



No. 11-003109-00000-0000

Fecha: 2011-01-13 15:07:57 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTE IYII Eve 378 FASE NACIONAL I
Act. 411 PRESENTACION Folios 144

PCT



Industria y Comercio

SUPERINTENDENCIA

DELEGATURA PROPIEDAD INDUSTRIAL

SOLICITUD
REGISTRO DE PATENTE DE INVENCION
PCT

EXPEDIENTE No

11-3109

TITULO RELLENADOR DE RUIDO, CALCULADOR
DE PARÁMETRO DE RELLENO DE RUIDO,
METODO PARA PROPORCIONAR UN
PARAMETRO DE RELLENO DE RUIDO, MÉTODO
PARA PROPORCIONAR UNA REPRESENTACIÓN
ESPECTRAL RELLENADA CON RUIDO DE UNA
SEÑAL DE AUDIO, PROGRAMA DE
COMPUTADORA CORRESPONDIENTE Y SEÑAL
DE AUDIO CODIFICADA

CLASIFICACION INTERNACIONAL

SOLICITANTE Fraunhofer-Gesellschaft zur
Förderung der angewandten Forschung e.V.

DOMICILIO Munich, AlemaniaAPODERADO JUANITA ACOSTA GOMEZ

BOGOTA D.C.

96
11-02-2011



No. 11-003109- -00000-0000

Fecha: 2011-01-13 15:07:57 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra 11. PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 144

FORMULARIO UNICO DE SOL
PCT

ENTRADA EN FASE NACIONAL

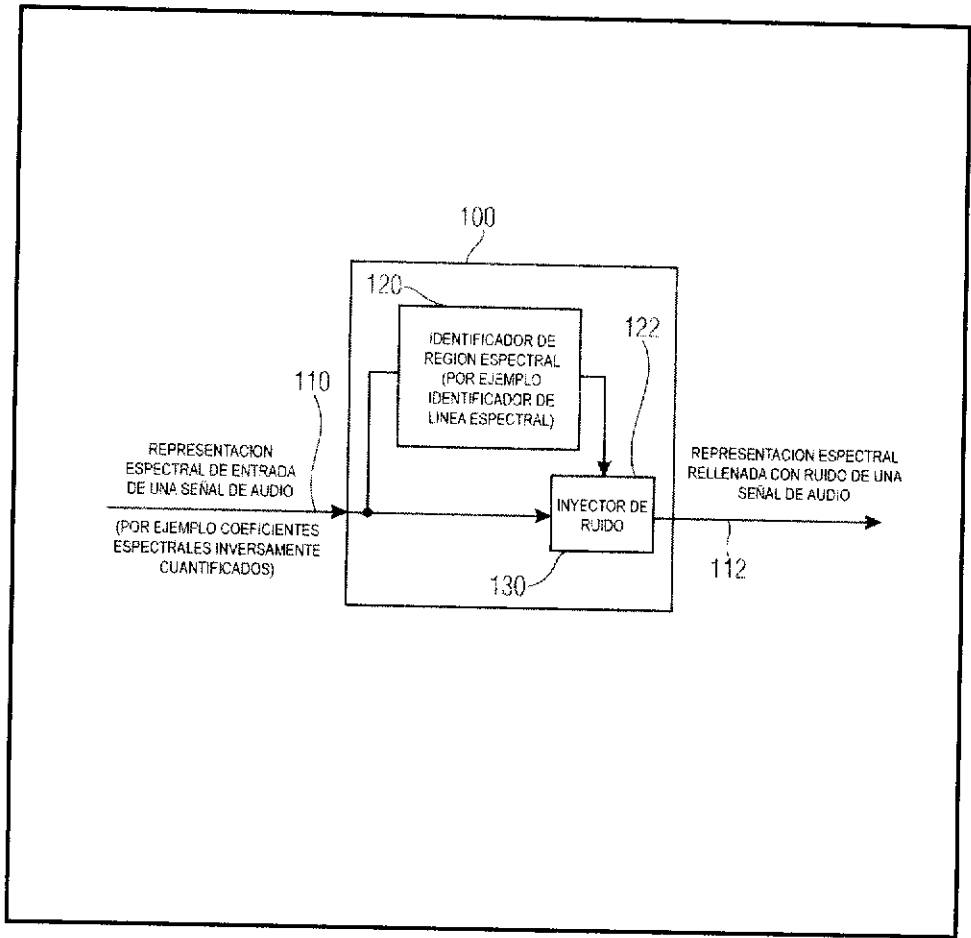
① SOLICITUD DE:			
☒ Patente de Invención		☐ Patente de Modelo de Utilidad	
☒ Capítulo I		☐ Capítulo II	
② SOLICITANTE	Nombre: Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V.		IDENTIFICACION ☐ NIT ☐ NIT ☐ Otro ☒ Otro Cual Número
	Dirección: Hansastraße 27c 80686 Munich, Alemania		
	Nacionalidad o Domicilio: Munich, Alemania		
	Lugar de Constitución: Alemania		
	Teléfono: 3137800 Fax: 3122410		
	E-mail: general@cardenasycardenas.com		
③ REPRESENTANTE O APODERADO	Nombre: JUANITA ACOSTA GOMEZ		IDENTIFICACION ☐ NIT ☐ NIT ☒ CC ☐ Otro Cual 52618636 BTA Número 79.686 C.S.J.
	Dirección: Carrera 7 No 71-52 Torre B Piso 9		
	Teléfono: 312 3600 Fax: 312 2410		
	E-Mail: general@cardenasycardenas.com		
④ INVENTOR(ES) (72)	Nombre: VER ANEXO		
	Dirección: VER ANEXO		
	Nacionalidad o Domicilio: VER ANEXO		
⑤ PCT (86)			
Solicitud Internacional No. WO/2010/003565		Fecha 14.01.2010	
Publicación Internacional No. PCT/EP2009/004653		Fecha 26.06.2009	
⑥ Título(54): RELLENADOR DE RUIDO, CALCULADOR DE PARÁMETRO DE RELLENO DE RUIDO, METODO PARA PROPORCIONAR UN PARAMETRO DE RELLENO DE RUIDO, MÉTODO PARA PROPORCIONAR UNA REPRESENTACIÓN ESPECTRAL RELLENADA CON RUIDO DE UNA SEÑAL DE AUDIO, PROGRAMA DE COMPUTADORA CORRESPONDIENTE Y SEÑAL DE AUDIO CODIFICADA			
⑦ Clasificación Internacional (51):			
⑧ Prioridad SI ☒ NO ☐	(33)País de Origen	(32)Fecha	(31)N° de Solicitud
	US	11.07.2008	61/079,872
	US	10.08.2008	61/103,820
⑨ Comprobante de Pago No.: 11-001183 Fecha Enero 06, 2011			

④ INVENTOR(ES) (72)	Nombre:	1. Nikolaus Rettelbach 2. Bernhard Grill 3. Guillaume Fuchs 4. Stefan Geyersberger 5. Markus Multus 6. Harald Popp 7. Juergen Herre 8. Stefan Wabnik 9. Gerald Schuller 10. Jens Hirschfeld
	Dirección:	1. Spessartstrasse 38 90427 Nuernberg, Alemania 2. Peter-Henlein-Strasse 7 91207 Lauf, Alemania 3. Parkstrasse 12 90409 Nuernberg, Alemania 4. Otto-Roth-Strasse 90 97076 Würzburg, Alemania 5. Etzlaubweg 7 90469 Nuernberg, Alemania 6. Obermichelbacher Strasse 18 90587 Tuchenbach, Alemania 7. Hallerstrasse 24 91054 Buckenhof, Alemania 8. Fichtenweg 5 98693 Ilmenau, Alemania 9. Leopoldstrasse 13 99089 Erlangen, Alemania 10. Steinweg 32 36266 Heringen, Alemania
	Nacionalidad o Domicilio:	1. Alemán 2. Alemán 3. Francés 4. Alemán 5. Alemán 6. Alemán 7. Alemán 8. Alemán 9. Alemán 10. Alemán

⑩ ANEXOS

- ☒ Comprobante de pago de la tasa de presentación de la solicitud.
- ☒ Documento que acredite la existencia y representación legal cuando el solicitante sea persona jurídica.
- ☒ Poderes, si fuere el caso.
- ☐ Documento de cesión del inventor al solicitante o a su causante.
- ☒ Traducción de la solicitud internacional al castellano (Resumen, Resumen, descripción, reivindicaciones, dibujos)
- ☐ Copia del examen preliminar internacional efectuado por la Autoridad Internacional de Examen Preliminar (IPEA)
- ☐ Traducción del examen preliminar internacional efectuado por la IPEA.
- ☐ De ser el caso, copia del contrato de acceso.
- ☐ De ser el caso, documento que acredite la licencia o autorización de uso de conocimientos tradicionales de las comunidades indígenas.
- ☐ De ser el caso, certificado de depósito del material biológico.
- ☒ Arte final 12x12.
- ☐ De ser el caso, información sobre otras solicitudes de patente o títulos obtenidos en el extranjero por el mismo titular o su causante, relacionadas parcial o totalmente con la invención de esta solicitud.
- ☐ De ser el caso, modificaciones efectuadas a la solicitud internacional.
- ☒ Prioridad <http://www.wipo.int/pcladb/en/wo.jsp?WO=2010003565&IA=EP2009004653&DISPLAY=DOCS>
- ☒ Recibo de Reivindicaciones adicionales

11 FIGURA CARACTERISTICA



12

Solicito la Concesión de la patente

NOMBRE: JUANITA ACOSTA GOMEZ

FIRMA:

C.C. 52618636 BTA TP 79686 C.S.J.

