6a e do sinal lateral 6b podem ser geradas. Alternativamente, a geração dessas partes de sinal pode ser diretamente implementada dentro das etapas de processamento restantes que operam nos sinais não pré-processados. Isto é, a etapa da geração de representação pode ser implementada dentro de outras etapas do método para gerar um sinal estéreo.

[00075] Dependendo de determinados requisitos de implementação dos métodos inventivos, os métodos inventivos podem ser implementados em hardware ou em software. A implementação pode ser executada usando-se um meio de armazenamento digital, em particular um disco, DVD ou CD com sinais de controle legíveis eletronicamente armazenados, que cooperam com um sistema de computador programável, de maneira que os métodos inventivos sejam executados. De modo geral, a presente invenção é, portanto, um produto programa de computador com um código de programa armazenado em um suporte legível de máquina, sendo o código de programa operativo para executar os métodos inventivos quando o produto programa de computador for executado em um computador. Em outras palavras, os métodos inventivos são, portanto, um programa de computador com um código de programa para executar pelo menos um dos métodos inven-

tivos quando o programa de computador for executado em um computador.

[00076] Apesar do precedente ter sido particularmente demonstrado e descrito com referência a configurações particulares, ficará entendido pelos técnicos no assunto que várias outras alterações na forma e detalhes podem ser feitas, sem sair do espírito e escopo da invenção. Deve ser entendido que várias alterações podem ser feitas na adaptação a diferentes configurações sem sair dos conceitos mais amplos revelados no presente documento e abrangidos nas reivindicações a seguir.

REIVINDICAÇÕES

1. Processador de áudio (2) para gerar um sinal estéreo (4; 50) com qualidade perceptual usando um sinal central (6a) e um sinal lateral (6b), sendo que o sinal central (6a) representa uma soma dos canais esquerdo e direito originais (40) e o sinal lateral (6b) representa uma diferença dos canais esquerdo e direito originais, **caracterizado** pelo fato de que inclui: um descorrelacionador (8) adaptado para gerar uma representação descorrelacionada de pelo menos uma parte do sinal central (82) e/ou uma representação descorrelacionada de pelo menos uma parte do sinal lateral (84); um combinador de sinal (10; 46) adaptado para gerar um sinal lateral melhorado (14; 90) combinando uma representação (70) do sinal lateral com a representação descorrelacionada do sinal lateral (84) e a representação descorrelacionada da parte do sinal central (82) ou com a parte do sinal central e a representação descorrelacionada da parte do sinal lateral (84); e um mixer central-lateral (12; 48) adaptado para gerar o sinal estéreo com qualidade perceptual usando uma representação do sinal central e o sinal lateral melhorado.

2. Processador de áudio (2), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que é composto ainda de um gerador de representação (42) para gerar a representação do sinal lateral (70) usando o sinal lateral (6b) e uma parte de sinal filtrada por filtro de alta frequência do sinal lateral.

3. Processador de áudio (2) para gerar um sinal estéreo (4; 50) com qualidade perceptual, usando um sinal central (6a) e um sinal lateral (6b), com o sinal central (6a) representando uma soma de canais esquerdo e direito originais (40) e o si-

nal lateral (6b) representando uma diferença dos canais esquerdo e direito originais (40), **caracterizado** pelo fato de que inclui: um descorrelacionador (8) adaptado para gerar uma representação descorrelacionada de pelo menos uma parte do sinal central (82) e/ou uma representação descorrelacionada de pelo menos uma parte do sinal lateral (84); um gerador de representação (42) para gerar uma representação do sinal lateral (70) usando o sinal lateral (6b) e uma parte de sinal filtrada por filtro de alta frequência do sinal lateral; um combinador de sinal (10; 46) adaptado para gerar um sinal lateral melhorado (14; 90) combinando a representação (70) do sinal lateral com a representação descorrelacionada da parte do sinal central; e um mixer central-lateral (12; 48) adaptado para gerar o sinal estéreo com qualidade perceptual, usando uma representação do sinal central e o sinal lateral melhorado.

4. Processador de áudio (2), de acordo com as reivindicações de 1 a 3, **caracterizado** pelo fato de que o combinador de sinal (10; 46) é adaptado para construir uma soma ponderada dos sinais a serem combinados.

5. Processador de áudio (2), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que o descorrelacionador (8) é adaptado para gerar uma representação descorrelacionada de uma parte de alta frequência do sinal central e/ou do sinal lateral.

6. Processador de áudio (2), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que o descorrelacionador (8) é adaptado para descorrelacionar a parte do sinal central e/ou o sinal lateral para gerar um sinal descorrelacionado.

7. Processador de áudio (2), de acordo com a rei-

vindicação 6, **caracterizado** pelo fato de que o descorrelacionador (8) é ainda adaptado para aplicar um retardo pré-determinado aos sinais descorrelacionados.

8. Processador de áudio (2), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que o combinador de sinal (10; 46) é adaptado para usar o sinal central e o sinal lateral como as representações de sinal a serem combinadas.

9. Processador de áudio (2), de acordo com as reivindicações 2 ou 3, **caracterizado** pelo fato de que o gerador de representação (42) inclui ainda um filtro de alta frequência (52) adaptado para gerar a parte de sinal filtrada por filtro de alta frequência.

10. Processador de áudio (2), de acordo com a reivindicação 9, **caracterizado** pelo fato de que o descorrelacionador (8) é adaptado para gerar a representação descorrelacionada do sinal lateral usando a parte de sinal filtrada por filtro de alta frequência do sinal lateral.

11. Processador de áudio (2), de acordo com a reivindicação 2 ou 3, **caracterizado** pelo fato de que o gerador de representação (42) inclui ainda um primeiro (54a) e um segundo (54b) escalonador de sinal para adaptar uma intensidade do sinal lateral e da parte do sinal filtrada por filtro de alta frequência antes da combinação.

12. Processador de áudio (2), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** por incluir ainda um segundo gerador de representação (44) para gerar a representação do sinal central usando o sinal central (6a) e uma parte de sinal filtrada por filtro de alta frequência do sinal central.

