



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

(21) PI 0910522-0 A2



(22) Data do Depósito: 26/06/2009

(43) Data da Publicação Nacional: 20/10/2020

(54) **Título:** PREENCHEDOR DE RUÍDOS, CALCULADOR DO PARÂMETRO DE PREENCHIMENTO DE RUÍDO, MÉTODO PARA PROVER UM PARÂMETRO DE PREENCHIMENTO DE RUÍDO, MÉTODO PARA PROVER UMA REPRESENTAÇÃO ESPECTRAL COM PREENCHIMENTO DE RUÍDO DE UM SINAL DE ÁUDIO, CORRESPONDENTE PROGRAMA DE COMPUTADOR E SINAL CODIFICADO DE ÁUDIO

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

(30) **Prioridade Unionista:** 08/10/2008 US 61/103,820; 11/07/2008 US 61/079,872.

(71) **Depositante(es):** FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V..

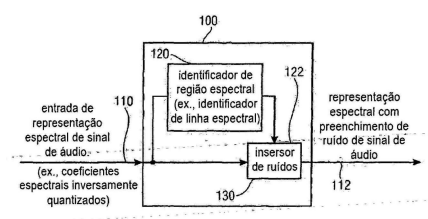
(72) **Inventor(es):** RETTELBACH, NIKOLAUS; GRILL, BERNHARD.; FUCHS, GUILLAUME.; GEYERSBERGER, STEFAN.; MULTRUS, MARKUS.; POPP, HARALD.; HERRE, JÜRGEN.; WABNIK, STEFAN.; SCHULLER, GERALD.; HIRSCHFELD, JENS..

(86) **Pedido PCT:** PCT EP2009004653 de 26/06/2009

(87) **Publicação PCT:** WO 2010/003565 de 14/01/2010

(85) **Data da Fase Nacional:** 06/01/2011

(57) **Resumo:** PREENCHEDOR DE RUÍDOS, CALCULADORA DO PARÂMETRO DE PREENCHIMENTO DE RUÍDO, MÉTODO PARA PROVER UM PARÂMETRO DE PREENCHIMENTO DE RUÍDO, MÉTODO PARA PROVER UMA REPRESENTAÇÃO ESPECTRAL COM PREENCHIMENTO DE RUÍDO DE UM SINAL DE ÁUDIO, CORRESPONDENTE PROGRAMA DE COMPUTADOR E SINAL CODIFICADO DE ÁUDIO. Preenchedor de ruídos para prover uma representação espectral com preenchimento de ruído de um sinal de áudio com base em uma representação espectral de entrada do sinal de áudio, com um calculador do parâmetro de preenchimento de ruído para prover um parâmetro de preenchimento de ruído com base em uma representação espectral quantizada de um sinal de áudio, com uma representação do sinal de áudio codificado representando um sinal de áudio, com um método para prover uma representação espectral com preenchimento de ruído de um sinal de áudio, com um método para prover um parâmetro de preenchimento de ruído com base em uma representação espectral quantizada de um sinal de áudio, e com programas de computadores para a implementação dos referidos métodos .



"PREENCHEDOR DE RUÍDOS, CALCULADOR DO PARÂMETRO DE
PREENCHIMENTO DE RUÍDO, MÉTODO PARA PROVER UM PARÂMETRO DE
PREENCHIMENTO DE RUÍDO, MÉTODO PARA PROVER UMA REPRESENTAÇÃO
ESPECTRAL COM PREENCHIMENTO DE RUÍDO DE UM SINAL DE ÁUDIO,
5 CORRESPONDENTE PROGRAMA DE COMPUTADOR E SINAL CODIFICADO DE ÁUDIO"

HISTÓRICO DA INVENÇÃO

As configurações se relacionam de acordo com a
invenção com um preenchedor de ruídos para prover uma
representação espectral com preenchimento de ruído de um sinal de
10 áudio com base em uma representação espectral de entrada do sinal
de áudio, com um calculador do parâmetro de preenchimento de ruído
para prover um parâmetro de preenchimento de ruído com base em uma
representação espectral quantizada de um sinal de áudio, com uma
representação do sinal de áudio codificado representando um sinal
15 de áudio, com um método para prover uma representação espectral
com preenchimento de ruído de um sinal de áudio, com um método
para prover um parâmetro de preenchimento de ruído com base em uma
representação espectral quantizada de um sinal de áudio, e com
programas de computadores para a implementação dos referidos
20 métodos.

A seguir, serão descritos alguns cenários em que
podem ser aplicadas com vantagens as configurações de acordo com a
invenção. Muitos codificadores de sinal de áudio no domínio da
frequência se baseiam na ideia que algumas regiões de frequência
25 ou regiões espectrais (ex., linhas de frequência ou linhas
espectrais providas por uma conversão do domínio do tempo para o
domínio da frequência), são mais importantes que outras regiões
espectrais. Assim, regiões espectrais de alta relevância

psicoacústica são tipicamente codificadas com maior precisão que regiões espectrais de baixa relevância psicoacústica. A relevância psicoacústica das diferentes regiões espectrais pode, por exemplo, ser calculada usando um modelo psicoacústico que leva em conta o mascaramento de regiões espectrais mais fracas por meio de fortes picos espectrais adjacentes.

Caso for desejado reduzir a taxa de bits de um sinal codificado de áudio para um baixo nível, algumas regiões espectrais são quantizadas com muito baixa precisão (ex., com precisão de somente um bit, ou precisão de dois bits). Assim, muitas das regiões espectrais quantizadas com baixa precisão são quantizadas para zero. Assim, em baixas taxas de bits, codificadores de áudio baseados em transformadas estão propensos a diferentes problemas e especialmente a problemas que se originam das linhas de frequência quantizadas em zero. Realmente, a quantização grosseira de valores espectrais em codificação de áudio com baixa taxa de bits pode conduzir a espectros muito esparsos após a quantização inversa, já que muitas linhas espectrais podem ter sido quantizadas para zero. Esses buracos de frequência no sinal reconstruído produzem indesejáveis problemas sonoros. Podem tornar o som reproduzido muito agudo ou instável (*birdies*) quando os buracos de frequência nos espectros se movem de quadro a quadro.

O preenchimento de ruído é um meio para mascarar esses problemas por meio do preenchimento, no lado do decodificador, com coeficientes ou bandas quantizadas em zero ou bandas com um ruído randômico. A energia do ruído inserido é um parâmetro computado e transmitido pelo codificador.

São conhecidos diferentes conceitos de preenchimento de ruído. Por exemplo, o denominado AMR-WR+ combina o preenchimento de ruído e uma Transformada Discreta de Fourier (DFT), como descrita, por exemplo, na referência [1]. Além disso, o Padrão Internacional ITU-T G.729.1 define um conceito que combina o preenchimento de ruído com a transformada discreta de cosseno modificada (MDCT). Os detalhes são descritos na referência [2].

Outros aspectos referentes ao preenchimento de ruído são descritos no Pedido Internacional de Patente PCT/IB2002/001388 por Koninklijke Philips Electronics N.V. (ver referência [3]).

Não obstante, os conceitos de preenchimento convencional de ruído resultam em distorções audíveis.

Com vista nesta discussão, existe o desejo de criar um conceito de preenchimento de ruído que proporcione uma melhor impressão auditiva.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

Uma configuração de acordo com a invenção cria um preenchedor de ruídos para prover uma representação espectral com preenchimento de ruído de um sinal de áudio com base em uma representação espectral de entrada do sinal de áudio. O preenchedor de ruídos compreende um identificador de região espectral configurado para identificar regiões espectrais (ex., linhas espectrais, ou bins espectrais) da representação espectral de entrada espaçada das regiões espectrais diferentes de zero (ex., linhas espectrais ou bins espectrais) da representação espectral de entrada por pelo menos uma região espectral

intermediária, para obter regiões espectrais identificadas. O preenchedor de ruídos também compreende um insersor de ruído configurado para seletivamente introduzir ruído nas regiões espectrais identificadas (ex., linhas espectrais ou bins
5 espectrais) para obter a representação espectral com preenchimento de ruído do sinal de áudio.

Esta configuração da presente invenção se baseia no achado que componentes tonais da representação espectral de um sinal de áudio são tipicamente degradadas, em termos da impressão
10 auditiva, caso um preenchimento de ruído seja aplicado na vizinhança imediata dessas componentes tonais. Assim, foi determinado que uma melhor impressão auditiva de um sinal de áudio com preenchimento de ruídos pode ser obtida se o preenchimento de ruído for somente aplicado às regiões espectrais
15 que forem espaçadas dessas regiões espectrais tonais diferentes de zero. Assim, as componentes tonais do espectro do sinal de áudio (que não são quantizadas em zero na entrada da representação espectral quantizada no preenchedor de ruídos) permanecem audíveis (isto é, não se tornam contaminadas pelo
20 ruído adjacente próximo), enquanto a presença de grandes buracos espectrais é ainda evitada de maneira eficiente.

Em uma configuração preferida, o identificador de região espectral é configurado para identificar linhas espectrais da representação espectral de entrada, que são
25 quantizadas em zero e que compreendem pelo menos um primeiro número predeterminado de linhas espectrais vizinhas de menor frequência quantizadas em zero e pelo menos um segundo número predeterminado de linhas espectrais de maior frequência

quantizadas em zero, como regiões espectrais identificadas, onde o primeiro número predeterminado é maior ou igual a um e onde o segundo número predeterminado é maior ou igual a um. Nesta configuração, o insersor de ruído é configurado para seletivamente introduzir ruído nas linhas espectrais identificadas, enquanto deixa as linhas espectrais quantizadas em um valor diferente de zero e linhas espectrais quantizadas em zero, mas não tendo o primeiro número predeterminado de linhas espectrais vizinhas de menor frequência quantizadas em zero, ou o segundo número predeterminado de linhas espectrais vizinhas de maior frequência quantizadas em zero não afetadas pelo preenchimento de ruído. Assim, o preenchimento de ruído é seletivo, já que o ruído é somente introduzido nas linhas espectrais que são quantizadas em zero e que são espaçadas das linhas quantizadas em um valor diferente de zero, ambas em uma direção espectral para cima e uma direção espectral para baixo, por exemplo, pelo primeiro número predeterminado de linhas espectrais vizinhas de menor frequência quantizadas em zero e pelo segundo número predeterminado de linhas espectrais vizinhas de maior frequência quantizadas em zero.

Em uma configuração preferida, o primeiro número predeterminado é igual ao segundo número predeterminado, de maneira que um espaçamento mínimo na direção da frequência superior das linhas quantizadas para um valor diferente de zero seja igual a um espaçamento mínimo na direção da frequência inferior das linhas quantizadas para um valor diferente de zero.

Em uma configuração preferida, o preenchedor de ruídos é configurado para introduzir somente ruído nas regiões

espectrais em uma porção superior da representação espectral do sinal de áudio, deixando não afetada uma porção inferior da representação espectral do sinal de áudio pelo preenchimento de ruído. Esse conceito é útil, já que normalmente maiores frequências são menos perceptualmente importantes que as baixas frequências. Os valores quantizados em zero também ocorrem principalmente na segunda metade dos espectros (isto é, para altas frequências). Também a adição de ruído nas altas frequências tem menos possibilidade de obter uma restituição final sonora ruidosa.

Em uma configuração preferida, o identificador de região espectral é configurado para somar valores quantizados de intensidade (ex., valores de energia ou valores de amplitude) de regiões espectrais em uma vizinhança espectral predeterminada bilateral de uma dada região espectral (isto é, uma vizinhança espectral que se estende tanto na direção das frequências mais baixas como das mais altas), para obter um valor somado, e avaliar o valor somado para decidir se a dada região espectral é uma região espectral identificada ou não. Foi determinado que o valor somado das energias de um espectro quantizado com relação a uma vizinhança espectral bilateral de uma dada região espectral é uma quantidade significativa para a decisão de se o preenchimento de ruído deve ser aplicado a uma dada região espectral.