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

NIT : 800.176.089-2

-/-

Industria y Comercio
SUPERINTENDENCIA

RECIBO DE CAJA

No. 11 - 001183

Bogotá D.C., 06 de 2011 - 15:34:36

RECIBIDO DE : CARDENAS & CARDENAS ABOGADOS PI LTDA

NI 830.083.491

*** Soporte del Pago ***

TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PAGO	VR PAGO
CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062754387	157709366	06/01/2011	6.543.950.00

*** Conceptos Pagados ***

CANT. RENTISTICO	CONCEPTO	Vr. UNIDITARIO	Vr. CONCEPTO
1 50005-01-01 SOLICITUDES	1 TRAMITES DE SOL. DE PATENTE DE INVENCIÓN	571.000.00	571.000.00
			\$571.000.00

SON: **QUINIENTOS SETENTA Y UN MIL PESOS MONEDA CORRIENTE**

Responsable: _____

Recibo de Caja Aplicado al Expediente No. _____

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 11-003109- -00000-0000

Fecha: 2011-01-13 15:07:57 Dep. 2020 DIR NUEVASCR
Tra 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 144

CARDENAS & CARDENAS
ABOGADOS

Sede Centro: Carrera 13 No. 27 - 00 Pisos 3,4,5 y 10 Bogotá, D.C.- Colombia

Web: www.sic.gov.co e-mail: info@sic.gov.co Conmutador: (571) 5870000 Fax: (571) 5870284 Línea: 018000-910165 Call Center: (571) 5513240

Enero 6 de 2011 - 15:34:37

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

NIT : 800.176.089-2

- / -

 Industria y Comercio SUPERINTENDENCIA	RECIBO DE CAJA	No. 11 - 001187
	Bogotá D.C., 06 de 2011 - 15:34:36	

RECIBIDO DE : CARDENAS & CARDENAS ABOGADOS PI LTDA

NI 830.083.491

*** Soporte del Pago ***

TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PAGO	VR PAGO
CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062754387	157709366	06/01/2011	6.543.950.00

*** Conceptos Pagados ***

CANT. RENTISTICO	CONCEPTO	Vr.UNDITARIO	Vr.CONCEPTO
1 50005-01-01 SOLICITUDES	1607 REIVINDICACION UNITARIA ADICIONAL A LAS 10 INICIALES	27.000.00	27.000.00
		\$27.000.00	

SON: **VEINTISIETE MIL PESOS MONEDA CORRIENTE**

Responsable: _____

Recibo de Caja Aplicado al Expediente No. _____

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 11-003109- -00000-0000

Fecha: 2011-01-13 15:07:57 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
 Tra: 11 PATENTEIYII Lve: 378 FASENACIONALI
 Act. 411 PRESENTACION Folios: 144

Sede Centro: Carrera 13 No. 27 - 00 Pisos 3,4,5 y 10 Bogotá, D.C.- Colombia

Web: www.sic.gov.co e-mail: info@sic.gov.co Conmutador: (571) 5870000 Fax: (571) 5870284 Línea: 018000-810165 Call Center: (571) 6513240

Enero 6 de 2011 - 15:34:37

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

NIT : 800.176.089-2

- / -



RECIBO DE CAJA

No. 11 - 001190

Bogotá D.C., 06 de 2011 - 15:34:36

RECIBIDO DE : CARDENAS & CARDENAS ABOGADOS PI LTDA

NI 830.083.491

*** Soporte del Pago ***

TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PAGO	VR PAGO
CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062754387	157709366	06/01/2011	6.543.950.00

*** Conceptos Pagados ***

CANT	RENTISTICO	CONCEPTO	Vr. UNIDITARIO	Vr. CONCEPTO
1	50005-01-01 SOLICITUDES	1607 REIVINDICACION UNITARIA ADICIONAL A LAS 10 INICIALES	27.000.00	27.000.00
			\$27.000.00	

SON: **VEINTISIETE MIL PESOS MONEDA CORRIENTE***

Responsable: _____

Recibo de Caja Aplicado al Expediente No. _____

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 11-003109- -00000-0000

Fecha: 2011-01-13 15:07:57 Dep. 2020 DIR. NUEVASCR
Tra. 11 PATENTE IYII Eve: 378 FASE NACIONAL I
Act. 411 PRESENTACION Folios: 144

CARDENAS & CARDENAS
ABOGADOS

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

NIT : 800.176.089-2

- / -



RECIBO DE CAJA

No. 11 - 001191

Bogotá D.C., 06 de 2011 - 15:34:36

RECIBIDO DE : CARDENAS & CARDENAS ABOGADOS PI LTDA

NI 830.083.491

*** Soporte del Pago ***

TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PAGO	VR PAGO
CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062754387	157709366	06/01/2011	6.543.950.00

*** Conceptos Pagados ***

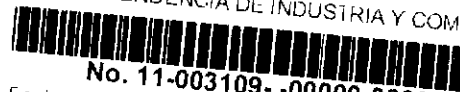
CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	Vr.UNDITARIO	Vr.CONCEPTO
1	50005-01-01 SOLICITUDES	1607 REIVINDICACION UNITARIA ADICIONAL A LAS 10 INICIALES	27.000.00	27.000.00
				\$27.000.00

SON: **VEINTISIETE MIL PESOS MONEDA CORRIENTE**

Responsable: _____

Recibo de Caja Aplicado al Expediente No. _____

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 11-003109 - 00000-0000

Fecha: 2011-01-13 15:07:57 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Evg. 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 144

CARDENAS & CARDENAS
ABOGADOS

Sede Centro: Carrera 13 No. 27 - 00 Pisos 3,4,5 y 10 Bogotá, D.C.- Colombia

Web: www.sic.gov.co e-mail: info@sic.gov.co Conmutador: (571) 5870000 Fax: (571) 5870284 Línea: 018000-910165 Call Center: (571) 6513240

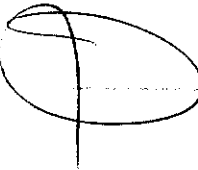
Enero 6 de 2011 - 15:34:38

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 11-003109- -00000-0000

Fecha: 2011-01-13 15:07:57 Dep. 2020 DIR NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYI Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 144

 ~~CHABERAS & CHABERAS~~

~~CHABERAS~~

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 11-003109-00000-0000

Fecha: 2011-01-13 15:07:57 Dep. 2020 DIR NUEVASCR
Tra 11 PATENTEIYII Eve 378 FASENACIONALI
Act 411 PRESENTACION Folios: 144



Industria y Comercio

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

DIVISION DE NUEVAS CREACIONES

TARJETA ARCHIVO PROPIETARIOS

PATENTE DE INVENCION ☐ PCT ☒ MODELO DE UTILIDAD ☐ DISEÑO INDUSTRIAL ☐

SUPERINTENDENCIA

(21) N° de solicitud:

(22) Fecha de solicitud:

(51) Clasificación Internacional:

(71) Solicitante(s) **Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V.**

(72) Inventor(es) **Nikolaus Rettelbach, Bernhard Grill, Guillaume Fuchs...**

(74) Apoderado: **JUANITA ACOSTA GOMEZ**

(30) Prioridad	(31) No. Prioridad	(32) Fecha	(33) País
	61/079,872	11.07.2008	US
	61/103,820	08.10.2008	US

(85) Fecha inicio fase nacional: **11.02.2011**

(86) Datos relativos a la presentación de la solicitud PCT

Fecha de presentación de la solicitud: **26.06.2009**

No. de solicitud **PCT/EP2009/004653**

(54) Título **RELLENADOR DE RUIDO, CALCULADOR DE PARÁMETRO DE RELLENO DE RUIDO, METODO PARA PROPORCIONAR UN PARAMETRO DE RELLENO DE RUIDO, MÉTODO PARA PROPORCIONAR UNA REPRESENTACIÓN ESPECTRAL RELLENADA CON RUIDO DE UNA SEÑAL DE AUDIO, PROGRAMA DE COMPUTADORA CORRESPONDIENTE Y SEÑAL DE AUDIO CODIFICADA**

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

DIVISION DE NUEVAS CREACIONES

TARJETA ARCHIVO TEMATICO

Industria y Comercio

SUPERINTENDENCIA

PATENTE DE INVENCION

PCT X

MODELO DE UTILIDAD

DISEÑO INDUSTRIAL

(21) N° de solicitud:

(22) Fecha de solicitud:

(51) Clasificación Internacional:

(71) Solicitante(s) **Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V.**

(72) Inventor(es) **Nikolaus Rettelbach, Bernhard Grill, Guillaume Fuchs...**

(74) Apoderado: **JUANITA ACOSTA GOMEZ**

(30) Prioridad	(31) No. Prioridad	(32) Fecha	(33) País
	61/079,872	11.07.2008	US
	61/103,820	08.10.2008	US