13. Processador de áudio (2), de acordo com a reivindicação 12, **caracterizado** pelo fato de que o segundo gerador de representação (44) inclui ainda um segundo filtro de alta frequência (62) adaptado para gerar a parte de sinal filtrada por filtro de alta frequência do sinal central.

14. Processador de áudio (2), de acordo com a reivindicação 13, **caracterizado** pelo fato de que o descorrelacionador (8) é adaptado para gerar a representação descorrelacionada do sinal central (82) usando a parte de sinal filtrada por filtro de alta frequência do sinal central.

15. Processador de áudio (2), de acordo com a reivindicação 12, **caracterizado** pelo fato de que o segundo gerador de representação (44) inclui ainda um terceiro (64a) e um quarto (64b) escalonador de sinal para adaptar a intensidade do sinal central e da parte de sinal filtrada por filtro de alta frequência do sinal central antes da combinação.

16. Processador de áudio (2), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que é adaptado para usar uma representação de frequência do sinal central e do sinal lateral.

17. Processador de áudio (2), de acordo com a reivindicação 1 ou 3, **caracterizado** pelo fato de que o mixer central-lateral (12; 48) é adaptado para gerar um canal esquerdo do sinal estéreo (4; 50) com qualidade perceptual, formando uma soma ponderada da representação do sinal central e do sinal lateral melhorado (14; 90) e para gerar o canal direito do sinal estéreo (4; 50) com qualidade perceptual, formando uma diferença ponderada entre a representação do sinal central e o sinal lateral melhorado.

18. Método para gerar um sinal estéreo com qualidade perceptual (4), usando um sinal central (6a) e um sinal lateral (6b), sendo que o sinal central representa uma soma dos canais esquerdo e direito originais e o sinal lateral representa uma diferença dos canais esquerdo e direito originais, **caracterizado** pelo fato de que inclui: a geração de uma representação descorrelacionada (150) de pelo menos uma parte do sinal central e/ou uma representação descorrelacionada de pelo menos uma parte do sinal lateral; a geração de um sinal lateral melhorado (160), combinando uma representação do sinal lateral com a representação descorrelacionada do sinal lateral e a representação descorrelacionada da parte do sinal central ou com a parte do sinal central e a representação descorrelacionada da parte do sinal lateral; e a mixagem (169) da representação do sinal central e do sinal lateral melhorado, gerando o sinal estéreo com qualidade perceptual (180).

19. Método para gerar um sinal estéreo com qualidade perceptual (4), usando um sinal central (6a) e um sinal lateral (6b), com o sinal central representando uma soma dos canais esquerdo e direito originais e o sinal lateral representando uma diferença dos canais esquerdo e direito originais, **caracterizado** pelo fato de que inclui: a geração de uma representação descorrelacionada (150) de pelo menos uma parte do sinal central e/ou uma representação descorrelacionada de pelo menos uma parte do sinal lateral; a geração de uma representação do sinal lateral (148) usando o sinal lateral e uma parte de sinal filtrada por filtro de alta frequência do sinal lateral; a geração de um sinal lateral melhorado (160) combinando uma representação do sinal lateral com a representação descorrelacionada da parte do sinal central; e a

mixagem (169) da representação do sinal central e do sinal lateral melhorado para gerar o sinal estéreo com qualidade perceptual.