Em outra configuração preferida, o identificador de região espectral é configurado para varrer uma faixa de regiões espectrais da representação espectral de entrada para detectar sequências contíguas de regiões espectrais quantizadas em zero, e reconhecer uma ou mais regiões espectrais centrais (isto é,

regiões espectrais não divisórias) dessas sequências contíguas detectadas como regiões espectrais identificadas.

Foi determinado que uma detecção de um determinado "comprimento de operação" das regiões espectrais quantizadas em zero, é uma tarefa que pode ser implementada com complexidade computacional particularmente baixa. Para identificar essa sequência contígua de regiões espectrais, é possível decidir se todas as regiões espectrais dentro desta sequência de regiões espectrais são quantizadas em zero, o que pode ser feito usando um algoritmo ou circuito relativamente simples. Caso seja determinado que esta sequência contígua de regiões espectrais é quantizada em zero, uma ou mais das regiões espectrais internas da sequência (que são espaçadas suficientemente longe das regiões espectrais fora da presente sequência de regiões espectrais) são tratadas como regiões espectrais identificadas. Assim, varrendo uma faixa de regiões espectrais (ex., selecionando subsequentemente diferentes sequências deslocadas de regiões espectrais), pode ser feita uma eficiente análise da representação espectral, para identificar regiões espectrais quantizadas em zero e espaçadas das regiões espectrais quantizadas em um valor diferente de zero por uma distância mínima predeterminada.

Outra configuração de acordo com a invenção cria um calculador do parâmetro de preenchimento de ruído para prover um parâmetro de preenchimento de ruído com base em uma representação espectral quantizada de um sinal de áudio. O calculador do parâmetro de preenchimento de ruído compreende um identificador de região espectral configurado para identificar regiões espectrais da representação espectral quantizada espaçada

de regiões espectrais diferentes de zero da representação
espectral quantizada por pelo menos uma região espectral
intermediária, para obter regiões espectrais identificadas. O
calculador do parâmetro de preenchimento de ruído também
5 compreende um calculador de valor de ruído configurado para
considerar seletivamente os erros de quantização das regiões
espectrais identificadas para o cálculo do parâmetro de
preenchimento de ruído. O calculador do parâmetro de preenchimento
de ruído se baseia na ideia principal de que é desejável
10 restringir um preenchimento de ruído do lado do decodificador nas
regiões espectrais que são espaçadas das regiões espectrais tonais
(quantizadas em um valor diferente de zero), e que como
consequência o parâmetro de ruído deve ser calculado no lado do
codificador, levando em consideração este conceito. Assim, é
15 obtido um parâmetro de preenchimento de ruído particularmente bem
adaptado para o conceito de decodificador supramencionado. Foi
também determinado que regiões espectrais que são quantizadas em
zero, mas que são muito próximas às regiões espectrais quantizadas
em um valor diferente de zero, geralmente não refletem a um teor
20 de áudio verdadeiramente tipo ruído, mas fortemente correlacionado
com a região espectral tonal adjacente (quantizada para um valor
diferente de zero). Assim, foi determinado ser geralmente
indesejável considerar o erro de quantização das regiões
espectrais, que estiverem próximas às regiões espectrais
25 quantizadas em um valor diferente de zero para o cálculo de um
parâmetro de preenchimento de ruído, porque isto resultaria
normalmente em uma forte superestimativa do ruído, resultando
assim em uma representação espectral reconstruída muito ruidosa.

Assim, o conceito de cálculo do parâmetro de preenchimento de ruído descrito na presente pode ser usado em combinação com o conceito de preenchimento de ruído supramencionado e até em combinação com conceitos convencionais de

5 preenchimento de ruído.

Em configurações preferidas, o conceito para a identificação de regiões espectrais que tiver sido discutido com relação ao preenchedor de ruídos, também pode ser aplicado em combinação com o calculador do parâmetro de preenchimento de

10 ruído.

Em ainda outra configuração preferida, o calculador de valor de ruído é configurado para considerar uma energia real do erro de quantização das regiões espectrais identificadas para o cálculo do parâmetro de preenchimento de

15 ruído. Foi determinado que a consideração de um erro real de quantização (ao invés de um erro de quantização estimado ou de um erro médio de quantização) traz normalmente consigo melhores resultados, porque o erro real de quantização normalmente se desvia do erro de quantização estatisticamente esperado.

20 Em ainda outra configuração preferida, o calculador de valor de ruído é configurado para realçar uma energia não tonal do erro de quantização distribuída em uma pluralidade de regiões espectrais identificadas em relação a uma energia tonal do erro de quantização concentrada em uma única

25 região espectral. Este conceito se baseia no achado que um ruído não tonal de banda larga, uma energia média a qual se situa abaixo um limite de quantização e que é, portanto, quantizada em zero, é perceptualmente muito mais relevante para o preenchedor de ruídos

que uma única componente tonal de áudio, uma intensidade que se situa abaixo do limite de quantização, mesmo se o ruído não tonal de banda larga quantizado em zero e a componente tonal quantizada em zero fossem ambas quantizadas em zero. O motivo é que o

5 preenchedor de ruídos pela geração de um ruído randômico no decodificador possa modelar o ruído não tonal de banda larga faltante na representação espectral quantizada, mas não as componentes tonais faltantes. Assim, uma ênfase sobre as componentes não tonais de ruído quantizadas em zero com relação às

10 componentes tonais quantizadas em zero, traz consigo uma reconstrução sonora mais realista. Isto também se deve ao fato que a impressão auditiva humana é muito mais degradada pela presença de um buraco espectral (ex., na forma de ausência de um ruído de banda larga quantizado em zero) que pela ausência de um

15 pequeno pico espectral quantizado em zero. Uma componente tonal pode ser concentrada em uma simples linha espectral, ou pode se espalhar por várias linhas espectrais contíguas (por exemplo, $i, i+1$). A região espectral pode, por exemplo, compreender uma ou mais linhas espectrais.

20 Em uma configuração preferida, o calculador de valor de ruído é configurado para calcular a soma de energias logaritmizadas de erros de quantização das regiões espectrais identificadas para obter o parâmetro de preenchimento de ruído. Calculando a soma das energias logaritmizadas de erros de

25 quantização das regiões espectrais identificadas, a ênfase relativa supramencionada das regiões espectrais não tonais quantizadas em zero com relação às regiões tonais quantizadas em zero, pode ser obtida de maneira eficiente.

Outra configuração de acordo com a invenção cria uma representação do sinal de áudio codificado, para a representação de um sinal de áudio. A representação do sinal de áudio codificado compreende uma representação do domínio 5 espectral quantizado codificado do sinal de áudio e um parâmetro de preenchimento de ruído codificado. O parâmetro de preenchimento de ruído representa um erro de quantização das regiões espectrais da representação no domínio espectral quantizado em zero e espaçado das regiões espectrais da 10 representação no domínio espectral quantizadas em um valor diferente de zero por pelo menos um número predeterminado de regiões espectrais intermediárias. A representação do sinal de áudio codificado supramencionada é usada pelo preenchedor de ruídos supramencionado e pode ser obtida usando o calculador do 15 parâmetro de preenchimento de ruído acima discutido. A representação do sinal de áudio codificado permite a reconstrução do sinal de áudio com qualidade de áudio particularmente boa, porque o parâmetro de preenchimento de ruído seletivamente reflete o erro de quantização da representação quantizada no 20 domínio espectral dessas regiões espectrais em que existem significativas informações de ruído e que devem ser seletivamente consideradas para o preenchimento de ruídos no lado do decodificador.

Outra configuração de acordo com a invenção cria 25 um método para prover uma representação com preenchimento de ruídos de um sinal de áudio.

Ainda outra configuração de acordo com a invenção cria um método para prover um parâmetro de preenchimento

de ruídos com base em uma representação espectral quantizada de um sinal de áudio.

Ainda outra configuração de acordo com a invenção cria um programa de computador para a implementação dos
5 métodos supramencionados.

BREVE DESCRIÇÃO DAS FIGURAS

Serão subseqüentemente descritas configurações de acordo com a invenção, com referência às figuras anexas, onde:

A Fig. 1 mostra um diagrama esquemático de
10 blocos de um preenchedor de ruídos, de acordo com uma configuração da invenção;

A Fig. 2 mostra um diagrama esquemático de blocos de um decodificador de sinal de áudio que compreende o preenchedor de ruídos de acordo com a presente invenção;

15 A Fig. 3 mostra um pseudo-código de programas para a implementação da funcionalidade do preenchedor de ruídos da Fig. 1;

A Fig. 4 mostra uma representação gráfica de uma identificação de regiões espectrais, que pode ser feita no
20 preenchedor de ruídos de acordo com a Fig. 1;

A Fig. 5 mostra um diagrama esquemático de blocos de um calculador do parâmetro de preenchimento de ruído de acordo com uma configuração da invenção;

A Fig. 6 mostra um pseudo-código de programas
25 para a implementação da funcionalidade do calculador do parâmetro de preenchimento de ruído de acordo com a Fig. 5;

A Fig. 7 mostra um fluxograma de um método para prover uma representação espectral com preenchimento de ruído de

um sinal de áudio com base em uma representação espectral de entrada do sinal de áudio;

A Fig. 8 mostra um fluxograma de um método para prover um parâmetro de preenchimento de ruídos com base em uma
5 representação espectral quantizada de um sinal de áudio; e

A Fig. 9 mostra a representação gráfica de uma representação de sinal de áudio, de acordo com uma configuração da invenção.

Preenchedor de ruídos de acordo com as Figs. 1-4

10 A Fig. 1 mostra um diagrama esquemático de blocos de um preenchedor de ruídos 100, de acordo com uma configuração da invenção. O preenchedor de ruídos 100 é configurado para receber uma representação espectral de entrada
110 de um sinal de áudio, por exemplo, na forma de coeficientes
15 espectrais decodificados (que podem, por exemplo, ser quantizados ou quantizados inversamente). O preenchedor de ruídos 100 é também configurado para prover uma representação espectral com preenchimento de ruído 112 do sinal de áudio com base na representação espectral de entrada 110.

20 O preenchedor de ruídos 100 compreende um identificador de região espectral 120, que é configurado para identificar regiões espectrais da representação espectral de entrada 110 espaçadas das regiões espectrais da representação espectral de entrada diferente de zero 110 por pelo menos uma
25 região espectral intermediária, para obter uma informação 122 indicando as regiões espectrais identificadas. O preenchedor de ruídos 100 também compreende um insersor de ruído 130, que é configurado para seletivamente introduzir ruído nas regiões

espectrais identificadas (descritas na informação 122), para obter a representação espectral com preenchimento de ruído 112 do sinal de áudio.