(85) Fecha límite inicio fase nacional: 11.02.2011

(86) Datos relativos a la presentación de la solíc. PCT

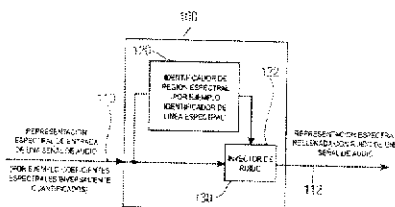
Fecha de presentación de la solicitud: 26.06.2009

No. de solicitud **PCT/EP2009/004653**

(87) Publicación internacional:

Fecha: 14.01.2010

No. Publicación **WO/2010/003565**



(54) Título: **RELLENADOR DE RUIDO, CALCULADOR DE PARÁMETRO DE RELLENO DE RUIDO, METODO PARA PROPORCIONAR UN PARAMETRO DE RELLENO DE RUIDO, MÉTODO PARA PROPORCIONAR UNA REPRESENTACIÓN ESPECTRAL RELLENADA CON RUIDO DE UNA SEÑAL DE AUDIO, PROGRAMA DE COMPUTADORA CORRESPONDIENTE Y SEÑAL DE AUDIO CODIFICADA**

(57) Resumen: Un relleno de ruido para proveer una representación espectral rellena con ruido de una señal de audio sobre la base de una representación espectral de entrada de la señal de audio comprende un identificador de región espectral configurado para identificar regiones de la representación espectral de entrada espaciadas de regiones espectrales no nulas de la representación espectral de entrada por al menos una región espectral intermedia, para obtener regiones espectrales identificadas, y un insertador de ruido configurado para introducir selectivamente ruido dentro las regiones espectrales identificadas para obtener la representación espectral rellena con ruido de la señal de audio. Un calculador de parámetro de relleno de ruido para proveer un parámetro de relleno de ruido sobre la base de una representación espectral cuantificada de una señal de audio comprende un identificador de región espectral, como se menciona arriba, y un calculador de valor de ruido configurado para considerar selectivamente errores de cuantificación de las regiones espectrales identificadas para un cálculo del parámetro de relleno de ruido. Consecuentemente, se puede obtener una representación de señal de audio codificada que representa la señal de audio.

(21) N° de solicitud:				(51) Int Cl:	
(22) Fecha de solicitud:				(71) Solicitante(s) Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V.	
(30) Prioridad	(31) No. Prioridad	(32) Fecha	(33) Pais	(72) Inventor(es) Nikolaus Rettelbach, Bernhard Grill, Guillaume Fuchs...	
	61/079,872	11.07.2008	US	(74) Apoderado: JUANITA ACOSTA GOMEZ	
	61/103,820	08.10.2008	US		
(85) Fecha limite inicio fase nacional: 11.02.2011				(87) Publicación internacional	
(86) Datos relativos a la presentación de la solicitud PCT				Fecha: 14.01.2010	
Fecha de presentación de la solicitud: 26.06.2009				N° publicación: WO/2010/003565	
No. de solicitud PCT/EP2009/004653					
(54) Titulo: RELLENADOR DE RUIDO, CALCULADOR DE PARAMETRO DE RELLENO DE RUIDO, METODO PARA PROPORCIONAR UN PARAMETRO DE RELLENO DE RUIDO, MÉTODO PARA PROPORCIONAR UNA REPRESENTACIÓN ESPECTRAL RELLENADA CON RUIDO DE UNA SEÑAL DE AUDIO, PROGRAMA DE COMPUTADORA CORRESPONDIENTE Y SEÑAL DE AUDIO CODIFICADA					

Resumen: Un relleno de ruido para proveer una representación espectral rellena con ruido de una señal de audio sobre la base de una representación espectral de entrada de la señal de audio comprende un identificador de región espectral configurado para identificar regiones de la representación espectral de entrada espaciadas de regiones espectrales no nulas de la representación espectral de entrada por al menos una región espectral intermedia, para obtener regiones espectrales identificadas, y un insertador de ruido configurado para introducir selectivamente ruido dentro las regiones espectrales identificadas para obtener la representación espectral rellena con ruido de la señal de audio. Un calculador de parámetro de relleno de ruido para proveer un parámetro de relleno de ruido sobre la base de una representación espectral cuantificada de una señal de audio comprende un identificador de región espectral, como se menciona arriba, y un calculador de valor de ruido configurado para considerar selectivamente errores de cuantificación de las regiones espectrales identificadas para un cálculo del parámetro de relleno de ruido. Consiguientemente, se puede obtener una representación de señal de audio codificada que representa la señal de audio.

000854

- Colombia -

POWER OF ATTORNEY

I, Werner Liebler, confirm:

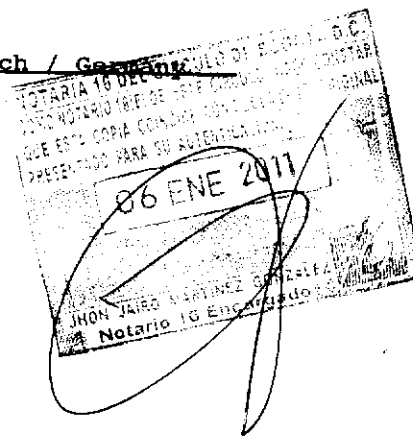
FIRST: That I act in my capacity of deputy chief of the Patent Department of **Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V.**, legally constituted and in existence in accordance with the laws of Germany, and domiciled at Hansastrasse 27c, 80686 Muenchen, Germany.

SECOND: That in such capacity I grant hereby special, ample and sufficient Power of Attorney to DARIO CARDENAS-NAVAS and/or LUZ HELENA ADARVE-GOMEZ and/or EDUARDO CARDENAS-CABALLERO and/or BERNARDO P. CARDENAS-MARTINEZ and/or JUANITA ACOSTA GOMEZ and/or JULY GALINDO QUINTERO registered lawyers of the firm CARDENAS & CARDENAS-LAWYERS, domiciled at Carrera 7 No. 71-52, Torre B, Piso 9 Bogotá, D.C., Colombia, to carry before the corresponding Colombian national Offices and authorities the proceedings to obtain trademarks, patents, utility models, industrial drawings and designs, deposits of commercial names and ensigns, as well as processing of renewals, assignments, change of name or domicile of the owner, waivers and licenses of the same for which purpose they are empowered to take before said authorities all necessary actions for the indicated purposes; to file applications, statements, claims, formulate descriptions, amendments, oppositions and appeals; pay all taxes and installments and make any other payments determined by law; to receive every document and values issuing the respective discharge; to fulfill any other requirements and take, in general, every measure that they shall deem opportune for the defense and protection of the Industrial Property of the company in the event of infringements, oppositions, proceedings for cancellation or annulment, imposition of fines, passing the antecedents to the courts; they are empowered to appear as plaintiff or defendant before the competent judges, being entitled to transact, submit to arbitration, waive, receive, resign, withdraw, appeal and all other legal powers which may be necessary, and it is hereby declared ever since now valid and good whatever such attorneys do for its benefit, granting them also power to substitute this proxy and if necessary to revoke such substitutions.

SIGNED AT Dezember 6th, 2010 ON Munich / Germany

BY Werner Liebler

Norm Childs



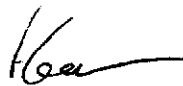
File No. H 2294 / 2010
ag

I hereby certify that above is the true signature, subscribed in my presence of

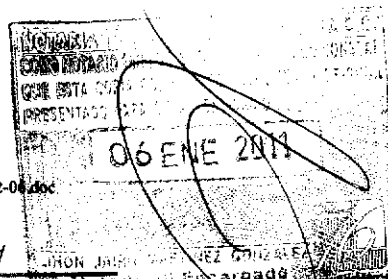
Mr. Dr. Werner Liebler,
born on May 6th, 1961,
business address: Hansastr. 27 c, 80686 Munich,
personally known to me.

Dr. Werner Liebler acting by virtue of
Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V.
with its registered office in Munich,
business address: 80686 München, Hansastr. 27 c,
of power of attorney dated on July 13th, 2000, File No. 3076 K /2000, and
July 18th, 2000, File No. 3170 K /2000, by Notary Public, Dr. Helmut Keidel,
Munich, presented to me today in the original and which is attached as certi-
fied copy.