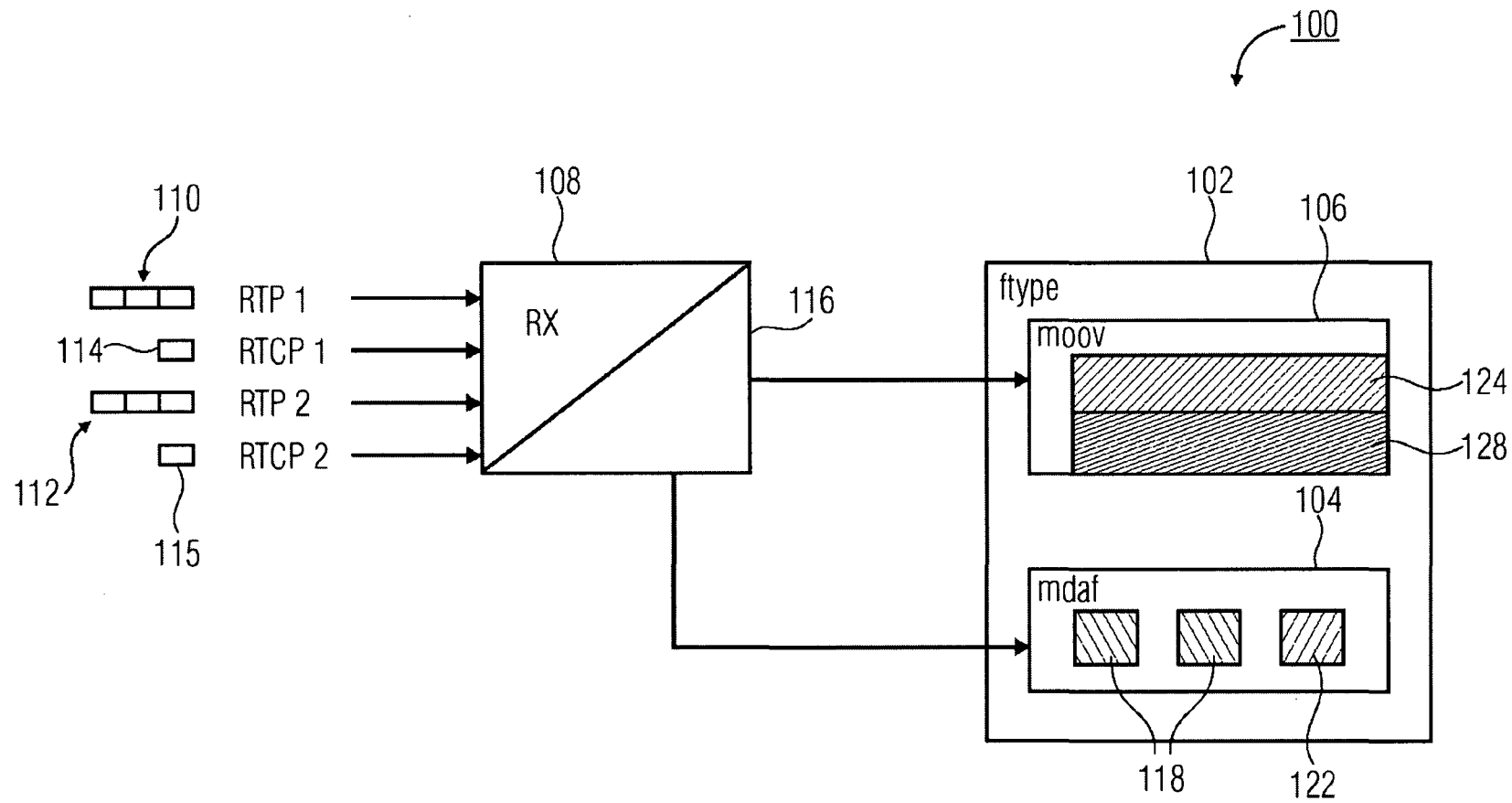


FIG 1

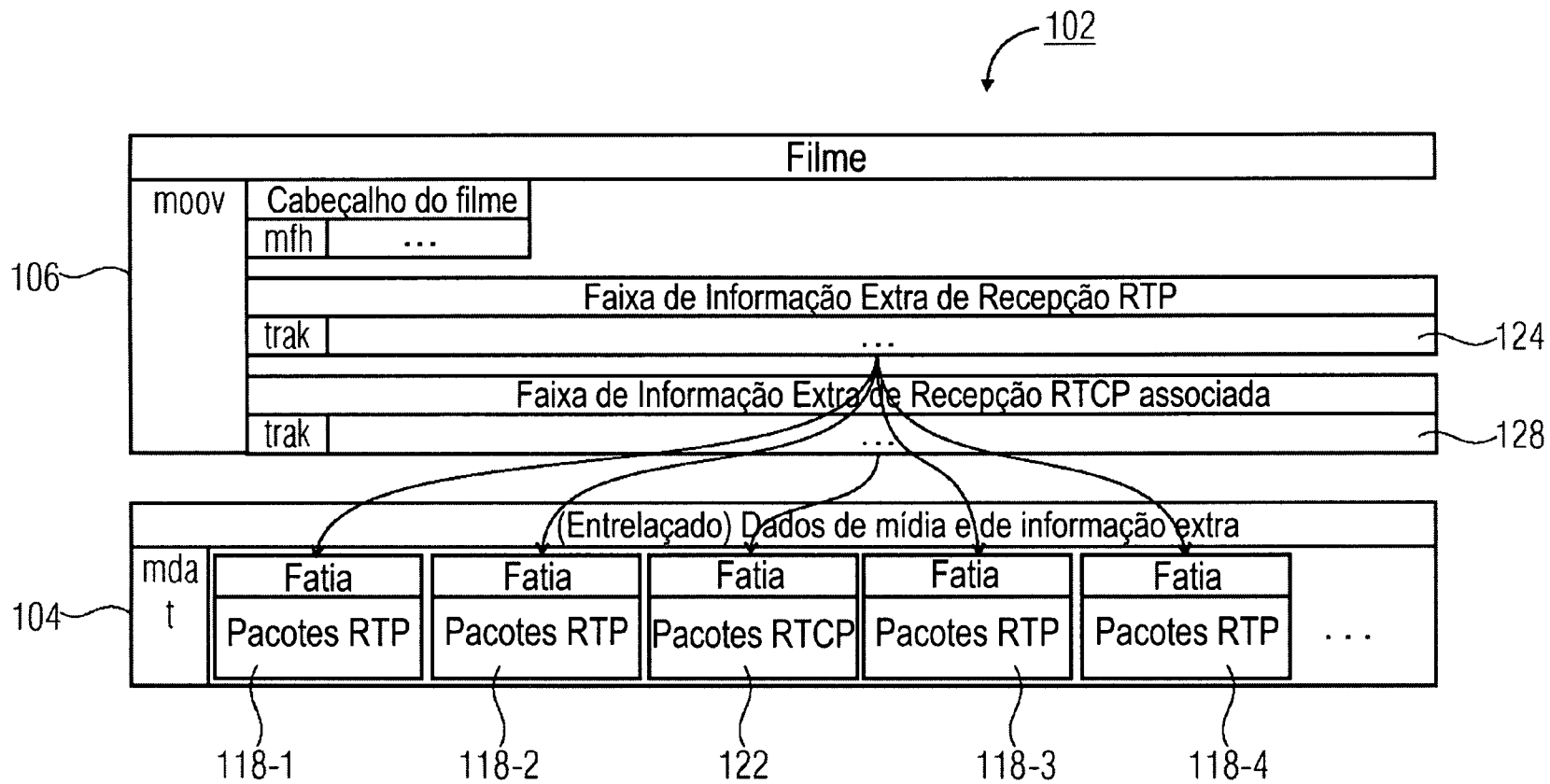


FIG 2