Com relação à funcionalidade do preenchedor de ruídos 100, pode ser geralmente dito que o preenchedor de ruídos 100 seletivamente preenche regiões espectrais (ex., linhas espectrais ou bins espectrais) da representação espectral de entrada 110 com ruído, por exemplo, substituindo os valores espectrais das linhas espectrais quantizadas em zero com a substituição dos valores espectrais que descrevem um ruído. Dessa forma, podem ser preenchidos os buracos espectrais ou vãos espectrais dentro da representação espectral de entrada 110, o que pode, por exemplo, surgir da quantização grosseira da representação espectral de entrada 110. Entretanto, o preenchedor de ruídos 100 não introduz ruído em todas as linhas espectrais quantizadas em zero (isto é, linhas espectrais, os valores espectrais que são quantizados em zero). Ao invés disso, o preenchedor de ruídos 100 somente introduz ruído nessas linhas espectrais quantizadas em zero, o que compreende uma distância suficiente a partir das linhas espectrais quantizadas em um valor diferente de zero. Dessa forma, o preenchimento de ruído não preenche totalmente os buracos espectrais ou vãos espectrais, mas mantém uma distância espectral de pelo menos uma região espectral (ou de pelo menos qualquer outro número predeterminado de regiões espectrais) entre essas linhas espectrais em que é introduzido um ruído e linhas espectrais quantizadas em um valor diferente de zero. Assim, é mantida a distância espectral entre o ruído de preenchimento, introduzido na representação espectral e linhas

espectrais quantizadas em um valor diferente de zero, de maneira que as linhas espectrais psicoacusticamente relevantes (que não são quantizadas em zero na representação espectral de entrada do sinal de áudio) podem ser claramente distintas (devido à distância espectral do número predeterminado de uma ou mais regiões espectrais) do ruído de preenchimento introduzido no espectro pelo preenchedor de ruídos. Assim, pode ser claramente percebido o conteúdo de áudio mais psicoacusticamente relevante (representado por valores de linhas espectrais diferentes de zero na representação espectral de entrada 110), enquanto grandes buracos espectrais são evitados. Isto se deve ao fato que o preenchimento de ruído é seletivamente omitido na proximidade das linhas espectrais da representação espectral de entrada quantizadas em um valor diferente de zero, enquanto o preenchimento de ruído é feito nas regiões centrais de buracos espectrais ou vãos espectrais.

A seguir, será descrito um ambiente de aplicação para o preenchedor de ruídos 100 com referência à Fig. 2. A Fig. 2 mostra um diagrama esquemático de blocos de um decodificador de sinal de áudio 200, de acordo com uma configuração da invenção. O decodificador de sinal de áudio 200 compreende, como uma componente principal, o preenchedor de ruídos 100. O decodificador de sinal de áudio 200 também compreende um decodificador do coeficiente espectral 210, que é configurado para receber uma representação do sinal de áudio codificado 212 e prover uma representação decodificada e opcionalmente quantizada inversamente 214 dos coeficientes espectrais do sinal codificado de áudio. O decodificador do coeficiente espectral 210 pode, por exemplo,

compreender um decodificador de entropia (ex., decodificador aritmético ou decodificador de comprimento de operação) e, opcionalmente, um quantizador inverso para obter a representação decodificada 214 dos coeficientes espectrais (ex., sob a forma de coeficientes inversamente quantizados) da representação do sinal de áudio codificado 212. O preenchedor de ruídos 100 é configurado para receber a representação decodificada 214 de coeficientes espectrais (que é, opcionalmente, quantizada inversamente) como a representação espectral de entrada 110 do sinal de áudio.

10 O decodificador de sinal de áudio 200 também compreende um extrator de fator de ruído 220, que é configurado para extrair uma informação do fator de ruído 222 da representação do sinal de áudio codificado 212 e prover a informação do fator de ruído extraída 222 ao preenchedor de ruídos 100. O decodificador

15 de sinal de áudio 200 também compreende um reformatador de espectro 230, que é configurado para receber uma representação do espectro reconstruído 232 do preenchedor de ruídos 100. A representação do espectro reconstruído 232 pode, por exemplo, ser igual à representação espectral com preenchimento de ruído 112

20 provida pelo preenchedor de ruídos. O reformatador de espectro 230, que pode ser considerado como opcional, é configurado para prover as informações de espectro 234 com base na representação do espectro reconstruído 232. O decodificador de sinal de áudio 200 ainda compreende um conversor do domínio espectral para o domínio

25 do tempo 240, que recebe a representação do espectro 234 fornecida pelo reformatador de espectro 230, ou, na ausência do reformatador de espectro 230, a representação do espectro reconstruído 232, e prover com base nesta, uma representação do sinal de áudio no

domínio do tempo 242. O conversor do domínio espectral para o domínio do tempo 240 pode, por exemplo, ser configurado para fazer uma transformada inversa de cosseno discreta modificada (IMDCT).

Em uma configuração preferida, o preenchimento de ruído no lado do decodificador compreende as seguintes etapas (ou acompanha as seguintes etapas):

1. Decodificar o patamar de ruído;
2. Decodificar os valores quantizados das linhas de frequência;
3. Detectar as regiões espectrais na parte selecionada dos espectros em que um comprimento de operação de zeros é maior que um tamanho mínimo de comprimento de operação; e
4. Aplicar um sinal de geração randômica ao patamar de ruído decodificado para cada uma das linhas dentro das regiões selecionadas.

O patamar de ruído é decodificado como segue:

$$nf_decoded = 0.0625 * (8 - index).$$

As regiões espectrais detectadas são, por exemplo, selecionadas da mesma forma feita no lado do codificador (que será descrito abaixo).

É gerado um ruído Gaussiano sem memória no domínio MDCT por um espectro com a mesma amplitude para todas as linhas, mas com sinais randômicos. Assim, para cada uma das linhas dentro das regiões selecionadas, o decodificador gera um sinal randômico (-1 ou +1) e o aplica ao patamar de ruído decodificado. Entretanto, também podem ser aplicados outros métodos para prover uma contribuição de ruído.

A seguir, serão descritos alguns detalhes com

referência às Figs. 1, 2, 3 e 4, em que a Fig. 3 mostra um pseudo-código de programas de um algoritmo para o preenchimento de ruído no lado do decodificador, que pode ser feito pelo preenchedor de ruídos 100, e em que a Fig. 4 mostra uma representação gráfica do
5 preenchimento de ruído.

Para iniciar, a decodificação do patamar de ruído pode ser feita pelo extrator de fator de ruído 220, que recebe, por exemplo, um índice de fator de ruído (também brevemente denominado de "índice") e prover com base nisso o valor do fator
10 de ruído decodificado 222 (também denominado por "nf_decoded"). O índice de fator de ruído pode, por exemplo, ser codificado usando três ou quatro bits, e pode, por exemplo, ser um valor inteiro entre 0 e 7, ou um valor inteiro entre 0 e 15.

Os valores quantizados das linhas de frequência
15 (também denominadas de "linhas espectrais" ou "bins-espectrais") podem ser providos pelo decodificador do coeficiente espectral 210. Assim, são obtidos valores de linhas espectrais quantizadas (ou opcionalmente, inversamente quantizadas) (também denominadas de "coeficientes espectrais"), que são denominadas de "quantizadas
20 (x(i))". Aqui, i indica um índice de frequência dos valores da linha espectral.

Subsequentemente, são detectadas regiões espectrais pelo preenchedor de ruídos 100 em uma parte selecionada dos espectros (ex., em uma porção superior do espectro iniciando a
25 partir de um índice de frequência predeterminado de linha espectral i) onde o comprimento de operação de zeros (isto é, de valores de linhas espectrais quantizadas e quantizadas em zero) é maior que o tamanho mínimo de comprimento de operação. A detecção

dessas regiões espectrais é feita por uma primeira porção 310 do algoritmo 300 da Fig. 3. Como pode ser visto na primeira porção 310 do algoritmo 300, um conjunto R de regiões detectadas é inicializado como sendo um conjunto vazio no início do algoritmo

5 (R = {};

No exemplo do algoritmo da Fig. 3, é estabelecido um comprimento de operação mínimo em um valor fixo de 8, mas naturalmente pode ser escolhido qualquer outro valor.

Subsequentemente, foi determinado para uma

10 pluralidade de linhas espectrais em consideração (indicadas pela variável corrente "line index") se cada uma dessas linhas espectrais em consideração compreende um ambiente bilateral de

linhas espectrais quantizadas em zero (e se a própria linha

espectral em consideração é quantizada em zero). Por exemplo,

15 todas as linhas na segunda metade dos espectros podem ser sucessivamente consideradas como linhas em consideração, quando uma linha que estiver atualmente em consideração for indicada por um índice de frequência "line index". Para uma linha em consideração indicada pelo "line index", é computada a soma de

20 coeficientes espectrais quantizados "quantized(x(i))" em um ambiente que vai de um índice de frequência de linha espectral de "line index - (MinimalRunLength)/2" até um índice de frequência de linha espectral de "line index + MinimalRunLength)/2". Se for determinado que a soma dos valores da linha espectral no referido

25 ambiente da linha espectral atualmente em consideração (tendo índice de frequência de linha espectral "line index") é zero, então a linha espectral atualmente em consideração (ou, mais precisamente, seu índice de frequência de linha espectral "line

index") é adicionada ao conjunto R das regiões detectadas (ou linhas espectrais detectadas). Como consequência, se um índice de frequência de linha espectral de uma linha espectral for adicionado ao conjunto R, isto significa que as linhas espectrais com índices de linha entre "line index - MinimalRunLength)/2" e "line index + MinimalRunLength)/2" todas compreendem valores da linha espectral quantizadas em zero.

Assim, na primeira porção 310 do pseudo-código de programas 310, é obtido um conjunto R de índices de frequência de linha espectral "line index", que enumera aquelas (e somente aquelas) linhas espectrais da porção espectral em consideração que são "suficientemente" espaçadas (isto é, por pelo menos $\text{MinimalRunLength}/2$ linhas) de quaisquer linhas espectrais quantizadas em um valor diferente de zero.

A detecção dessa região está ilustrada na Fig. 4, que mostra uma representação gráfica 400 de um espectro. Uma abscissa 410 descreve uma frequência de linhas espectrais em termos de um índice de frequência de linha espectral "line index". Uma ordenada 412 descreve uma intensidade (ex., amplitude ou energia) das linhas espectrais. Como pode ser visto, a porção do espectro ilustrada na representação gráfica 400 compreende quatro linhas espectrais 420a, 420b, 420c e 420d, quantizadas em um valor diferente de zero. Além disso, entre as linhas espectrais 420c e 420d existem 11 linhas espectrais 422a-422k quantizadas em zero. Também, é suposto que uma linha espectral é somente considerada como sendo suficientemente espaçada de uma linha espectral quantizada em um valor diferente de zero se houver pelo menos quatro linhas espectrais quantizadas em zero entre a linha

espectral atualmente em consideração e qualquer outra linha
espectral quantizada em um valor diferente de zero (e
naturalmente, se a própria linha espectral atualmente em
consideração for quantizada em zero). Entretanto, ao considerar a
5 linha espectral 422a, será achado que a linha espectral 422a é
imediatamente adjacente à linha espectral 422c, que não é
quantizada em zero, de maneira que o índice de frequência de linha
espectral da linha espectral 422a não será parte do conjunto R
computado de acordo com a primeira parte 310 do algoritmo 300. De
10 forma similar, será achado que as linhas espectrais 422b, 422c, e
422d não são espaçadas de maneira suficiente de qualquer das
linhas espectrais quantizadas em um valor diferente de zero, de
maneira que os índices de frequência de linha espectral das linhas
espectrais 422b a 422d também não farão parte do conjunto R. Em
15 contraste, será visto que a linha espectral 422e é suficientemente
espaçada de qualquer das linhas espectrais quantizadas em um valor
diferente de zero, porque a linha espectral 422e é uma linha de
centro (ou, mais geralmente, uma linha central), de uma sequência
de 9 linhas espectrais contíguas, todas quantizadas em zero.
20 Assim, o índice de frequência de linha espectral da linha
espectral 422e fará parte do conjunto R computado na primeira
porção 310 do algoritmo 300. O mesmo também vale para as linhas
espectrais 422f e 422g, de maneira que os índices de frequência de
linha espectral das linhas espectrais 422f e 422g farão parte do
25 conjunto R determinado na primeira porção 310 do algoritmo 300,
como as linhas espectrais 422f, 422g são suficientemente espaçadas
de quaisquer linhas espectrais de baixa frequência 420a, 420b, e
420c, quantizadas em um valor diferente de zero e de quaisquer

linhas espectrais de maior frequência quantizadas em um valor diferente de zero. Por outro lado, as linhas espectrais 422h, 422i, 422j, e 422k não farão parte do conjunto R, porque as referidas linhas espectrais estão localizadas muito perto, em
 5 termos de frequência, além da linha espectral 420d quantizada em um valor diferente de zero.