Munich, Dezember 6th, 2010


Thomas Haasen,
Notary Public, Munich

H:\Grunert\Unterschriftsbeglaubigungen\Dr. Liebler (Fraunhofer) engl 10-12-06.doc



ABOGADOS
CARDENAS & CARDENAS

APOSTILLE

(Convention de La Haye du 5 octobre 1961)

1. Land: Bundesrepublik Deutschland
2. Diese öffentliche Urkunde
ist unterschrieben von **Thomas Haasen**
3. in seiner Eigenschaft als **Notar**
4. Sie ist versehen mit dem Siegel des **Notars Thomas Haasen in München**

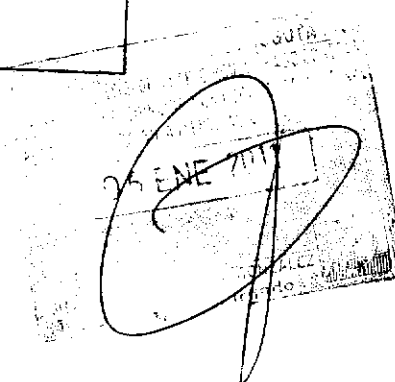
Bestätigt

5. in München
6. am **7. Dezember 2010**
7. durch den **Präsidenten des Landgerichts München I**
8. unter Nr. **910 a - 9274/2010**
9. Siegel

10. Unterschrift
Im Auftrag:

Christine Köppl

Köppl
Christine Köppl
Amtsinspektorin



Certified Copy

www.cardenasycardenas.com
Cra 7 No. 71 - 52 Torre B, Piso 91 Bogotá D.C. Colombia
Tel: (571) 313 7800 - 312 3600 Fax: (571) 312 3440
gerencia@cardenasycardenas.com



Fraunhofer Gesellschaft

Fraunhofer-Gesellschaft Postfach 19 03 39 D-80603 München

Vorstand

Leonrodstraße 54
D-80636 München

Telefon +49 (0) 89/12 05-01
Telefax +49 (0) 89/12 05-700

Vollmacht

Hiermit bevollmächtigen wir

Herrn Dr. Werner Liebler
geb. 06.05.1961
geschäftsmässig: Patentstelle für
die Deutsche Forschung
Leonrodstraße 68
80636 München

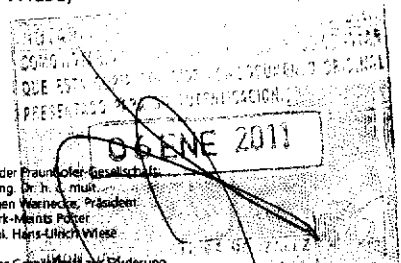
die

Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung
der angewandten Forschung e.V.,
Leonrodstraße 54, 80636 München

bis auf Widerruf in allen Angelegenheiten des Gesetzes über Arbeitnehmererfindungen
rechtsverbindlich zu vertreten. Darüberhinaus wird Herr Dr. Liebler bevollmächtigt, bei
Schutzrechtsverfahren im Ausland lokale Patentanwälte zu beauftragen.

(Dr. D.-M. Polter)

(Dr. H.-U. Wiese)



Vorstand der Fraunhofer-Gesellschaft
Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. mult.
Hans-Jürgen Warnecke, Präsident
Dr. jur. Dirk-Martin Polter
Dr. rer. pol. Hans-Ulrich Wiese

Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung
der angewandten Forschung e.V., München

Bankverbindung: Deutsche Bank, München
Konto 7521 933 BLZ 700 700 10

ABOGADOS
CARDENAS
CARDENAS

URNr. 3076K

Ich beglaube hiermit die Echtheit der vorstehenden, vor mir vollzogenen
Unterschrift von

Herrn Dr. Dirk-Meints Polter,
Vorstandsmitglied in München,

geschäftsansässig Leonrodstr. 54, 80636 München,
persönlich bekannt.

Hierzu bescheinige ich aufgrund Einsicht in das Vereinsregister des
Amtsgerichts München (VR-Nr. 4461) vom 12.07.2000, daß die Herren
Dr. Dirk-Meints Polter und Dr. Hans-Ulrich Wiese zur Vertretung des Vereins

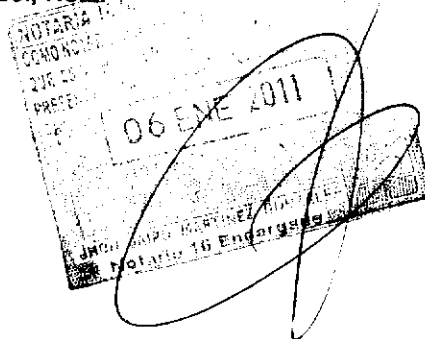
**Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung
der angewandten Forschung eingetragener Verein
mit dem Sitz in München**

als Vorstandsmitglieder gemeinsam berechtigt sind.

München, den 13.07.2000




Dr. Keidel, Notar



URNr. 3170 K

Ich beglaubige hiermit die Echtheit der vorstehenden, vor mir vollzogenen
Unterschrift von

Herrn Dr. Hans-Ulrich Wiese,
Vorstandsmitglied in München,

geschäftsansässig Leonrodstr. 54, 80636 München,
ausgewiesen durch amtlichen Lichtbildausweis.

Hierzu bescheinige ich aufgrund Einsicht in das Vereinsregister des
Amtsgerichts München –VR-Nr. 4461- vom 12.07.2000, dass die Herren
Dr. Dirk-Meints Polter und Dr. Hans-Ulrich Wiese zur Vertretung des Vereins

**Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung
der angewandten Forschung eingetragener Verein
mit dem Sitz in München**

als Vorstandsmitglieder gemeinsam berechtigt sind.

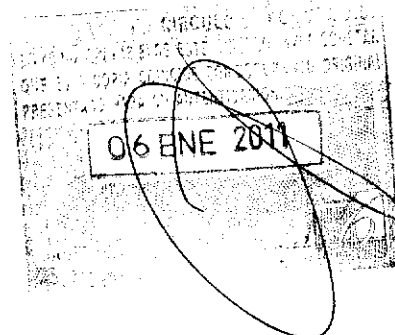
München, den 18.07.2000


Dr. Kerdel, Notar

I hereby certify that this is a
true copy of the original document.

Munich, 06. Dez. 2010

Notary Public
in Munich



APOSTILLE

(Convention de La Haye du 5 octobre 1961)

1. Land: Bundesrepublik Deutschland

Diese öffentliche Urkunde

2. ist unterschrieben von **Thomas Haasen**

3. in seiner Eigenschaft als **Notar**

4. Sie ist versehen mit dem Siegel des Notars **Thomas Haasen in München**

Bestätigt

5. in München

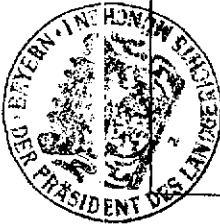
6. am 7. Dezember 2010

7. durch den Präsidenten des Landgerichts München I

8. unter Nr. 910 a - 9279/2010

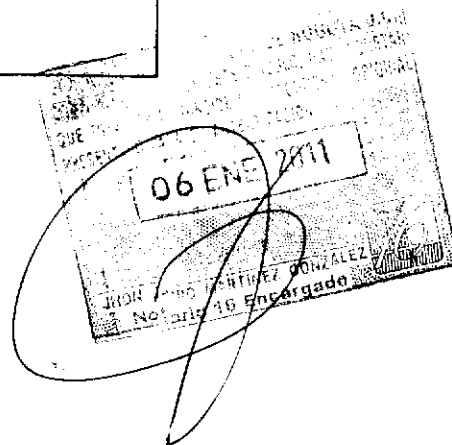
9. Siegel

10. Unterschrift
Im Auftrag:



Christine Köppl

Christine Köppl
Amtsinspektorin



MARTHA SOFÍA SARMIENTO SOLANO - TRADUCTORA OFICIALCarrera 11D # 124 - 51 - Bogotá - Colombia
E-mail: masarmiento2@yahoo.comTraductora Oficial Juramentada
Resolución No. 835 Minjusticia

TRADUCCIÓN OFICIAL DE LOS SIGUIENTES DOCUMENTOS: PODER DE ABOGADO otorgado por la Compañía **Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V.**, a la Firma **Cárdenas y Cárdenas Abogados de Bogotá - Colombia**, firmado por el señor **Werner Liebler**, Jefe Encargado del Departamento de Patentes de dicha Compañía, el 6 de diciembre de 2010. **CERTIFICACIÓN NOTARIAL**, Archivo No. H2294/2010, firmada por **Thomas Haasen**, Notario Público, en **Munich, Alemania**, con fecha del 6 de diciembre de 2010.

Estos documentos vienen acompañados por la **APOSTILLA DE LA CONVENCIÓN DE LA HAYA No. 910 a - 9274/2010**, en idioma alemán, con fecha del 7 de diciembre de 2010, firmada por **Christine Köppl**.

Traducción realizada por **Martha Sofía Sarmiento Solano**, Traductora e Intérprete Oficial Español - Inglés - Español, nombrada para el cargo mediante Resolución del Ministerio de Justicia, N° 835, del 3 de mayo de 1988.

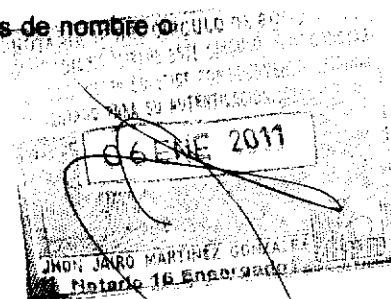
- COLOMBIA -

PODER DE ABOGADO

Yo, **Werner Liebler**, declaro lo siguiente:

PRIMERO: Que yo actúo en mi calidad de Jefe Encargado del Departamento de Patentes de **Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V.**, una Compañía legalmente constituida y en existencia de acuerdo con las leyes de Alemania y cuyo domicilio es **Hansastraße 27c, 80686 Muenchen Germany/Alemania**.