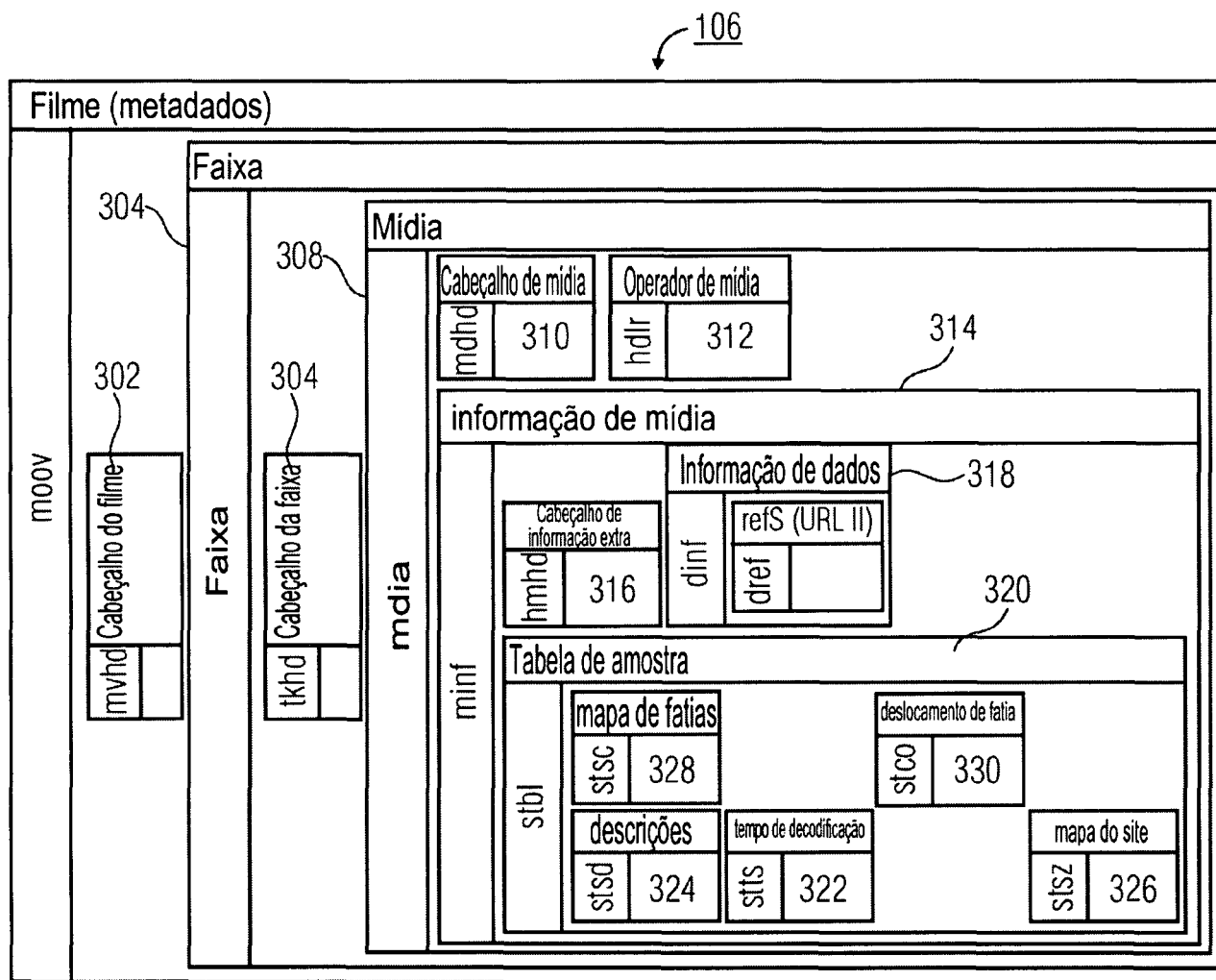


FIG 3

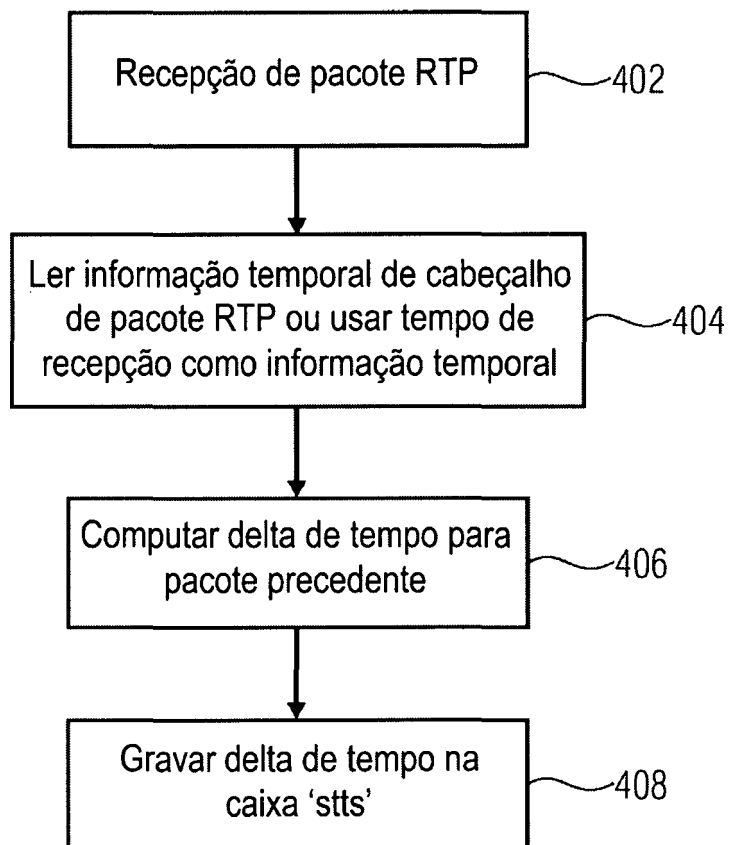


FIG 4