Assim, o conjunto R não compreenderá índices de frequência de linha espectral das linhas espectrais 420a, 420b, 420c, 420d, porque as referidas linhas espectrais são quantizadas
 10 em um valor diferente de zero. Além disso, os índices de frequência de linha espectral das linhas espectrais 422a, 422b, 422c, 422d, 422h, 422i, 422j, e 422k, não farão parte do conjunto R, porque as referidas linhas espectrais se localizam muito
 próximas do lado das linhas espectrais 420a, 420b, 420c, e 420d.
 15 Em contraste, os índices de frequência de linha espectral das linhas espectrais 422e, 422f, 422g, serão incluídos no conjunto R, porque as próprias referidas linhas espectrais são quantizadas em zero e espaçadas o suficiente de quaisquer linhas espectrais adjacentes diferentes de zero.

20 O algoritmo 300 também compreende uma segunda porção 320 de decodificação do patamar de ruído, onde um índice de valor de ruído ("index" na porção de código do programa 320) é convertido em um valor de figura do ruído decodificado ("nf_decoded" no código do programa 300).

25 O código do programa 300 também compreende uma terceira porção 330 de preenchimento das linhas espectrais identificadas, isto é, linhas espectrais dos índices de frequência de linha espectral i que estão no conjunto R, com ruído. Para

tanto, os valores espectrais das linhas espectrais identificadas (indicados, por exemplo, por $x(i)$, onde a variável operacional i subsequentemente toma todos os índices de frequência de linha espectral incluídos no conjunto R) são estabelecidos para os
 5 valores de preenchimento de ruído. Os valores de preenchimento de ruído são, por exemplo, obtidos multiplicando o valor de preenchimento de ruído decodificado ($nf_decoded$) com um número randômico ou pseudo número randômico (indicado por " $random(-1, +1)$ "), onde o número randômico ou pseudo-randômico pode, por
 10 exemplo, randomicamente ou pseudo-randomicamente tomar os números -1 e $+1$. Entretanto, a provisão diferente de um ruído randômico ou pseudo-randômico é naturalmente possível.

O preenchimento de ruído é também ilustrado na Fig. 4. Como pode ser visto na Fig. 4, os valores espectrais zero das linhas espectrais 422e, 422f, e 422g são substituídos pelos
 15 valores de preenchimento de ruído (ilustrados pelas linhas pontilhadas na Fig. 4).

Calculador do parâmetro de preenchimento de ruído de acordo com as Figs. 5 e 6

20 A Fig. 5 mostra um diagrama esquemático de blocos de um calculador do parâmetro de preenchimento de ruído 500. O calculador do parâmetro de preenchimento de ruído é configurado para obter uma representação espectral quantizada 510 de um sinal de áudio e prover, com base nela, um parâmetro de preenchimento de
 25 ruído 512. O calculador do parâmetro de preenchimento de ruído 500 compreende um identificador de região espectral 520, que é configurado para receber a representação espectral quantizada 510 do sinal de áudio e para identificar regiões espectrais (ex.,

linhas espectrais) da representação espectral quantizada 510
 espaçada das regiões espectrais diferentes de zero da
 representação espectral quantizada 510 por pelo menos uma região
 espectral intermediária (ex., linha espectral), para obter uma
 5 informação 522 descrevendo as regiões espectrais identificadas
 (ex., linhas espectrais identificadas). O calculador do parâmetro
 de preenchimento de ruído 500 ainda compreende um calculador de
 valor de ruído 530 configurado para receber informações do erro de
 quantização 532 e prover o parâmetro de preenchimento de ruído
 10 512. Para tanto, o calculador de valor de ruído é configurado para
 considerar seletivamente os erros de quantização das regiões
 espectrais identificadas, descritos pelas informações 522, para um
 cálculo do parâmetro de preenchimento de ruído 512.

As informações do erro de quantização 532 podem,
 15 por exemplo, ser idênticas a uma informação de energia (ou
 informação de intensidade) que descreva energias (ou
 intensidades) dessas linhas espectrais que são quantizadas em
 zero na representação espectral quantizada 510.

O calculador do parâmetro de preenchimento de
 20 ruído 500 pode opcionalmente compreender um quantizador 540, que
 é configurado para receber uma representação espectral não
 quantizada 542 de um sinal de áudio e prover a representação
 espectral quantizada 510 do sinal de áudio. O quantizador 540
 pode ter uma resolução de quantização ajustável, que pode, por
 25 exemplo, ser individualmente ajustável por linha espectral, ou
 por banda espectral (ex., na dependência de uma relevância
 psicoacústica das linhas espectrais ou das bandas espectrais,
 obtidas usando um modelo psicoacústico). A funcionalidade do

quantizador de resolução variável pode ser igual à funcionalidade descrita em International Standards ISO/IEC 13818-7 e ISO/IEC 14496-3. Em particular, o quantizador 540 pode ser ajustado de maneira que existam vãos espectrais ou buracos espectrais na
5 representação espectral quantizada 510 do sinal de áudio, isto é, regiões contíguas de linhas espectrais adjacentes quantizadas em zero.

Além disso, a representação espectral não quantizada 542 pode servir como informações do erro de
10 quantização 532, ou as informações do erro de quantização 532 podem ser obtidas da representação espectral não quantizada 542.

A seguir, será descrita em detalhes a funcionalidade da computação do parâmetro de preenchimento de ruído, que pode ser formado pelo calculador do parâmetro de
15 preenchimento de ruído 500. Na computação do parâmetro de preenchimento de ruído no lado do codificador, o preenchimento de ruído se aplica preferivelmente no domínio da quantização. Dessa forma, o ruído introduzido é conformado posteriormente pelo filtro inverso psicoacústico relevante. A energia do ruído
20 introduzido pelo decodificador é calculada e codificada no lado do codificador seguindo as próximas etapas:

1. Obter os valores quantizados das linhas de frequência;
2. Selecionar somente uma parte dos espectros;
- 25 3. Detectar as regiões espectrais na parte selecionada dos espectros onde o comprimento de operação dos zeros é maior que o tamanho mínimo de comprimento de operação;
4. Calcular a média geométrica do erro de

quantização com relação às regiões previamente detectadas; e

5. Quantizar uniformemente a média geométrica com 3 bits.

Com relação à primeira etapa, os valores quantizados das linhas de frequência podem ser obtidos usando o quantizador 540. Os valores quantizados das linhas de frequência são, portanto, representados pela representação espectral quantizada 510.

Com relação à segunda etapa, que pode ser considerada como opcional, deve ser notado que a computação do preenchimento de ruído é feita, de preferência, com base na porção de alta frequência dos espectros. Em uma configuração preferida, a energia do ruído (denominada patamar de ruído) é somente calculada na segunda metade dos espectros, isto é, para as altas frequências (mas não para as menores frequências). Realmente, normalmente as altas frequências (a parte superior do espectro) são menos perceptualmente importantes que as baixas frequências, e os valores quantizados em zero ocorrem principalmente na segunda metade dos espectros. Além disso, somar o ruído nas altas frequências é menos propenso a obter uma restituição final sonora ruidosa.

Com relação à terceira etapa, restringindo o preenchimento de ruído nas regiões espectrais em que ocorre o comprimento de operação de valores quantizados em zero, é evitado que o preenchimento de ruído afete muito os valores não zerados. Dessa forma, o preenchimento de ruído não se aplica na vizinhança dos valores não zerados, e a tonalidade original dessas linhas é assim melhor preservada. O tamanho mínimo de comprimento de

operação é fixado em 8 em uma configuração preferida. Isto significa que as 8 linhas que circundam um valor não zerado não são afetadas pelo preenchimento de ruído (e não são, como consequência, consideradas para o cálculo de um valor de ruído).

5 Com relação à quarta etapa, o erro de quantização no domínio quantizado está na faixa de $[-0,5; 0,5]$, e é suposto uniformemente distribuído. A energia dos erros de quantização das regiões detectadas é média no domínio logarítmico (isto é, média geométrica). O patamar de ruído, nf , é, então, calculado como
10 segue:

$$nf = \text{power}(10, \text{sum}(\log_{10}(E(x(i)))) / (2*n)).$$

Acima, $\text{sum}()$ é a soma das energias logarítmicas, $\log_{10}(E())$, das linhas individuais $x(i)$ dentro das regiões detectadas, e n o número de linhas dentro dessas regiões. O
15 patamar de ruído, nf , está entre 0 e 0,5. Esse cálculo permite levar em conta a original planicidade espectral dos valores zerados, e então obter as informações sobre suas características de tonalidade/ruídos.

Se os valores zerados forem muito tonais, o
20 patamar de ruído (computador no equipamento 500) irá para zero, e um baixo patamar de ruído será adicionado ao decodificador (ex., no decodificador 100, 200 acima descrito). Se os valores zerados forem realmente ruidosos, o patamar de ruído será alto, e o preenchimento de ruídos pode ser visto como uma codificação
25 altamente paramétrica das linhas espectrais zeradas, como PNS (Substituição do Ruído Perceptual) (ver também a referência [4]).

Com relação à quinta etapa, é então calculado como segue o índice de quantização ("index") do patamar de ruído:

`index=max(0,min(7, int(8-16*nf)))`.

O índice é transmitido, por exemplo, em 3 bits.

A seguir, será descrito o algoritmo para a computação do parâmetro de preenchimento de ruído, com referência à Fig. 6, que mostra um pseudo-código de programas 600 desse algoritmo para a obtenção do parâmetro de preenchimento de ruído, de acordo com uma configuração da invenção. O algoritmo 600 compreende uma primeira porção 610 de regiões de detecção que devem ser consideradas para a computação do parâmetro de preenchimento de ruído. São descritas regiões identificadas (ex., linhas espectrais) pelo conjunto R, que pode, por exemplo, compreender índices de frequência de linha espectral ("line_index") de linhas espectrais identificadas. As linhas espectrais podem ser identificadas, sendo as mesmas quantizadas em zero e que são mais espaçadas, o suficiente, de quaisquer outras linhas espectrais quantizadas em um valor diferente de zero.

A primeira porção 610 do programa 600 pode ser idêntica à primeira porção 310 do programa 300. Assim, a representação espectral quantizada ("quantized (x(i))") usada no algoritmo 600 pode, por exemplo, ser idêntica à representação espectral quantizada ("quantized x(i)") usada no algoritmo 300 no lado do decodificador. Em outras palavras, a representação espectral quantizada usada no lado do codificador pode ser transmitida, de forma codificada, para o decodificador em um sistema de transmissão que compreende um codificador e um decodificador.

O algoritmo 600 compreende uma segunda porção 620 de computação do patamar de ruído. Na computação do patamar

de ruído, somente são consideradas as regiões espectrais (ou linhas espectrais) descritas pelo conjunto R computado na primeira porção 610 do algoritmo 600. Como pode ser visto, o valor de preenchimento de ruído é primeiro inicializado em zero.