SEGUNDO: Que haciendo uso de las facultades del cargo arriba mencionado, yo otorgo Poder de Abogado, especial, amplio y suficiente a **DARÍO CÁRDENAS NAVAS**, y/o a **LUZ HELENA ADARVE GÓMEZ**, y/o a **EDUARDO CÁRDENAS CABALLERO**, y/o a **BERNARDO P. CÁRDENAS MARTÍNEZ**, y/o a **JUANITA ACOSTA GÓMEZ**, y/o a **JULY GALINDO QUINTERO**, abogados registrados quienes trabajan para la firma **CÁRDENAS & CÁRDENAS - ABOGADOS**, con sede en la Carrera 7 No. 71-52, Torre B, Piso 9, en Bogotá, D.C., Colombia, para que gestionen en Colombia ante las Oficinas y Autoridades correspondientes la obtención de registros de marca comercial, patentes, modelos de utilidad, diseños y dibujos industriales, depósitos de nombres y enseñas comerciales, como también para el procesamiento de renovaciones, cesiones, cambios de nombre o



ABOGADOS

CÁRDENAS & CÁRDENAS

NO SE ABRE
RESUMEN
DEL TEXTO

042633

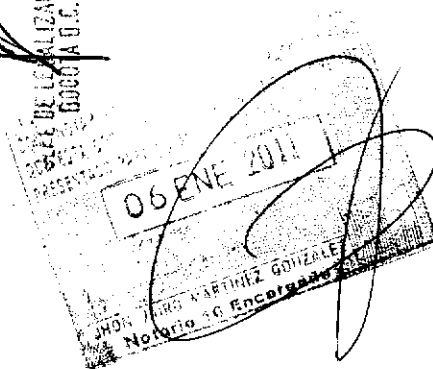
Martha Sarmiento

COTAFIA EN EL
DOCUMENTOS DE EMPRESA
LAS FUNCIONES INDICADAS

MINISTERIO DE
RELACIONES EXTERIORES

200 ENE - 5/11 A 9:03

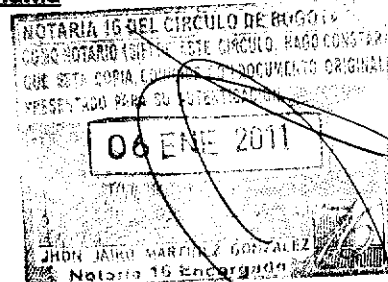
DELEGACIONES
BOGOTÁ D.C.



MARTHA SOFÍA SARMIENTO SOLANO - TRADUCTORA OFICIAL

Carrera 11D # 124 - 51 Apto. 316 Int. 2 - Teléfono 2139034 Bogotá - Colombia
E-mail: mesarmiento2@yahoo.comTraductora Oficial Juramentada
Resolución No. 835 Majmática

domicilio del titular, renuncias y licencias de lo arriba mencionado, propósitos para los cuales se les otorga Poder para que lleven a cabo ante dichas autoridades todas las acciones necesarias para los propósitos indicados, como radicar solicitudes, hacer declaraciones, reclamaciones, formular descripciones, realizar enmiendas o modificaciones, interponer recursos de oposición y apelaciones; pagar todos los impuestos y cuotas y hacer cualquier otro pago establecido por ley; recibir todos los documentos y dineros y emitir el descargo correspondiente; cumplir con cualquier otro requerimiento y tomar, en general, todas las medidas que consideren apropiadas y oportunas para defender y proteger la Propiedad Industrial de la Compañía en el evento de infracciones, oposiciones, procesos para cancelación o anulación, imposición de sanciones, presentar antecedentes ante las Cortes y Tribunales. Además, quedan facultados para comparecer como demandantes o demandados ante Jueces competentes, también se les da Poder para negociar, solicitar arbitraje, ceder, recibir, dimitir, rescindir o desistir, apelar, ratificar y todos los poderes legales adicionales que sean necesarios. También se declara que a partir de ahora todas las acciones que realicen dichos abogados respaldando este Poder de Representación y para beneficio de la Compañía son buenas y válidas. Adicionalmente se les otorga facultades para sustituir este Poder y si es necesario revocar dichas sustituciones.

FIRMADO EL: 6 de diciembre de 2010 EN: Munich, AlemaniaPor: Werner Liebler
(Firma Autógrafa)

ABOGADOS

CARDENAS
CARDENAS &

MARTHA SOFÍA SARMIENTO SOLANO - TRADUCTORA OFICIAL
Carrera 11D # 124 - 51 Apto. 510 Int. 2 - Teléfono 2139034 Bogotá - Colombia
E-mail: mssarmiento2@yahoo.com

Archivo No. H2294/2010

ag

Yo, por la presente certifico que la anterior firma es verdadera, que fue suscrita en mi presencia por

El Sr. Dr. Werner Liebler, Nacido el 6 de mayo de 1961,

Dirección comercial: Hansastr. 27c, 80686 Munich,

a quien conozco personalmente.

El Dr. Werner Liebler actuando en representación de Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V., con sus oficinas registradas en Munich,

Dirección comercial: 80686 München, Hansastr. 27c,

Hoy presentó ante mí en original los siguientes documentos: Poder de Abogado fechado el 13 de julio del 2000, Archivo No. 3076 K/2000, Poder de Abogado fechado el 18 de julio del 2000, Archivo No. 3170 K/2000, documentos expedidos y firmados por el Dr. Helmut Keidel, Notario Público de Munich, y como documento adjunto la Copia Certificada.

Munich, 6 de diciembre de 2010

Firma Autógrafa
Thomas Haasen
Notario Público, Munich

Sello del Notario:

THOMAS HAASEN
NOTARIO EN MUNICH

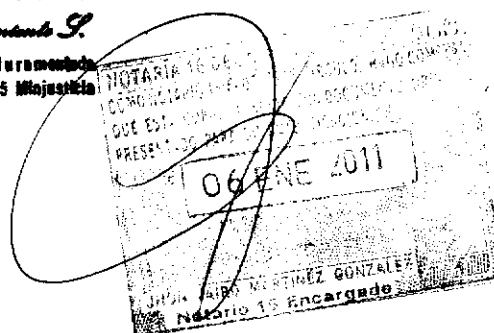
H:\Grunert\Unterschriftenbeglaubigungen\Dr. Liebler (Fraunhofer) engl 10-12-06.doc

CERTIFICO QUE ESTA ES UNA TRADUCCIÓN FIEL DEL INGLÉS AL ESPAÑOL DE LOS DOCUMENTOS QUE HE TENIDO A LA VISTA; QUE SOY TRADUCTORA E INTERPRETE OFICIAL ACREDITADA POR RESOLUCIÓN N° 835 DEL 3 DE MAYO DE 1988 DEL MINISTERIO DE JUSTICIA Y QUE ESTOY REGISTRADA ANTE EL MINISTERIO DE RELACIONES EXTERIORES DE COLOMBIA.

Bogotá, D.C. 2 de enero de 2011

Martha S. Sarmiento S.
Martha S. Sarmiento S.

Traductora Oficial Juramentada
Resolución No. 835 Minjusticia



Fraunhofer Gesellschaft Postfach 190339 D-80603 München

Junta Directiva Leonrodstrasse 54, D-80636 München

Tel.: +49 (0) 89 / 12 05 - 01 Telefax: +49 (0) 89 / 12 - 05 - 700

PODER

Por este medio, damos poder al

Señor Doctor Werner Liebler, nacido el 6 de mayo de 1961, con residencia comercial en

Patentstelle für die Deutsche Forschung, Leonrodstrasse 68, 80636 München

para representar, hasta nuevo aviso, con carácter obligatorio, a la firma

Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten

Forschung e.V., Leonrodstrasse 54, 80636 München

en todos los asuntos de ley sobre invenciones de los asalariados. Además, el señor Dr.

Liebler está autorizado a delegar abogados de patentes locales en el caso de procesos

legales de protección.

Dr. D.-M. Polter

(firma)

Dr. H.-U. Wiese

(firma)

[illegible]

URNo. 307 CK

Por este medio, autentico la veracidad de la firma anterior, trazada ante mi por el

Señor Dr. Dirk-Meints P o l t e r, miembro de la Junta directiva, en Munich,
con residencia comercial en Leonrodstrasse 68, 80636 München,
conocido en persona.

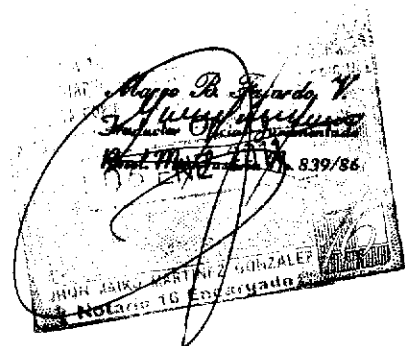
En ese sentido, certifico, con base en la inspección ocular en el registro de asociaciones
del Tribunal municipal de Munich (No. VR 4461), del 12 de julio de 2000, que los
señores Dr. Dirk-Meints Polter y Dr. Hans-Ulrich Wiese, como miembros de la Junta
directiva, están autorizados, en conjunto, para la representación de la asociación

**Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der
Angewandten Forschung asociación registrada,
con domicilio en Munich.**

Munich, 13 de julio de 2000

Dr. Keidel, Notario

(firma y sello)



URNo. 3070 K

Por este medio, autentico la veracidad de la firma anterior, trazada ante mí por el

Señor Dr. Hans-Ulrich Wiese,

miembro de la Junta directiva, en Munich,

con residencia comercial en Leonrodstrasse 68, 80636 München,

identificado con documento oficial

conocido en persona.