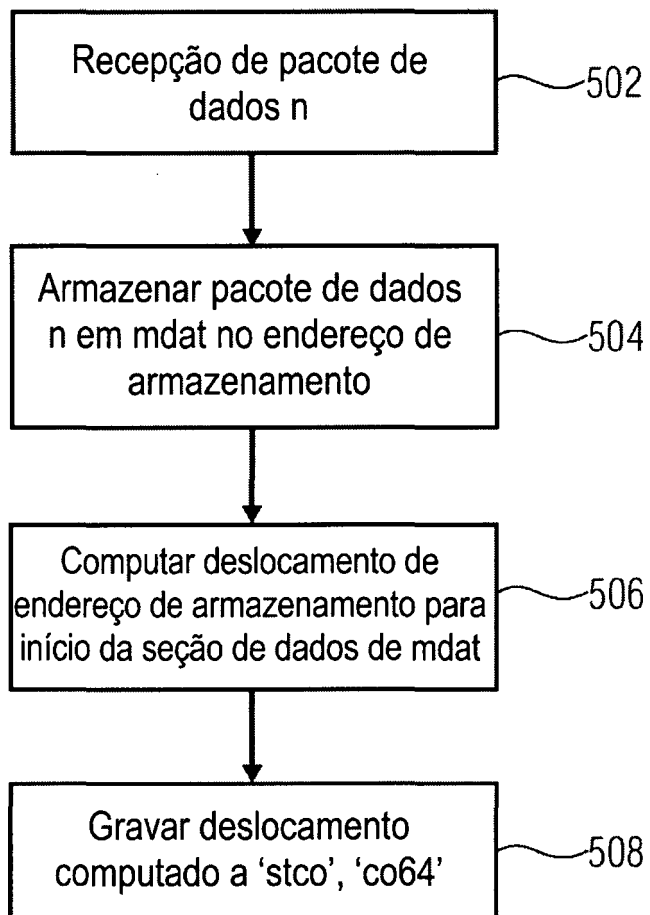


FIG 5

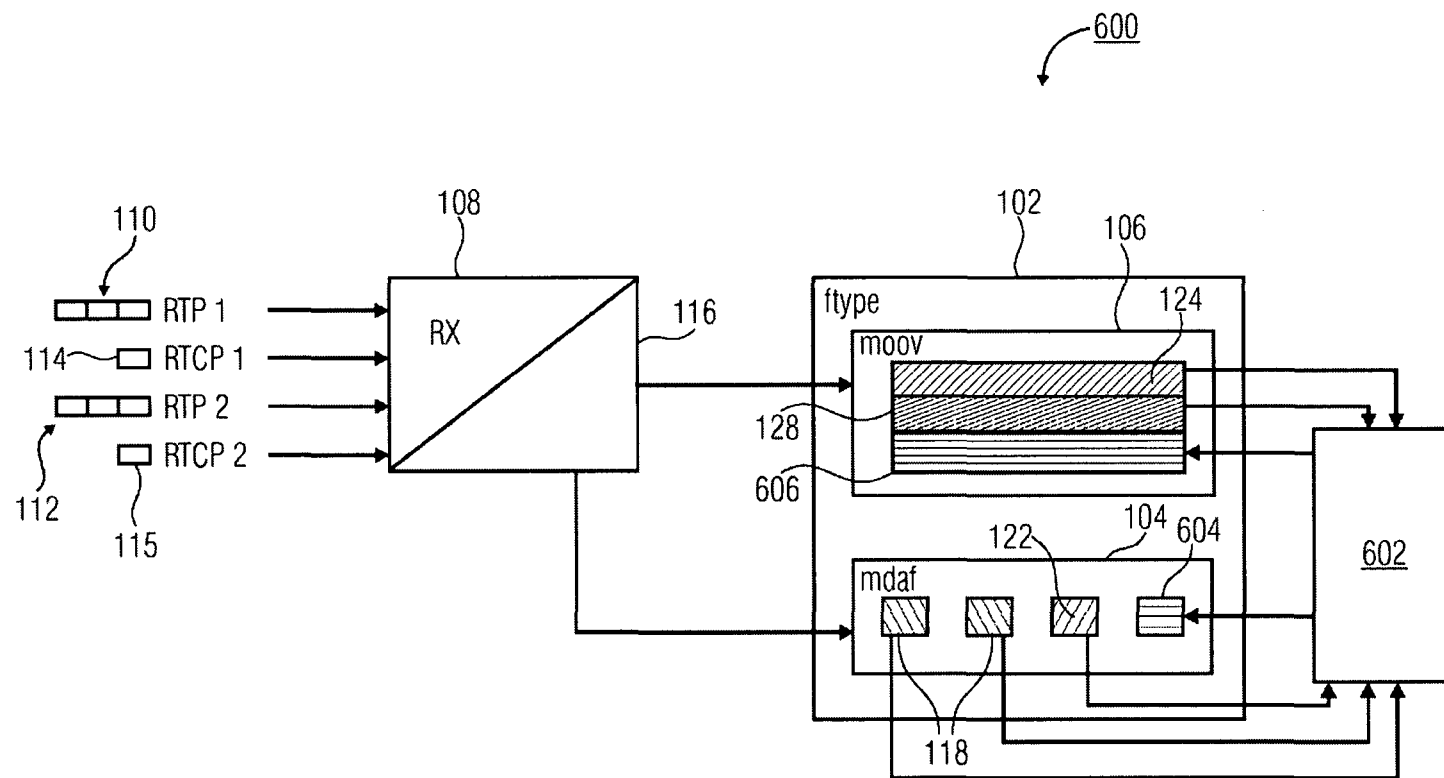


FIG 6