5 O número de linhas espectrais consideradas (n) é também primeiro inicializado em zero. Subsequentemente, as energias de todas as linhas espectrais, índices de linha que são incluídos no conjunto R, são somadas, onde as energias das linhas espectrais são logaritmizadas antes da soma. Por exemplo, pode ser somado um
10 logaritmo na base 10 ($\log_{10}$) das energias ($E(x(i))$) das linhas espectrais. Deve ser aqui notado que a energia real das linhas espectrais antes da quantização (indicada por "E ou energy $-(x(i))$ ") é somada sob forma logaritmizada. O número de linhas espectrais considerado é também contado. Assim, após a execução
15 da segunda porção 620 do algoritmo 600, a variável nf indica uma soma logarítmica das energias das linhas espectrais identificadas antes da quantização, e a variável n descreve o número de linhas espectrais identificadas.

O algoritmo 600 também compreende uma terceira
20 porção 630 de quantização do valor nf, isto é, a soma logarítmica das linhas espectrais identificadas. Pode ser usada uma equação de mapeamento como descrita acima ou como mostrada na Fig. 6.

Método de acordo com a Fig. 7

A Fig. 7 mostra um fluxograma de um método para
25 prover uma representação espectral com preenchimento de ruído de um sinal de áudio com base em uma representação espectral de entrada do sinal de áudio. O método 700 da Fig. 7 compreende uma etapa 710 de identificação das regiões espectrais de uma

representação espectral de entrada de um sinal de áudio espaçadas das regiões espectrais da representação espectral de entrada diferente de zero por pelo menos uma região espectral intermediária, para obter regiões espectrais identificadas. O
5 método 700 também compreende uma etapa 720 de introduzir seletivamente ruído nas regiões espectrais identificadas, para obter uma representação espectral com preenchimento de ruído do sinal de áudio.

O método 700 pode ser suplementado por qualquer
10 das características e funcionalidades descritas na presente com referência ao preenchedor de ruídos do invento.

Método de acordo com a Fig. 8

A Fig. 8 mostra um fluxograma de um método para
prover um parâmetro de preenchimento de ruído com base em uma
15 representação espectral quantizada de um sinal de áudio. O método 800 compreende uma etapa 810 de identificação das regiões espectrais da representação espectral quantizada de um sinal de áudio espaçado das regiões espectrais diferentes de zero da representação espectral quantizada por pelo menos uma região
20 espectral intermediária, para obter regiões espectrais identificadas. O método 800 também compreende uma etapa 820 de considerar seletivamente erros de quantização das regiões espectrais identificadas para o cálculo do parâmetro de preenchimento.

25 O método 800 pode ser suplementado por quaisquer das características e funcionalidades descritas na presente com relação ao calculador do parâmetro de preenchimento de ruído.

Representação do sinal de áudio de acordo com a

Fig. 9.

A Fig. 9 mostra uma representação gráfica de uma representação de sinal de áudio, de acordo com uma configuração da invenção. A representação do sinal de áudio 900 pode, por exemplo, formar a base para a representação espectral de entrada 110. A representação do sinal de áudio 900 pode também tomar a funcionalidade da representação do sinal de áudio codificado 212. A representação do sinal de áudio 900 pode ser obtida usando o calculador do parâmetro de preenchimento de ruído 500, em que a representação do sinal de áudio 900 pode, por exemplo, compreender a representação espectral quantizada 510 do sinal de áudio e o parâmetro de preenchimento de ruído 512, por exemplo, ambos sob forma codificada.

Em outras palavras, a representação do sinal de áudio 900 pode representar um sinal de áudio. A representação do sinal de áudio codificado 900 compreende uma representação do domínio espectral quantizado codificado do sinal de áudio e também um parâmetro de preenchimento de ruído codificado. O parâmetro de preenchimento de ruído representa um erro de quantização das regiões espectrais da representação no domínio espectral quantizada em zero e espaçadas das regiões espectrais da representação no domínio espectral quantizado em um valor diferente de zero por pelo menos uma região espectral intermediária.

Naturalmente, a representação do sinal de áudio 900 pode ser suplementada por qualquer das informações acima descritas.

ALTERNATIVAS DE IMPLEMENTAÇÃO

Dependendo de determinados requisitos de implementação, as configurações da invenção podem ser implementadas em hardware ou em software. A implementação pode ser feita usando um meio digital de armazenagem, por exemplo, um disquete, um DVD, CD, ROM, PROM, EPROM, EEPROM ou uma memória FLASH, tendo armazenados sinais de controle de leitura eletrônica, que cooperam (ou são capazes de cooperar) com um sistema programável de computador, de maneira a ser realizado o respectivo método.

10 Algumas configurações de acordo com a invenção compreendem um portador de dados tendo sinais de controle de leitura eletrônica, que são capazes de cooperar com um sistema programável de computador, de maneira que seja realizado um dos métodos descritos na presente.

15 Em geral, as configurações da presente invenção podem ser implementadas como um produto de programa de computador com um código do programa, o código do programa sendo operacional para realizar um dos métodos quando o produto de programa de computador opera em um computador. O código do programa pode, por exemplo, ser armazenado em um portador de leitura por máquina.

Outras configurações compreendem o programa de computador para realizar um dos métodos descritos na presente, armazenados em um portador de leitura por máquina.

Portanto, em outras palavras, uma configuração do método do invento é um programa de computador tendo um código do programa para realizar um dos métodos descritos na presente, quando o programa de computador opera em um computador.

Portanto, outra configuração dos métodos do

invento é um portador de dados (ou um meio digital de armazenagem) compreendendo o programa de computador para realizar um dos métodos descritos na presente.

Portanto, outra configuração do método do
5 invento é um fluxo de dados ou uma sequência de sinais representando o programa de computador para realizar os métodos descritos na presente. O fluxo de dados ou a sequência de sinais pode, por exemplo, ser configurado para transferência pela conexão de comunicação de dados, por exemplo, via Internet.

10 Outra configuração compreende um meio de processamento, por exemplo, um computador, ou um dispositivo lógico programável, configurado ou adaptado para realizar um dos métodos descritos na presente.

Outra configuração compreende um computador
15 tendo instalado o programa de computador para realizar um dos métodos descritos na presente.

Em algumas configurações, um dispositivo lógico programável (por exemplo, um gate array programável de campo) pode ser usado para realizar algumas ou todas as funcionalidades
20 dos métodos descritos na presente. Em algumas configurações, um gate array programável de campo pode cooperar com um microprocessador para realizar um dos métodos descritos na presente.

CONCLUSÃO

25 Para resumir o que foi dito acima, a presente invenção amplia a ferramenta de codificação de áudio "preenchimento de ruído" considerando o sinal de entrada e as características do sinal decodificado tanto ao fazer a computação

do parâmetro de preenchimento de ruídos no lado do codificador como a aplicação do ruído no lado do decodificador. Em uma configuração da invenção, a tonalidade/ruídos das linhas espectrais quantizadas em zero é estimada e usada para a
5 estimativa do patamar de ruídos. Este patamar de ruído é então transmitido para o decodificador, que aplica o preenchimento de ruído aos valores quantizados em zero que ocorrem em regiões específicas dos espectros. Essas regiões são selecionadas com base nas características dos espectros decodificados.

10 Com relação ao contexto da invenção, pode-se notar que a invenção foi aplicada a uma codificação baseada em transformada, que usa uma quantização escalar em MDCT. Os coeficientes MDCT são previamente normalizados por uma curva calculada com base em avisos perceptuais. A curva é deduzida a
15 partir de um estágio de análise LPC prévia (*Linear Prediction Coding*) ponderando os coeficientes LPC, como é feito no modo TCX de AMR-WB+ (ver referência [1]). A partir dos coeficientes ponderados, é projetado um filtro de ponderação perceptual e aplicado antes da MDCT. O filtro inverso é também aplicado no
20 lado do decodificador após a MDCT inversa. Este filtro inverso de ponderação perceptual conforma os ruídos de quantização de forma a minimizar ou mascarar o ruído percebido.

Em configurações de acordo com a invenção, são superadas as desvantagens da técnica anterior. O preenchimento de
25 ruído é aplicado de forma convencional de maneira sistemática aos valores quantizados em zero, considerando somente um limite espectral baseado em envelope, um limite de mascaramento ou um limite energético. A técnica anterior não considera nem as

características do sinal de entrada nem as características do sinal decodificado. Assim, o equipamento convencional pode introduzir outros problemas indesejáveis, especialmente problemas de ruídos e cancela as vantagens dessa ferramenta.

5 Em contraste, configurações de acordo com a invenção permitem um melhor preenchimento de ruído com redução de problemas, como é discutido abaixo.

Referências:

[1] "Extended Adaptive Multi-Rate - Wideband
10 (AMR-WB+) codec", 3GPP TS 26.290 V6.3.0, 2005-06, Technical Specification.

[2] Ragot et al, "ITU-T G.729.1: AN 8-32 Kbit/S Scalable Coder Interoperable with G.729 for Wideband Telephony and Voice Over IP", Vol. 4, ICASSP 07, 15-20 April 2007.

15 [3] "AUDIO CODING", International Application No.: PCT/IB2002/001388, Applicant: KONINKLIJKE PHILIPS ELECTRONICS N.V. [NL/NL]; Groenewoudseweg 1 NL-5621 BA Eindhoven (NL). Inventors: TAORI, Rakesh; Prof Holstlaan 6 NL-5656 AA Eindhoven (NL) and VAN DE PAR, Steven, L., J., D., E.; Prof.
20 Holstlaan 6 NL-5656 AA Eindhoven (NL).

[4] Generic Coding of Moving Pictures and Associated Audio: Advanced Audio Coding. International Standard 13818-7, ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 Moving 10 Pictures Expert Group, 1997.

REIVINDICAÇÕES

1. "PREENCHEDOR DE RUÍDOS, CALCULADOR DO PARÂMETRO DE PREENCHIMENTO DE RUÍDO, MÉTODO PARA PROVER UM PARÂMETRO DE PREENCHIMENTO DE RUÍDO, MÉTODO PARA PROVER UMA REPRESENTAÇÃO ESPECTRAL COM PREENCHIMENTO DE RUÍDO DE UM SINAL DE ÁUDIO, CORRESPONDENTE PROGRAMA DE COMPUTADOR E SINAL CODIFICADO DE ÁUDIO", onde o preenchedor de ruídos (100) para prover uma representação espectral com preenchimento de ruído (112) de um sinal de áudio com base em uma representação espectral de entrada (110) do sinal de áudio, é **caracterizado** por compreender:
 - um identificador de região espectral (120) configurado para identificar regiões espectrais (422e, 422f, 422g) da representação espectral de entrada (110) que são quantizadas em zero e espaçadas das regiões espectrais diferentes de zero (420a, 420b, 420c, 420d) da representação espectral de entrada (110) por pelo menos uma região espectral intermediária (422a, 422b, 422c, 422d, 422h, 422i, 422j, 422k), para obter regiões espectrais identificadas (422e, 422f, 422g); e
 - um insensor de ruído (130) configurado para introduzir seletivamente o ruído nas regiões espectrais identificadas (422e, 422f, 422g) e obter a representação espectral com preenchimento de ruído (112) do sinal de áudio.