En ese sentido, certifico, con base en la inspección ocular en el registro de asociaciones del Tribunal municipal de Munich (No. VR 4461), del 12 de julio de 2000, que los señores Dr. Dirk-Meints Polter y Dr. Hans-Ulrich Wiese, como miembros de la Junta directiva, están autorizados, en conjunto, para la representación de la asociación

Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der

Angewandten Forschung asociación registrada,

con domicilio en Munich.

Munich, 18 de julio de 2000

Dr. Keidel, Notario

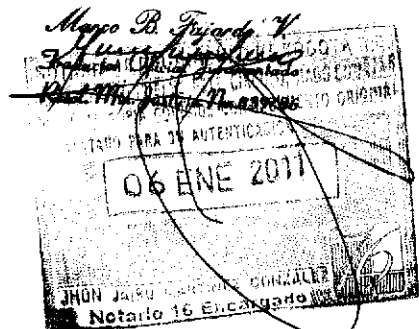
(firma y sello)

Por este medio certifico que el presente documento es una copia auténtica del original.

Munich, 6 de diciembre de 2010

El Notario, en Munich

(firma, sello y cordón)



APOSTILLE

(Convention de La Haye du 5 octobre 1961)

1. Pais: **República Federal de Alemania**

el presente documento público

2. está firmado por Thomas Haasen

3. en su calidad de Notario

4. el documento está provisto del sello del Notario Thomas Haasen, en Munich

confirmado

5. en Munich

6. el 7 de diciembre de 2010

7. por el Presidente del Tribunal regional de Munich I

8. bajo el No. 910 a - 9279 / 2010

9. Sello:

10. Firma

en representación

Christine Köppl

Inspectora oficial

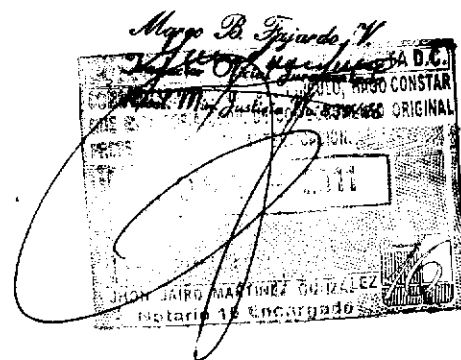
(firma, cordón y sello)

NOTARIO
THOMAS HAASEN
MÜNCHEN
04.2.99

NO SE ACOGE
RESPONSABILIDAD
DEL TEXTO

2010 FEB - 14 A 8-16
CENTRO DE REGISTROS
BOGOTÁ D.C.

MINISTERIO DE
RELACIONES EXTERIORES





Amtsgericht München -Registergericht-

VR 4461

Amtlicher aktueller Ausdruck aus dem Registerblatt

Datum der letzten Eintragung: 03.08.2010

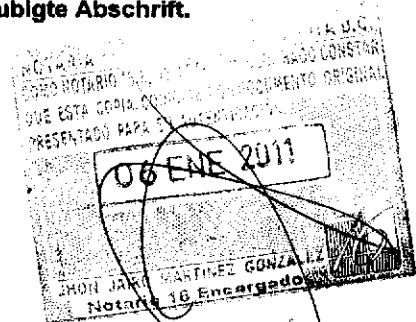
Datum des Abrufs: 19.10.2010

Ort und Tag der Ausstellung: München, den 19. Oktober 2010

Der Ausdruck bezeugt den Inhalt des Vereinsregisters.

Ersteller: Werdich, Justizangestellter,
Urkundsbeamter/Urkundsbeamtin der Geschäftsstelle

Dieser Ausdruck wird nicht unterschrieben und gilt als beglaubigte Abschrift.



Vereinsregister des Amtsgerichts München	Wiedergabe des aktuellen Registerinhalts Abruf vom 19.10.2010 08:33	Nummer des Vereins: VR 4461
-Ausdruck-	Seite 1 von 1	

Anzahl der bisherigen Eintragungen:

16

a) Name:

Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung eingetragener Verein

b) Sitz:

München

a) Allgemeine Vertretungsregelung:

Jeweils zwei Vorstandsmitglieder vertreten den Verein gemeinsam.

b) Vertretungsberechtigte und besondere Vertretungsbefugnis:

Vorstand: Prof. Dr. Buller, Ulrich, Golm, *01.06.1946

Vorstand: Prof. Dr.-Ing. Bullinger, Hans-Jörg, Stuttgart-Botnang, *13.04.1944

Vorstand: Prof. (Univ. Stellenbosch) Dr. Gossner, Alfred, Erharting, *15.10.1950

Vertretungsberechtigt in Gemeinschaft mit einem Vorstandsmitglied:

Besonderer Vertreter gemäß § 30 BGB für den Bereich Finanzen und Rechnungswesen: Meuer, Andreas, München, *12.06.1961

a) Satzung:

Eingetragener Verein

Satzung vom 26.03.1949

Zuletzt geändert durch Beschluss vom 20.05.2010

b) Sonstige Rechtsverhältnisse:

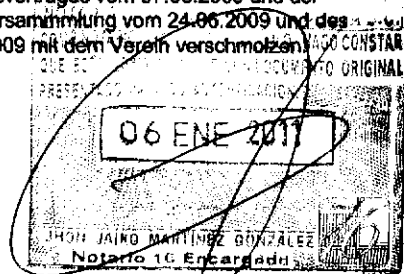
Der Verein hat im Wege der Abspaltung gemäß Spaltungs- und Übernahmevertrag vom 23.06.2009 sowie Beschluss seiner Mitgliederversammlung vom 24.06.2009 und Beschluss der Mitgliederversammlung des übertragenden Vereins vom 08.05.2009 Teile des Vermögens vom Forschungsinstitut für Pigmente und Lacke mit dem Sitz in Stuttgart (Amtsgericht Stuttgart VR 537) übernommen.

Die Forschungsgesellschaft für angewandte Naturwissenschaften e.V. mit dem Sitz in Bonn (Amtsgericht Bonn VR 2530) ist auf Grund des Verschmelzungsvertrages vom 23.06.2009 sowie des Beschlusses der Mitgliederversammlung vom 24.06.2009 und des Beschlusses der Mitgliederversammlung des übertragenden Vereins vom 04.06.2009 mit dem Verein verschmolzen.

Das Institut für Solare Energieversorgungstechnik Verein an der Universität Kassel mit dem Sitz in Kassel (Amtsgericht Kassel VR 2029) ist auf Grund des Angebots auf Abschluss eines Verschmelzungsvertrages vom 07.05.2009 und der Annahme des Angebots vom 23.06.2009 sowie des Beschlusses der Mitgliederversammlung vom 24.06.2009 und des Beschlusses der Mitgliederversammlung des übertragenden Vereins vom 07.05.2009 mit dem Verein verschmolzen.

5. a) Tag der letzten Eintragung:

03.08.2010



Die Übereinstimmung dieses Ausdrucks mit dem Handelsregister
wird beglaubigt.

München, den 19. Oktober 2010

Amtsgericht München -Registergericht-

Jörg Werdich

Jörg Werdich, Justizangestellter
als Urkundsbeamter der Geschäftsstelle

APOSTILLE

(Convention de La Haye du 5 octobre 1961)

1. Land: Bundesrepublik Deutschland
Diese öffentliche Urkunde
2. ist unterschrieben von
Herrn Justizangestellter Jörg Werdich
3. in der Eigenschaft als
Urkundsbeamter der Geschäftsstelle
4. sie ist versehen mit dem Siegel des
Amtsgerichts München

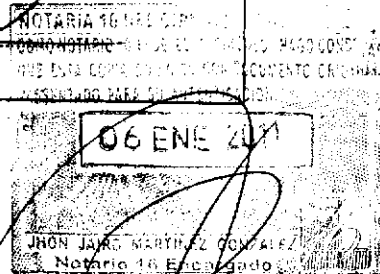
Bestätigt

5. in München
6. am 19. Oktober 2010
7. durch den Richter am Amtsgericht
Dr. Ulrich Kühn als weiteren Vertreter des Präsidenten des Amtsgerichts München
8. unter Nr. GenA 9101 a Nr. 636/10
9. Stempel

10. Unterschrift

Dr. Ulrich Kühn

Dr. Ulrich Kühn



Tribunal municipal de Munich – Tribunal de registro

VR 4461

Extracto actual oficial de la hoja de registro

Fecha de la última anotación: 3 de agosto de 2010

Fecha de la petición de entrega: 19 de agosto de 2010

Lugar y fecha de expedición: Munich, 19 de octubre de 2010

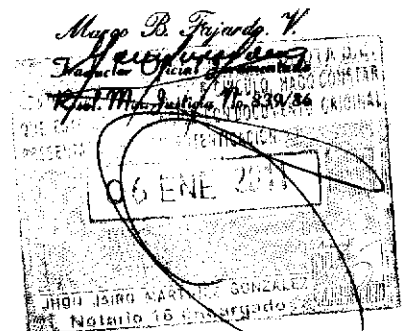
El extracto confirma el contenido del registro de la asociación