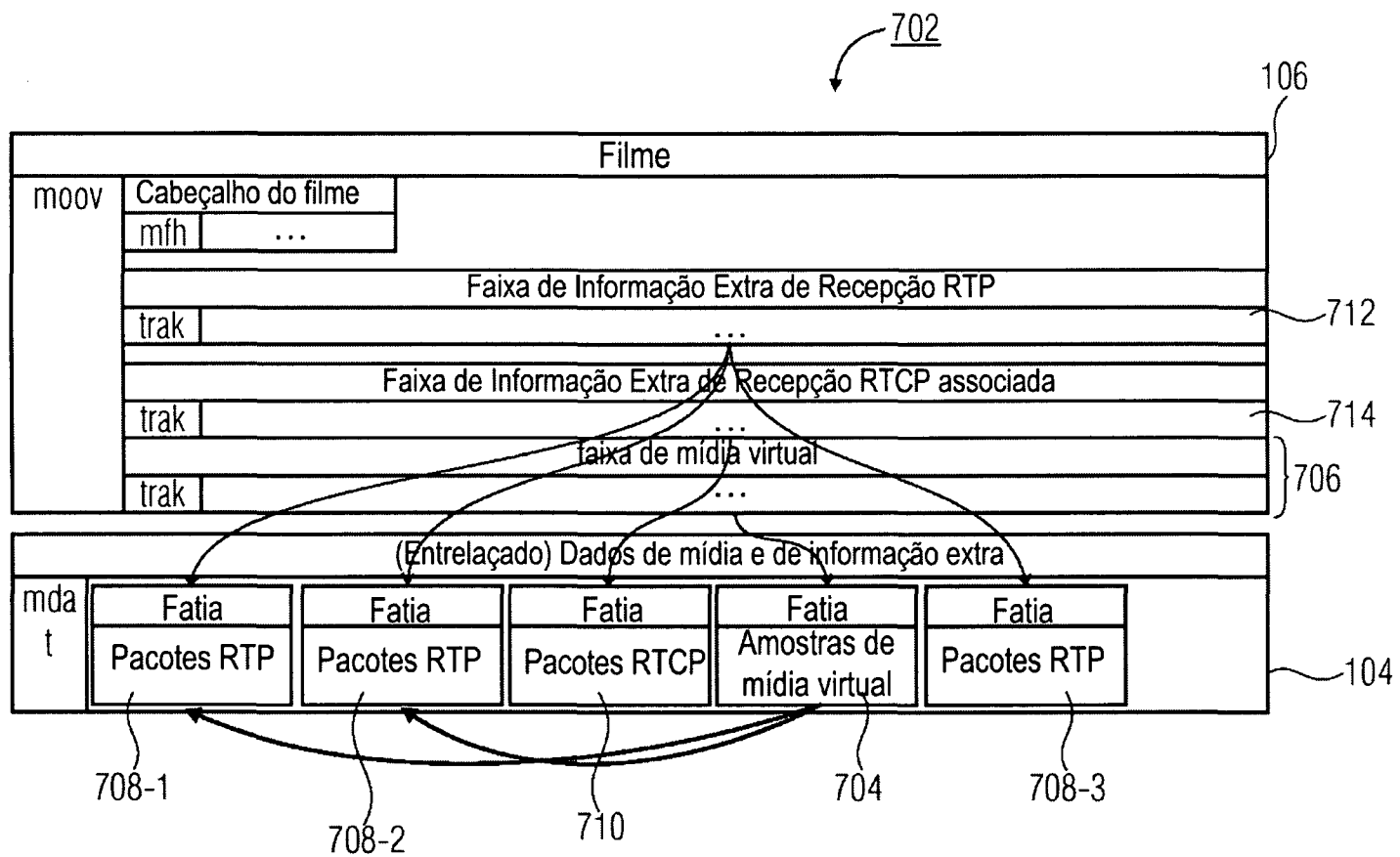


FIG 7

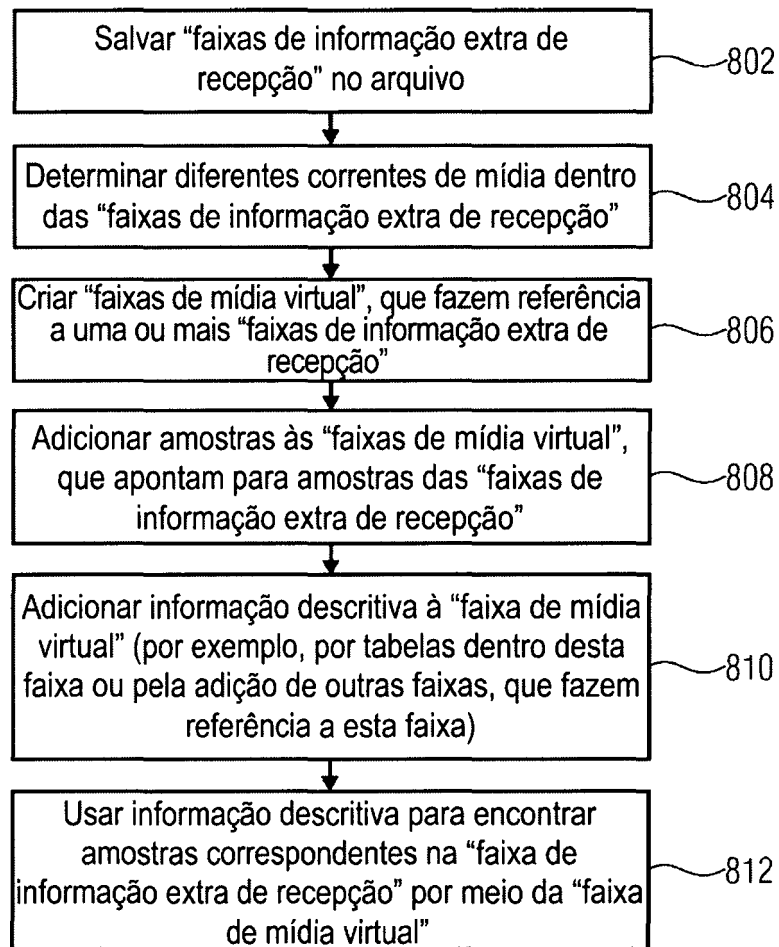


FIG 8