2. Preenchedor de ruídos (100), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que o identificador de região espectral (120) é configurado para identificar, como as regiões espectrais identificadas, linhas espectrais (422e, 422f, 422g) da representação espectral de entrada (110), que são quantizadas em zero e que compreendem pelo menos um primeiro

número predeterminado (4) de linhas espectrais vizinhas de menor frequência (422a, 422b, 422d; 422b, 422c, 422d, 422e, 422c, 422d, 422e, 422f) quantizadas em zero e pelo menos um segundo número predeterminado (4) de linhas espectrais vizinhas de maior
 5 frequência (422f, 422g, 422h, 422i; 422g, 422h, 422i, 422j; 422h, 422i, 422j, 422k) quantizadas em zero, como regiões espectrais identificadas;

onde o primeiro número predeterminado (4) é maior ou igual a 1, e onde o segundo número predeterminado (4) é maior
 10 ou igual a 1; e

onde o insersor de ruído (130) é configurado para introduzir seletivamente o ruído nas linhas espectrais identificadas (422e, 422f, 422g) enquanto deixa as linhas espectrais (420a, 420b, 420c, 420d) quantizadas em um valor
 15 diferente de zero e linhas espectrais (422a, 422b, 422c, 422d, 422h, 422i, 422j, 422k) quantizadas em zero, mas não tendo o primeiro número predeterminado (4) de linhas espectrais vizinhas de menor frequência quantizadas em zero, ou o segundo número predeterminado (4) de linhas espectrais vizinhas de maior
 20 frequência quantizadas em zero não afetadas pelo preenchimento de ruído.

3. Preenchedor de ruído (100), de acordo com a reivindicação 2, **caracterizado** pelo fato de que o primeiro número predeterminado (4) é igual ao segundo número predeterminado (4).

25 4. Preenchedor de ruído (100), de acordo com uma das reivindicações de 1 a 3, **caracterizado** pelo fato de que o preenchedor de ruídos é configurado para introduzir ruído somente nas regiões espectrais em uma porção superior da representação

espectral de entrada (110) do sinal de áudio, deixando uma porção inferior da representação espectral de entrada (110) do sinal de áudio não afetada pelo preenchimento de ruído.

5 5. Preenchedor de ruído (100), de acordo com uma das reivindicações de 1 a 4, **caracterizado** pelo fato de que o identificador de região espectral (120) é configurado para somar valores quantizados de intensidade (quantizados ($x(i)$)) das regiões espectrais na vizinhança espectral predeterminada bilateral de uma dada região espectral (i), para obter um valor
10 somado (E), e avaliar o valor somado (E) e decidir se a determinada região espectral (i) é uma região espectral identificada ou não.

6. Preenchedor de ruído (100), de acordo com uma das reivindicações de 1 a 5, **caracterizado** pelo fato de que o
15 identificador de região espectral (120) é configurado para varrer uma faixa de regiões espectrais da representação espectral de entrada (110) e detectar sequências contíguas (422a a 422i; 422b a 422j; 422c a 422k) de regiões espectrais quantizadas em zero, e reconhecer uma ou mais regiões espectrais centrais (422e, 422f,
20 422g) das sequências contíguas detectadas como regiões espectrais identificadas.

7. Calculador do parâmetro de preenchimento de ruído (500) para prover um parâmetro de preenchimento de ruído (512) com base em uma representação espectral quantizada (510) de
25 um sinal de áudio, é **caracterizado** por compreender:

um identificador de região espectral (520) configurado para identificar regiões espectrais (422e, 422f, 422g) da representação espectral quantizada (510) espaçadas das

regiões espectrais diferentes de zero (420a, 420b, 420c, 420d) da representação espectral quantizada (510) por pelo menos uma região espectral intermediária (422a, 422b, 422c, 422d, 422h, 422i, 422j, 422k), para obter regiões espectrais identificadas (422e, 422f, 5 422g); e

um calculador de valor de ruído (530) configurado para considerar seletivamente erros de quantização (energy (x(i))) das regiões espectrais identificadas (i) para o cálculo do parâmetro de preenchimento de ruído (512, nf).

10 8. Calculador do parâmetro de preenchimento de ruído (500), de acordo com a reivindicação 7, **caracterizado** pelo fato de que o identificador de região espectral (520) é configurado para identificar linhas espectrais (422e, 422f, 422g) da representação espectral de entrada (510), que sejam 15 quantizadas em zero e que compreendam pelo menos um primeiro número predeterminado (4) de linhas espectrais vizinhas de menor frequência (422a, 422b, 422c, 422d; 422b, 422c, 422d, 422e, 422c, 422d, 422e, 422f) quantizadas em zero e pelo menos um segundo número predeterminado (4) de linhas espectrais vizinhas de maior 20 frequência (422f, 422g, 422h, 422i; 422g, 422h, 422i, 422j; 422h, 422i, 422j, 422k) quantizadas em zero, como regiões espectrais identificadas;

onde o primeiro número predeterminado (4) é maior ou igual a 1, e onde o segundo número predeterminado (4) é 25 maior ou igual a 1; e

onde o calculador de valor de ruído (520) é configurado para considerar seletivamente os erros de quantização das regiões espectrais identificadas (i) para o cálculo do

parâmetro de preenchimento de ruído, deixando as linhas espectrais (420a, 420b, 420c, 420d) quantizadas em um valor diferente de zero e linha espectral (422a, 422b, 422c, 422d, 422h, 422i, 422j, 422k) quantizada em zero, mas não tendo o primeiro número
 5 predeterminado (4) de linhas espectrais vizinhas de menor frequência quantizadas em zero, ou o segundo número predeterminado (4) de linhas espectrais vizinhas de maior frequência quantizadas em zero fora de consideração para o cálculo do parâmetro de preenchimento de ruído.

10 9. Calculador do parâmetro de preenchimento de ruído (500), de acordo com qualquer uma das reivindicações de 7 a 8, **caracterizado** pelo fato de que o calculador de valor de ruído (530) é configurado para considerar uma energia real (energy(x(i))) dos erros de quantização das regiões espectrais
 15 identificadas (i) para o cálculo do parâmetro de preenchimento de ruído (512, nf, nf_index).

10 10. Calculador do parâmetro de preenchimento de ruído (500), de acordo com qualquer uma das reivindicações de 7 a 9, **caracterizado** pelo fato de que o calculador de valor de ruído (530) é configurado para realçar a energia não tonal do erro de
 20 quantização (energy (x(i))) distribuída em uma pluralidade de regiões espectrais identificadas com relação à energia tonal do erro de quantização concentrada em uma única região espectral ou em uma pluralidade de linhas espectrais.

25 11. Calculador do parâmetro de preenchimento de ruído (500), de acordo com uma das reivindicações de 7 a 10, **caracterizado** pelo fato de que o calculador de valor de ruído (530) é configurado para calcular a soma das energias

logaritmizadas dos erros de quantização ($\log_{10}(\text{energy}(x(i)))$) das regiões espectrais identificadas (i), para obter o parâmetro de preenchimento de ruído (512, nf, nf_index).

12. Representação do sinal de áudio codificado
 5 (900) representando um sinal de áudio, **caracterizado** por compreender uma representação do domínio espectral quantizado codificado do sinal de áudio; e

um parâmetro de preenchimento de ruído codificado;

10 onde o parâmetro de preenchimento de ruído representa um erro de quantização das regiões espectrais da representação no domínio espectral quantizada em zero e espaçada das regiões espectrais da representação no domínio espectral quantizada em um valor diferente de zero por pelo menos uma
 15 região espectral intermediária.

13. Método (700) para prover uma representação espectral com preenchimento de ruído de um sinal de áudio com base em uma representação espectral de entrada do sinal de áudio, **caracterizado** por compreender:

20 identificação (710) das regiões espectrais da representação espectral espaçadas de regiões espectrais diferentes de zero por pelo menos uma região espectral intermediária, para obter regiões espectrais identificadas; e

seletivamente introduzir (720) ruído nas regiões
 25 espectrais identificadas para obter a representação espectral com preenchimento de ruído do sinal de áudio.

14. Método (800) para prover um parâmetro de preenchimento de ruído com base na representação espectral

quantizada de um sinal de áudio, **caracterizado** por compreender:

identificar (810) regiões espectrais da
representação espectral quantizada espaçadas das regiões
espectrais diferentes de zero da representação espectral
5 quantizada por pelo menos uma região espectral intermediária para
obter regiões espectrais identificadas; e

considerar seletivamente (820) erros de
quantização das regiões espectrais identificadas para um cálculo
do parâmetro de preenchimento de ruído.

10 15. Programa de computador, **caracterizado** por
realizar o método, de acordo com a reivindicação 13 ou 14, quando
executado em um computador.

REIVINDICAÇÕES

1. "PREENCHEDOR DE RUÍDOS, CALCULADOR DO PARÂMETRO DE PREENCHIMENTO DE RUÍDO, MÉTODO PARA PROVER UM PARÂMETRO DE PREENCHIMENTO DE RUÍDO, MÉTODO PARA PROVER UMA REPRESENTAÇÃO ESPECTRAL COM PREENCHIMENTO DE RUÍDO DE UM SINAL DE ÁUDIO, CORRESPONDENTE PROGRAMA DE COMPUTADOR E SINAL CODIFICADO DE ÁUDIO", onde o preenchedor de ruídos (100) para prover uma representação espectral com preenchimento de ruído (112) de um sinal de áudio com base em uma representação espectral de entrada (110) do sinal de áudio, é **caracterizado** por compreender:

um identificador de região espectral (120) configurado para identificar regiões espectrais (422e, 422f, 422g) da representação espectral de entrada (110) que são quantizadas em zero e espaçadas das regiões espectrais diferentes de zero (420a, 420b, 420c, 420d) da representação espectral de entrada (110) por pelo menos uma região espectral intermediária (422a, 422b, 422c, 422d, 422h, 422i, 422j, 422k), para obter regiões espectrais identificadas (422e, 422f, 422g); e

um insensor de ruído (130) configurado para introduzir seletivamente o ruído nas regiões espectrais identificadas (422e, 422f, 422g) e obter a representação espectral com preenchimento de ruído (112) do sinal de áudio.

2. Preenchedor de ruídos (100), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que o identificador de região espectral (120) é configurado para identificar, como as regiões espectrais identificadas, linhas espectrais (422e, 422f, 422g) da representação espectral de entrada (110), que são quantizadas em zero e que compreendem pelo menos um primeiro

número predeterminado (4) de linhas espectrais vizinhas de menor frequência (422a, 422b, 422d; 422b, 422c, 422d, 422e, 422c, 422d, 422e, 422f) quantizadas em zero e pelo menos um segundo número predeterminado (4) de linhas espectrais vizinhas de maior
 5 frequência (422f, 422g, 422h, 422i; 422g, 422h, 422i, 422j; 422h, 422i, 422j, 422k) quantizadas em zero, como regiões espectrais identificadas;

onde o primeiro número predeterminado (4) é maior ou igual a 1, e onde o segundo número predeterminado (4) é maior
 10 ou igual a 1; e

onde o insersor de ruído (130) é configurado para introduzir seletivamente o ruído nas linhas espectrais identificadas (422e, 422f, 422g) enquanto deixa as linhas espectrais (420a, 420b, 420c, 420d) quantizadas em um valor
 15 diferente de zero e linhas espectrais (422a, 422b, 422c, 422d, 422h, 422i, 422j, 422k) quantizadas em zero, mas não tendo o primeiro número predeterminado (4) de linhas espectrais vizinhas de menor frequência quantizadas em zero, ou o segundo número predeterminado (4) de linhas espectrais vizinhas de maior
 20 frequência quantizadas em zero não afetadas pelo preenchimento de ruído.

3. Preenchedor de ruído (100), de acordo com a reivindicação 2, **caracterizado** pelo fato de que o primeiro número predeterminado (4) é igual ao segundo número predeterminado (4).