Proveedor: Werdich, funcionario judicial

Fedatario/funcionaria fedataria del despacho

El presente extracto no va firmado y rige como copia autenticada

(sello y cordón)



Registro de asociación del Tribunal municipal de Munich	Reproducción del contenido actual del Registro Petición del 19 de octubre de 2010 8.33 a.m.	Número de la asociación: VR 4461
- Extracto -	Página 1 de 1	

1. **Número de las anotaciones hechas hasta ahora:**

16

2. **a) Nombre:**

Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung de angewandten Forschung
eingetragener Verein

b) Domicilio

Munich

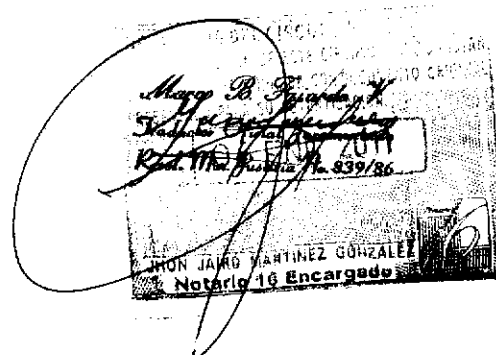
3. **a) Regulación general sobre representación:**

Cada vez dos miembros de la junta directiva representarán la asociación juntos

b) Autorizados a representar y permisos especiales de representación

Junta directiva: Prof. Dr. Buller, Ulrich, de Golm, nacido el 1 de junio de 1946

Junta directiva: Prof. Dr.-Ing. Bullinger, Hans-Jörg, de Stuttgart-Botnang, nacido
el 13 de abril de 1944



Junta directiva: Prof. (Universidad de Stellenbosch) Dr. Gossner, Alfred, de Erharting, nacido el 15 de octubre de 1950

Autorizado a representar junto con un miembro de la junta directiva:

Representante especial, según parágrafo 30 del código civil para el área de las finanzas y la contabilidad: Meuer, Andreas, de Munich, nacido el 12 de junio de 1961

4. **a) Estatutos:**

Sociedad registrada

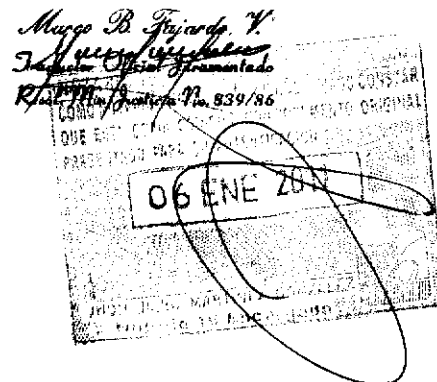
Estatutos del 26 de marzo de 1949

Última modificación según acuerdo del 20 de mayo de 2010

b) Otras relaciones jurídicas:

En el transcurso de la desmembración de la asociación cesionista, según contrato de desmembración y recepción, del 23 de junio de 2009, así como del acuerdo de su asamblea de socios, del 24 de junio de 2009, y del acuerdo de la asamblea de socios de la asociación cesionista, del 8 de mayo de 2009, la asociación tomó parte del patrimonio del Instituto para la investigación de pigmentos y lacas (Forschungsinstitut für Pigmente und Lacke), con domicilio en Stuttgart (Tribunal municipal de Stuttgart, referencia VR 537).

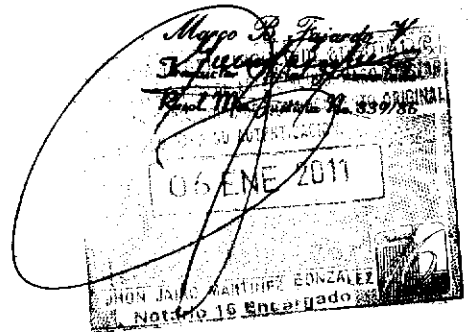
La Forschungsgesellschaft für angewandte Naturwissenschaften e.V. (Sociedad de investigación para ciencias naturales aplicadas, asociación registrada), con



El Instituto para técnicas de aprovisionamiento de energía solar (Institut für Solare Energieversorgungstechnik) asociación de la Universidad de Kassel, con domicilio en Kassel (Tribunal municipal de Kassel VR 2029), se fusionó con la asociación, con base en la oferta de firma de un contrato de fusión, del 7 de mayo de 2009, y de la aceptación de tal oferta, del 23 de junio de 2009, así como del acuerdo de la asamblea de socios, del 24 de junio de 2009 y del acuerdo de la asamblea de socios de la sociedad cesionista, del 7 de mayo de 2009.

3 de agosto de 2010

(firma, cordón y sello)



APOSTILLE

(Convention de La Haye du 5 octobre 1961)

1. País: **República Federal de Alemania**

el presente documento público

2. está firmado por el funcionario judicial Jörg Werdich
3. en su calidad de funcionario fedatario del despacho
4. el documento está provisto del sello del Tribunal municipal de Munich

confirmado

5. en Munich

6. 19 de octubre de 2010

7. por el Juez del tribunal municipal, Dr. Ulrich Kühn, como uno de los representantes
del Presidente del tribunal municipal de Munich

8. bajo el No. GenA 9101 a No. 636/10

9. Sello:

10. Firma

Dr. Ulrich Kühn

(firma y sello)

MINISTERIO DE
RELACIONES EXTERIORES
BOGOTÁ D.C.
2010 NOV 18 P 4 50

MINISTERIO DE RELACIONES EXTERIORES
RECIBO LEGALIZACION
No. 13843

038276
Tercero Feunredo
CUAL FUE ARAÑEJE EN EL
DOCUMENTO DESEMPENA
AS FUMCIONES INDICADAS

NO SE ASUME
RESPONSABILIDAD
DEL TEXTO

Magro B. Fajardo V.
Magro B. Fajardo V.
Magro B. Fajardo V.
HAGO CONSTAR
ORIGINAL
ENE 2011

**RELLENADOR DE RUIDO, CALCULADOR DE PARÁMETRO DE RELLENO DE
RUIDO, METODO PARA PROPORCIONAR UN PARAMETRO DE RELLENO DE
RUIDO, MÉTODO PARA PROPORCIONAR UNA REPRESENTACIÓN
ESPECTRAL RELLENADA CON RUIDO DE UNA SEÑAL DE AUDIO, PROGRAMA
5 DE COMPUTADORA CORRESPONDIENTE Y SEÑAL DE AUDIO CODIFICADA**

Descripción

Fondo del Invento

Realizaciones de acuerdo con el invento están relacionadas con un
10 rellenador de ruido para proveer una representación espectral rellena con ruido de
una señal de audio sobre la base de una representación espectral de entrada de la
señal de audio, con un calculador de parámetro de relleno de ruido de una señal de
audio, con una representación de señal de audio codificada que representa una
señal de audio, con un método para proveer una representación espectral rellena
15 con ruido de una señal de audio, con un método para proveer un parámetro de
relleno de ruido sobre la base de una representación espectral cuantificada de una
señal de audio, y con programas de computadora para implementar dichos métodos.

En lo que sigue se describirán algunos escenarios en los cuales se
pueden aplicar con ventaja realizaciones de acuerdo con una realización del invento.
20 Muchos codificadores de señal de audio de dominio de la frecuencia se basan en la
idea de que algunas regiones de frecuencia o regiones espectrales (por ejemplo,
líneas de frecuencia o líneas espectrales provistas por una conversión de dominio del
tiempo a dominio de la frecuencia), son más importantes que otras regiones
espectrales. Consiguientemente, las regiones espectrales de alta importancia
25 psicoacústica típicamente son codificadas con más alta precisión que las regiones
espectrales de inferior relevancia psicoacústica. La relevancia psicoacústica de las
diferentes regiones espectrales puede ser calculada, por ejemplo, usando un modelo
psicoacústico el cual toma en cuenta el enmascaramiento de regiones espectrales
más débiles por parte de picos espectrales fuertes adyacentes.

220.377
ak

30 Si hay un deseo de reducir la velocidad de transmisión de bits de una
señal de audio codificada hacia un nivel bajo, algunas regiones espectrales son

cuantificadas con una muy baja precisión (por ejemplo, precisión de sólo un bit, o precisión de dos bits). Consiguientemente, muchas regiones espectrales cuantificadas con baja precisión son cuantificadas a cero. Así, a bajas velocidades de transmisión de bits los codificadores de audio basados en transformación son

5 propensos a diferentes artefactos (en este contexto se refiere a errores en la conversión) y especialmente a artefactos que se originan desde líneas de frecuencia cuantificadas a cero. En realidad, la cuantificación grosera de valores espectrales en codificación de audio de baja velocidad de transmisión de bits podría conducir a un espectro muy esparcido después de la cuantificación inversa, ya que muchas líneas

10 espectrales podrían haber sido cuantificadas a cero. Estos agujeros de frecuencia en la señal reconstruida producen indeseables artefactos de sonido. Puede hacer que el sonido reproducido sea demasiado agudo o inestable (*birdies*) cuando los agujeros de frecuencia en el espectro se mueven de cuadro a cuadro.