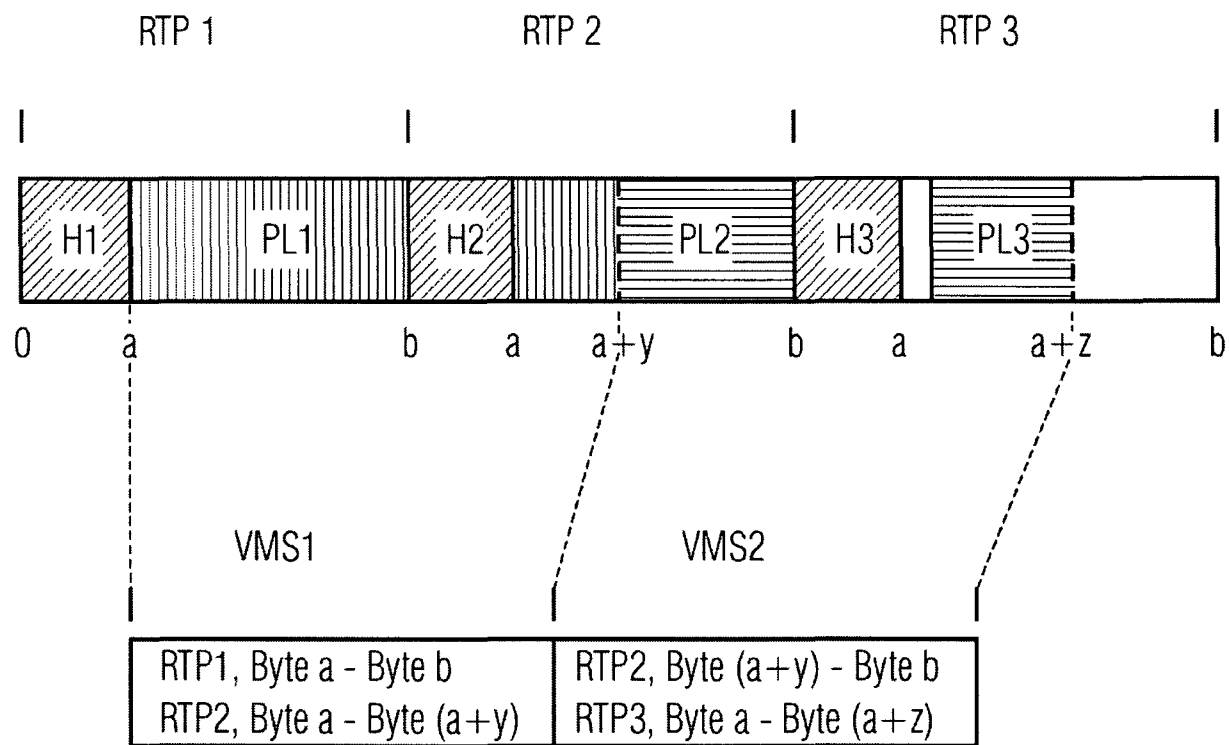


FIG 9

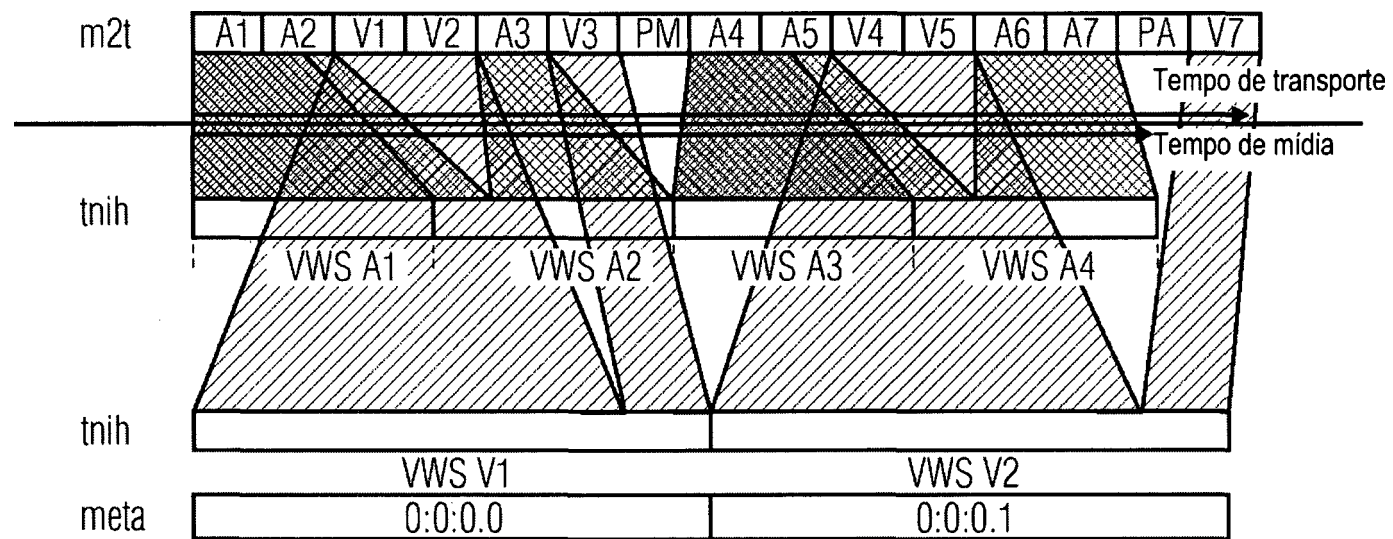


FIG 10