25 4. Preenchedor de ruído (100), de acordo com uma das reivindicações de 1 a 3, **caracterizado** pelo fato de que o preenchedor de ruídos é configurado para introduzir ruído somente nas regiões espectrais em uma porção superior da representação

espectral de entrada (110) do sinal de áudio, deixando uma porção inferior da representação espectral de entrada (110) do sinal de áudio não afetada pelo preenchimento de ruído.

5 5. Preenchedor de ruído (100), de acordo com uma das reivindicações de 1 a 4, **caracterizado** pelo fato de que o identificador de região espectral (120) é configurado para somar valores quantizados de intensidade (quantizados ($x(i)$)) das regiões espectrais na vizinhança espectral predeterminada bilateral de uma dada região espectral (i), para obter um valor
10 somado (E), e avaliar o valor somado (E) e decidir se a determinada região espectral (i) é uma região espectral identificada ou não.

 6. Preenchedor de ruído (100), de acordo com uma das reivindicações de 1 a 5, **caracterizado** pelo fato de que o
15 identificador de região espectral (120) é configurado para varrer uma faixa de regiões espectrais da representação espectral de entrada (110) e detectar sequências contíguas (422a a 422i; 422b a 422j; 422c a 422k) de regiões espectrais quantizadas em zero, e reconhecer uma ou mais regiões espectrais centrais (422e, 422f,
20 422g) das sequências contíguas detectadas como regiões espectrais identificadas.

 7. Calculador do parâmetro de preenchimento de ruído (500) para prover um parâmetro de preenchimento de ruído (512) com base em uma representação espectral quantizada (510) de
25 um sinal de áudio, é **caracterizado** por compreender:

 um identificador de região espectral (520) configurado para identificar regiões espectrais (422e, 422f, 422g) da representação espectral quantizada (510) espaçadas das

regiões espectrais diferentes de zero (420a, 420b, 420c, 420d) da representação espectral quantizada (510) por pelo menos uma região espectral intermediária (422a, 422b, 422c, 422d, 422h, 422i, 422j, 422k), para obter regiões espectrais identificadas (422e, 422f, 422g); e

um calculador de valor de ruído (530) configurado para considerar seletivamente erros de quantização ($energy(x(i))$) das regiões espectrais identificadas (i) para o cálculo do parâmetro de preenchimento de ruído (512, nf).

8. Calculador do parâmetro de preenchimento de ruído (500), de acordo com a reivindicação 7, **caracterizado** pelo fato de que o identificador de região espectral (520) é configurado para identificar linhas espectrais (422e, 422f, 422g) da representação espectral de entrada (510), que sejam quantizadas em zero e que compreendam pelo menos um primeiro número predeterminado (4) de linhas espectrais vizinhas de menor frequência (422a, 422b, 422c, 422d; 422b, 422c, 422d, 422e, 422c, 422d, 422e, 422f) quantizadas em zero e pelo menos um segundo número predeterminado (4) de linhas espectrais vizinhas de maior frequência (422f, 422g, 422h, 422i; 422g, 422h, 422i, 422j; 422h, 422i, 422j, 422k) quantizadas em zero, como regiões espectrais identificadas;

onde o primeiro número predeterminado (4) é maior ou igual a 1, e onde o segundo número predeterminado (4) é maior ou igual a 1; e

onde o calculador de valor de ruído (520) é configurado para considerar seletivamente os erros de quantização das regiões espectrais identificadas (i) para o cálculo do

parâmetro de preenchimento de ruído, deixando as linhas espectrais (420a, 420b, 420c, 420d) quantizadas em um valor diferente de zero e linha espectral (422a, 422b, 422c, 422d, 422h, 422i, 422j, 422k) quantizada em zero, mas não tendo o primeiro número
 5 predeterminado (4) de linhas espectrais vizinhas de menor frequência quantizadas em zero, ou o segundo número predeterminado (4) de linhas espectrais vizinhas de maior frequência quantizadas em zero fora de consideração para o cálculo do parâmetro de preenchimento de ruído.

10 9. Calculador do parâmetro de preenchimento de ruído (500), de acordo com qualquer uma das reivindicações de 7 a 8, **caracterizado** pelo fato de que o calculador de valor de ruído (530) é configurado para considerar uma energia real (energy(x(i))) dos erros de quantização das regiões espectrais
 15 identificadas (i) para o cálculo do parâmetro de preenchimento de ruído (512, nf, nf_index).

10 10. Calculador do parâmetro de preenchimento de ruído (500), de acordo com qualquer uma das reivindicações de 7 a 9, **caracterizado** pelo fato de que o calculador de valor de ruído (530) é configurado para realçar a energia não tonal do erro de
 20 quantização (energy (x(i))) distribuída em uma pluralidade de regiões espectrais identificadas com relação à energia tonal do erro de quantização concentrada em uma única região espectral ou em uma pluralidade de linhas espectrais.

25 11. Calculador do parâmetro de preenchimento de ruído (500), de acordo com uma das reivindicações de 7 a 10, **caracterizado** pelo fato de que o calculador de valor de ruído (530) é configurado para calcular a soma das energias

logaritmizadas dos erros de quantização ($\log_{10}(\text{energy}(x(i)))$) das regiões espectrais identificadas (i), para obter o parâmetro de preenchimento de ruído (512, nf , nf_index).

12. Representação do sinal de áudio codificado
 5 (900) representando um sinal de áudio, **caracterizado** por compreender uma representação do domínio espectral quantizado codificado do sinal de áudio; e

um parâmetro de preenchimento de ruído codificado;

10 onde o parâmetro de preenchimento de ruído representa um erro de quantização das regiões espectrais da representação no domínio espectral quantizada em zero e espaçada das regiões espectrais da representação no domínio espectral quantizada em um valor diferente de zero por pelo menos uma
 15 região espectral intermediária.

13. Método (700) para prover uma representação espectral com preenchimento de ruído de um sinal de áudio com base em uma representação espectral de entrada do sinal de áudio, **caracterizado** por compreender:

20 identificação (710) das regiões espectrais da representação espectral espaçadas de regiões espectrais diferentes de zero por pelo menos uma região espectral intermediária, para obter regiões espectrais identificadas; e

seletivamente introduzir (720) ruído nas regiões
 25 espectrais identificadas para obter a representação espectral com preenchimento de ruído do sinal de áudio.

14. Método (800) para prover um parâmetro de preenchimento de ruído com base na representação espectral

quantizada de um sinal de áudio, **caracterizado** por compreender:

identificar (810) regiões espectrais da
representação espectral quantizada espaçadas das regiões
espectrais diferentes de zero da representação espectral
5 quantizada por pelo menos uma região espectral intermediária para
obter regiões espectrais identificadas; e

considerar seletivamente (820) erros de
quantização das regiões espectrais identificadas para um cálculo
do parâmetro de preenchimento de ruído.

10 15. Programa de computador, **caracterizado** por
realizar o método, de acordo com a reivindicação 13 ou 14, quando
executado em um computador.

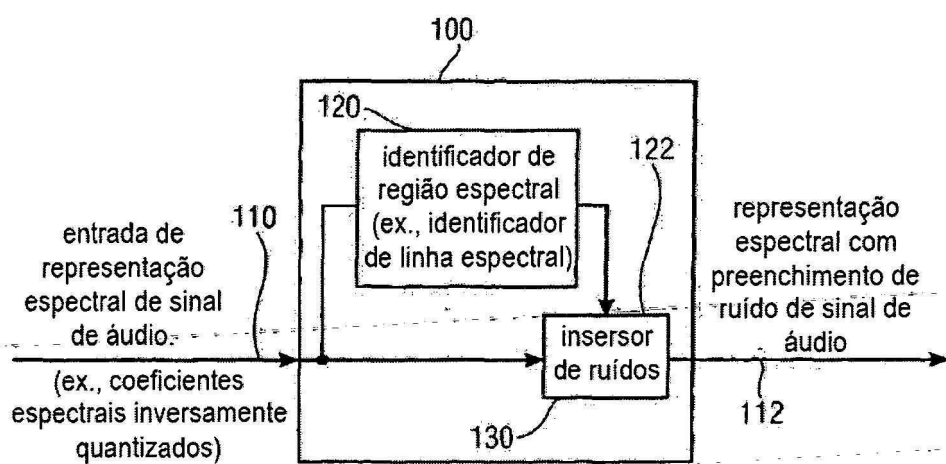


FIG 1

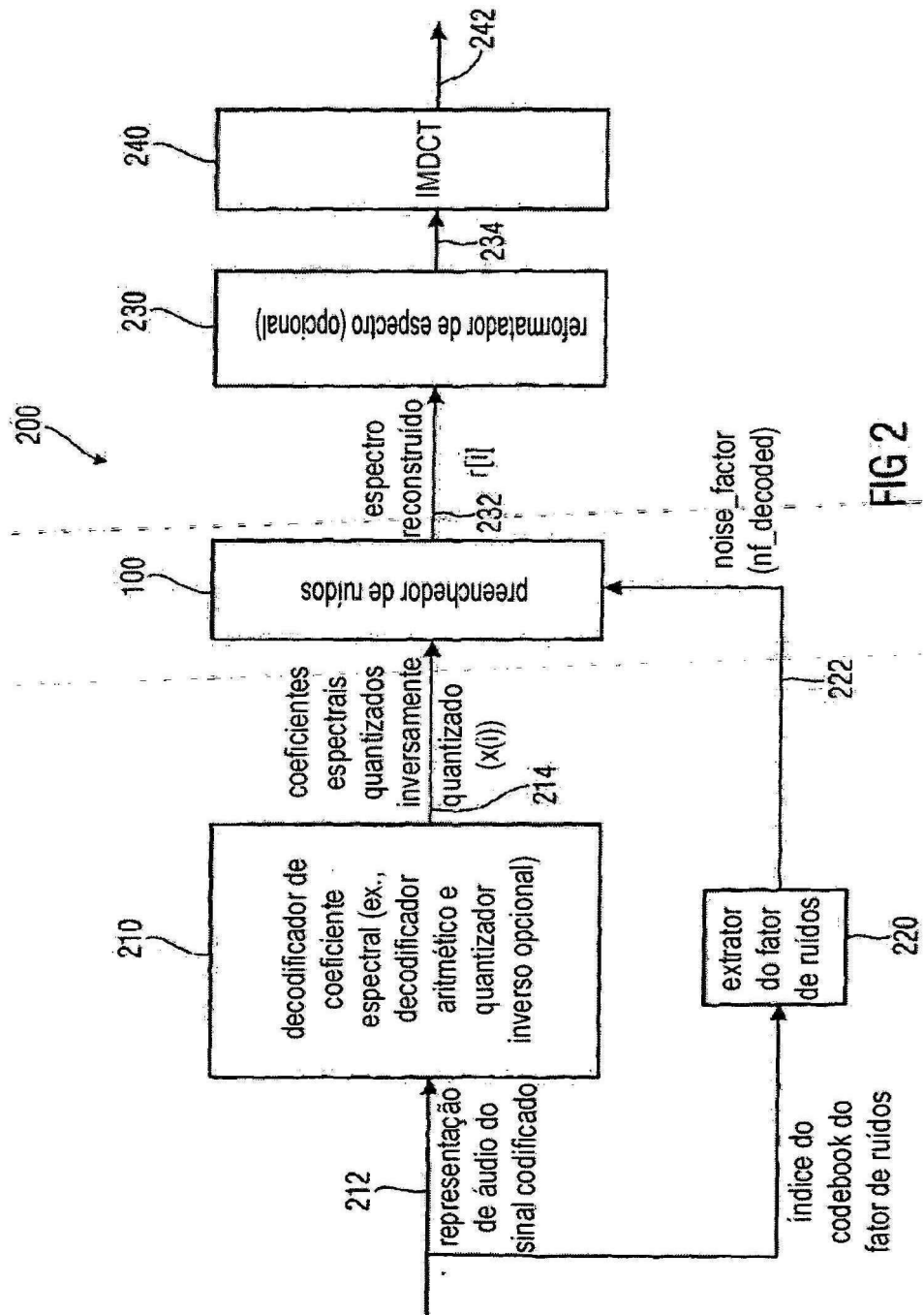


FIG 2

300

```

% Pseudo code noise filling decoder side
% Detect Regions
R = {};
MinimalRunLength = 8;
For (all lines in the second half of the spectra)
    E=0
310 {
        For (i from line_index - (MinimalRunLength)/2 to line_index + (MinimalRunLength)/2)
            E=E+quantized(x(i));
        End for
        If E==0
            R = {R, line_index};
        End if
    End for

320 {
    %Decode noise floor
    nf_decoded = 0.0625*(8-index);

    330 {
        %Fill with noise
        For (all i in R)
            x(i) = random (-1, +1)*nf_decoded;
        End for

    %End of pseudo-code noise filling decoder side

```

FIG 3

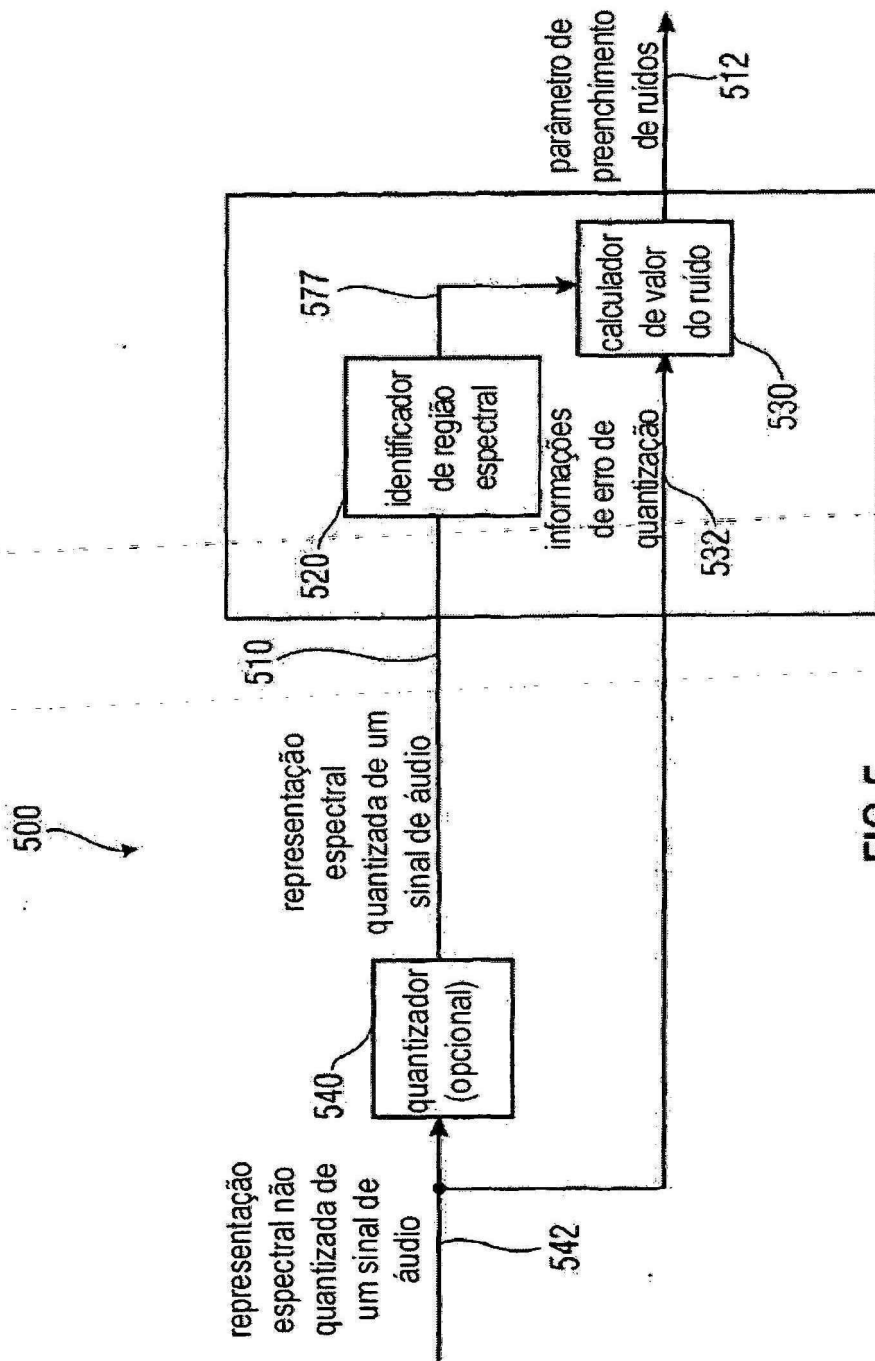


FIG 5

600

% Pseudo of code noise filling encoder side

```

610 { % Detect Regions
      R = {};
      MinimalRunLength = 8;
      For (all lines in the second half of the spectra)
          E=0
          For (i from line index - (MinimalRunLength)/2 to line
              index + (MinimalRunLength)/2)
              E=E+quantized(x(i));
          End for
          If E==0
              R = {R, line index};
          End if
      End for

620 { %Compute noise floor
      nf = 0;
      n=0;
      For (all i in R)
          nf = E+log10(energy(x(i)));
          n = n+1;
      End for

630 { %Quantize nf
      index=max(0, min (7, int (8-16*power (10, (nf/ (2*n))))));

      % end of pseudo code noise filling encoder side
  
```

FIG 6

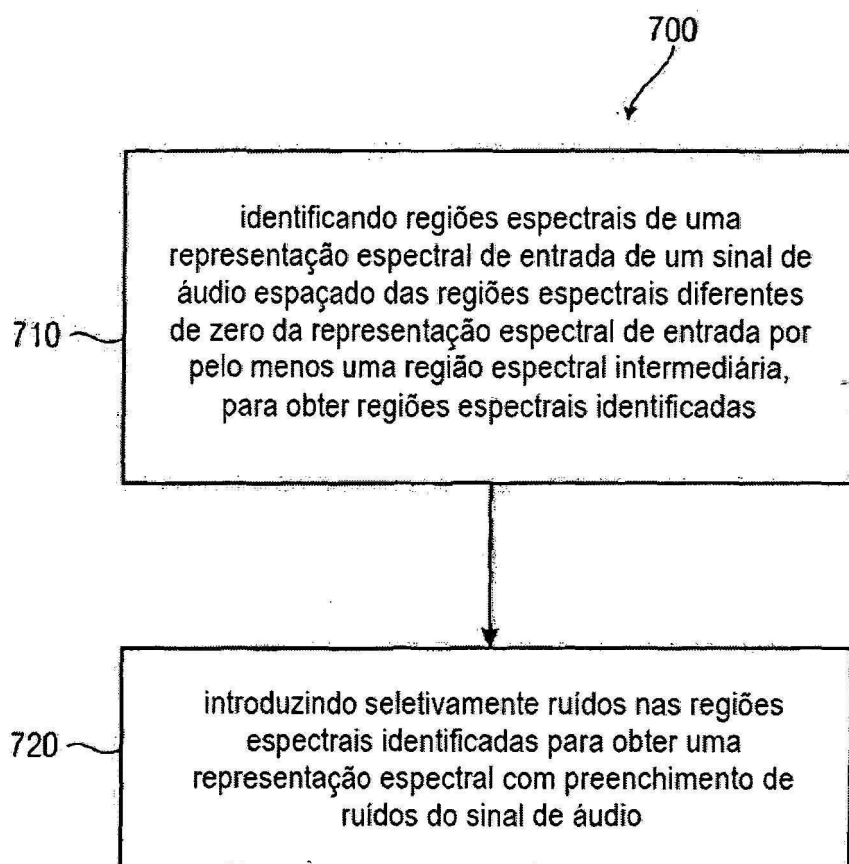


FIG 7

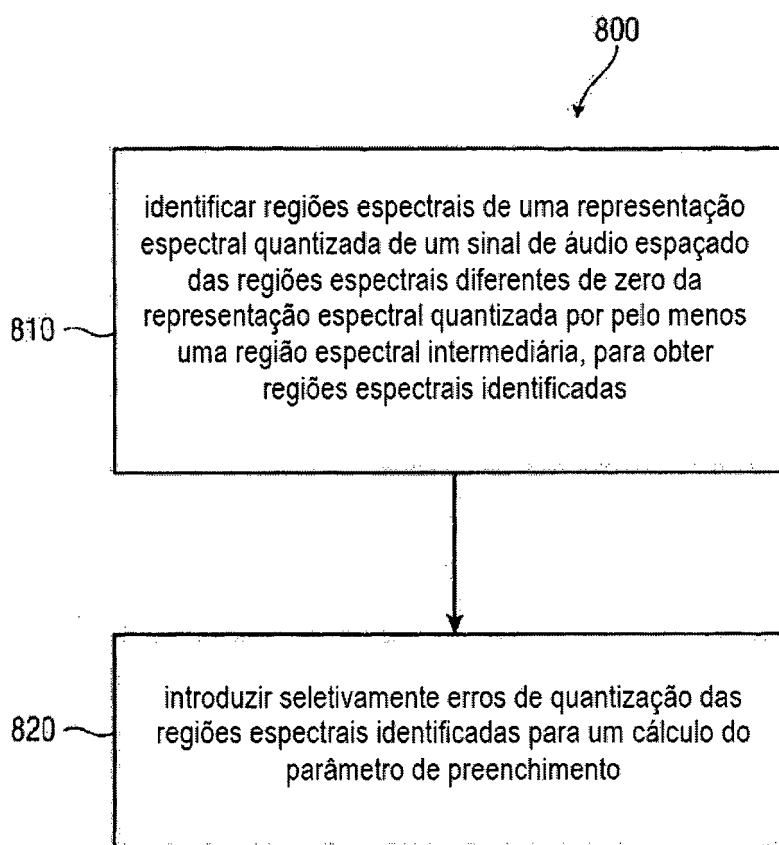


FIG 8

900

Representação do sinal de áudio;



parâmetro de preenchimento de ruídos;

codificando a representação no domínio espectral:



FIG 9

RESUMO

"PREENCHEDOR DE RUÍDOS, CALCULADOR DO PARÂMETRO DE PREENCHIMENTO DE RUÍDO, MÉTODO PARA PROVER UM PARÂMETRO DE PREENCHIMENTO DE RUÍDO, MÉTODO PARA PROVER UMA REPRESENTAÇÃO ESPECTRAL COM PREENCHIMENTO DE RUÍDO DE UM SINAL DE ÁUDIO, 5 CORRESPONDENTE PROGRAMA DE COMPUTADOR E SINAL CODIFICADO DE ÁUDIO"

Preenchedor de ruídos para prover uma representação espectral com preenchimento de ruído de um sinal de áudio com base em uma representação espectral de entrada do sinal de áudio, com um calculador do parâmetro de preenchimento de ruído 10 para prover um parâmetro de preenchimento de ruído com base em uma representação espectral quantizada de um sinal de áudio, com uma representação do sinal de áudio codificado representando um sinal de áudio, com um método para prover uma representação espectral 15 com preenchimento de ruído de um sinal de áudio, com um método para prover um parâmetro de preenchimento de ruído com base em uma representação espectral quantizada de um sinal de áudio, e com programas de computadores para a implementação dos referidos métodos.