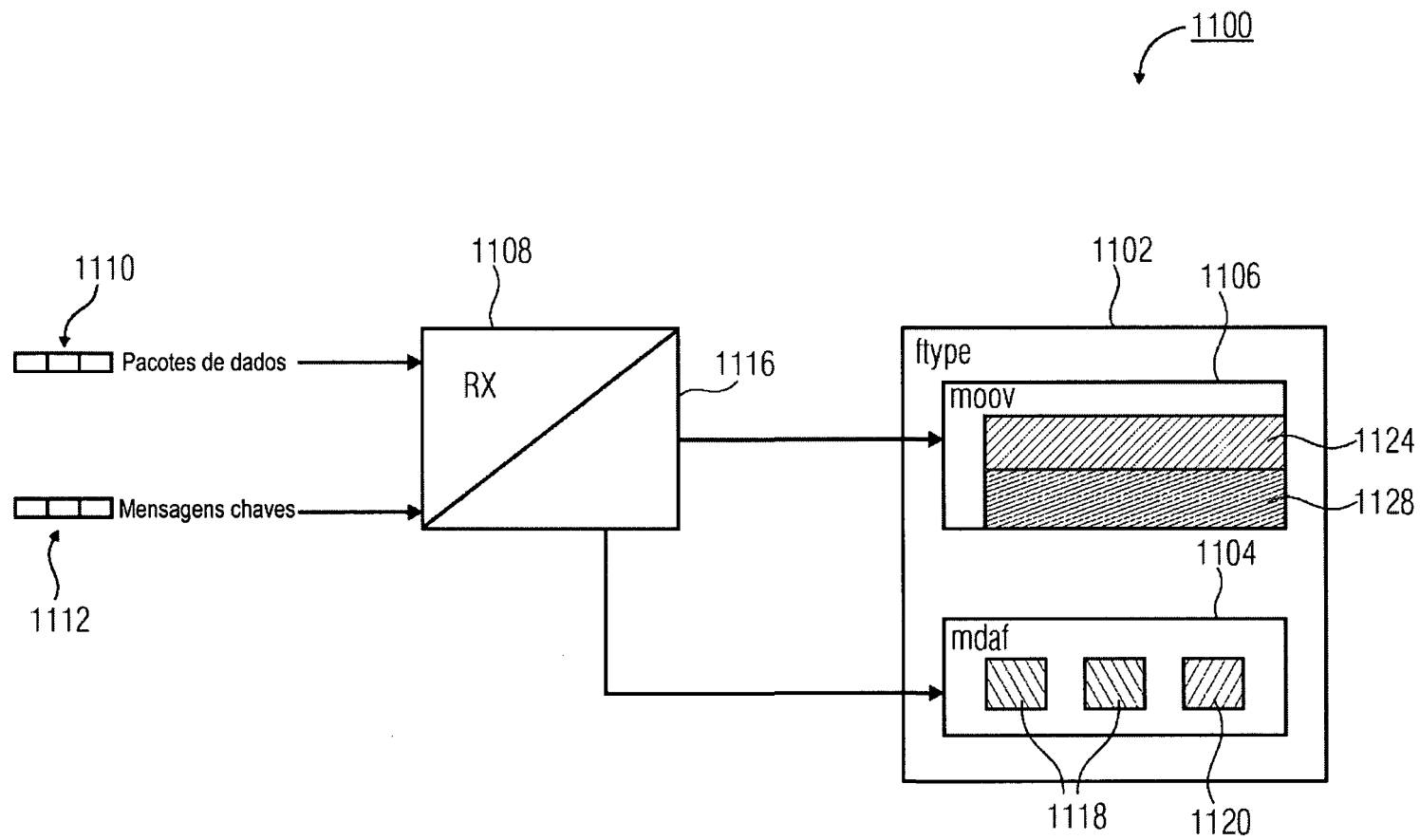


FIG 11

11/12

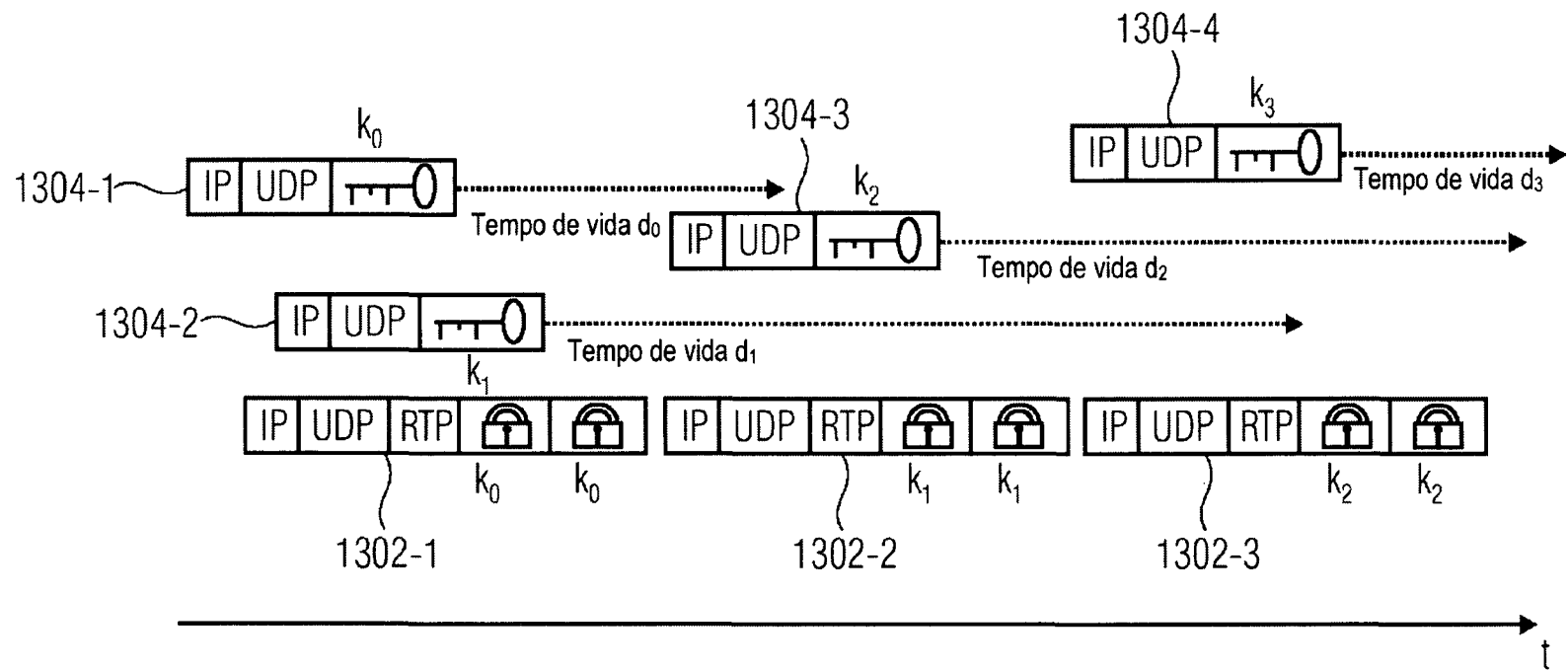


FIG 12