El relleno de ruido es un medio para enmascarar estos artefactos

15 rellenando, en el lado del decodificador, los coeficientes o las bandas cuantificados en cero, con ruido aleatorio. La energía del ruido insertado es un parámetro computado y transmitido por el codificador.

Se conocen diferentes conceptos de relleno de ruido. Por ejemplo, el denominado AMR-WR+ combina relleno de ruido y una Transformación de Fourier

20 Discreta (DFT), como se describe por ejemplo en la referencia [1]. Además, ITU-T G.729.1 Estándar Internacional define un concepto que combina relleno de ruido y transformación coseno discreta modificada (MDCT). En la referencia [2] se describen detalles.

Aspectos adicionales con relación a relleno de ruido se describen en la

25 solicitud de patente Internacional PCT/IB2002/001388 de Koninklijke Philips Electronics N.V. (ver referencia [3]).

De todos modos, los conceptos de relleno de ruido convencionales dan por resultado distorsiones audibles.

En vista de esta discusión, hay un deseo de crear un concepto de relleno

30 de ruido que se encargue de una mejor impresión de audición.

Síntesis del Invento

Una realización de acuerdo con el invento crea un filtro de ruido para proveer una representación espectral rellena con ruido de una señal de audio

5 sobre la base de una representación espectral de entrada de la señal de audio. El rellenedor de ruido comprende un identificador de región espectral configurado para identificar regiones espectrales (por ejemplo, líneas espectrales, o bandejas espectrales) de la representación espectral espaciadas de regiones espectrales no nulas (por ejemplo, líneas espectrales o bandejas espectrales) de la representación

10 espectral de entrada por al menos una región espectral intermedia, para obtener regiones espectrales identificadas. El rellenedor de ruido también comprende un insertador de ruido configurado para introducir selectivamente ruido dentro de las regiones espectrales identificadas (por ejemplo, líneas espectrales, o bandejas espectrales) para obtener la representación espectral rellena con ruido de la señal de

15 audio.

Esta realización del presente invento se basa en el hallazgo de que componentes tonales de la representación espectral de una señal de audio típicamente son degradados, en términos de impresión auditiva, si se aplica un relleno de ruido en la vecindad inmediata de tales componentes tonales.

20 Consiguientemente, se ha hallado que se puede obtener una mejor impresión auditiva de una señal de audio rellena con ruido si el relleno de ruido sólo se aplica a regiones espectrales que están separadas de tal tonal, regiones espectrales no nulas. Consiguientemente, los componentes tonales del espectro de señal de audio (los cuales no son cuantificados a cero en la representación espectral cuantificada

25 ingresada al rellenedor de ruido) permanecen audibles (esto es, no quedan derrotados con ruido adyacente muy cercano), mientras todavía se evita eficientemente la presencia de grandes agujeros espectrales.

En una realización preferida, el identificador de región espectral está configurado para identificar líneas espectrales de la representación espectral de

30 entrada, las cuales son cuantificadas a cero y las cuales comprenden por lo menos un primer número predeterminado de líneas espectrales vecinas de frecuencia

inferior cuantificadas a cero y por lo menos un segundo número predeterminado de líneas espectrales vecinas de frecuencia más alta cuantificadas a cero, como regiones espectrales identificadas, en donde el primer número predeterminado es mayor o igual que uno y en donde el segundo número predeterminado es mayor o
5 igual que uno. En esta realización, el insertador de ruido está configurado para introducir selectivamente ruido dentro de las líneas espectrales identificadas mientras que deja líneas espectrales cuantificadas a un valor no cero y líneas espectrales cuantificadas a cero, pero no habiendo afectado mediante el relleno de ruido, al primer número predeterminado de líneas espectrales vecinas de frecuencia más baja
10 cuantificado a cero, o al segundo número predeterminado de líneas espectrales vecinas de frecuencia más alta cuantificado a cero. Así, el relleno de ruido es selectivo por el hecho de que se introduce ruido sólo en líneas espectrales que son cuantificadas a cero y las cuales están separadas de líneas cuantificadas a un valor no cero, tanto en una dirección espectral hacia arriba como en una dirección
15 espectral hacia abajo, por ejemplo mediante el primer número predeterminado de líneas espectrales vecinas de frecuencia más baja cuantificadas a cero y mediante el segundo número predeterminado de líneas espectrales vecinas de frecuencia más alta cuantificadas a cero.

En una realización preferida, el primer número predeterminado es igual al
20 segundo número predeterminado, tal que un mínimo espaciamiento en dirección de frecuencia hacia arriba desde las líneas cuantificadas a un valor no cero es igual a un mínimo espaciamiento en la dirección de frecuencia hacia bajo desde las líneas cuantificadas a un valor no cero.

En una realización preferida, el rellenador de ruido está configurado para
25 introducir ruido sólo en regiones espectrales en una porción superior de la representación espectral de la señal de audio, mientras que deja una porción inferior de la representación espectral de la señal de audio sin afectar por el relleno de ruido. Un concepto así es útil ya que usualmente las frecuencias más altas son menos importantes perceptualmente que las bajas frecuencias. Los valores cuantificados a
30 cero también aparecen mayormente en la segunda mitad del espectro (esto es, para

altas frecuencias). También agregar ruido en las altas frecuencias es menos propenso a tener un restitución de sonido final ruidosa.

En una realización preferida, el identificador de región espectral está configurado para sumar valores de intensidad cuantificados (por ejemplo, valores de energía o valores de amplitud) de regiones espectrales en una vecindad espectral a los dos lados predeterminada de una dada región espectral (esto es, un vecindad espectral que se extiende hacia ambos lados, frecuencias más bajas y más altas), para obtener un valor suma, y para evaluar el valor suma para decidir si la región espectral dada es una región espectral identificada o no. Se ha hallado que un valor suma de energías de un espectro cuantificado sobre una vecindad espectral a los dos lados de una dada región espectral es una magnitud significativa para decidir si se debe aplicar relleno de ruido a la región espectral dada.

En otra realización preferida, el identificador de región espectral está configurado para explorar un rango de regiones espectrales de la representación espectral de entrada para detectar secuencias contiguas de regiones espectrales cuantificadas a cero, y para reconocer una o más regiones espectrales centrales (esto es, regiones espectrales no-límite) de tales secuencias contiguas detectadas como regiones espectrales identificadas.

Se ha hallado que una detección de una cierta longitud de seguidilla ("*run-length*") de regiones espectrales cuantificadas a cero, es una tarea que puede ser implementada con particularmente baja complejidad computacional. Para identificar una secuencia contigua así de regiones espectrales, es posible decidir si todas las regiones espectrales adentro de esta secuencia de regiones espectrales están cuantificadas a cero, lo cual puede ser realizado usando un algoritmo o circuito relativamente simple. Si se halla que una secuencia contigua así de regiones espectrales está cuantificada a cero, una o más regiones espectrales interiores de la secuencia (las cuales está espaciadas suficientemente lejos de regiones espectrales afuera de la presente secuencia de regiones espectrales) son tratadas como regiones espectrales identificadas. Así, explorando a través de un rango de regiones espectrales (por ejemplo, seleccionando subsiguientemente diferentes secuencias desplazadas de regiones espectrales), se puede hacer un análisis eficiente de la

representación espectral, para identificar regiones espectrales cuantificadas a cero y separadas de regiones espectrales cuantificadas a un valor no cero por una distancia mínima predeterminada.

Otra realización de acuerdo con el invento crea un calculador de
5 parámetro de relleno de ruido para proveer un parámetro de relleno de ruido sobre la base de una representación espectral cuantificada de una señal de audio. El calculador de parámetro de relleno de ruido comprende un identificador de región espectral configurado para identificar regiones espectrales de la representación espectral cuantificada espaciadas de regiones espectrales no-nulas de la
10 representación espectral cuantificada por al menos una región espectral intermedia, para obtener regiones espectrales identificadas. El calculador de parámetro de relleno de ruido también comprende un calculador de valor de ruido configurado para considerar selectivamente errores de cuantificación de las regiones espectrales identificadas para un cálculo del parámetro de relleno de ruido. El calculador de
15 parámetro de relleno de ruido se basa en la idea clave de que es deseable restringir un relleno de ruido de lado del decodificador a regiones espectrales que están espaciadas de regiones espectrales tonales (cuantificadas a un valor no cero), y que consecuentemente el parámetro de ruido debe ser calculado en el lado de codificador, tomando en consideración este concepto. Consiguientemente, se obtiene
20 un parámetro de relleno de ruido el cual es particularmente bien adecuado para el concepto de decodificador descrito arriba. También se ha hallado que regiones espectrales, las cuales están cuantificadas a cero, pero las cuales están muy cerca de las regiones espectrales cuantificadas a un valor no cero, con frecuencia no reflejan un contenido de audio verdaderamente de tipo ruido, sino más bien están
25 fuertemente correlacionadas con una región espectral tonal adyacente (cuantificada a un valor no cero). Consiguientemente, se ha hallado que generalmente no es deseable considerar el error de cuantificación de regiones espectrales, las cuales están cerca de regiones espectrales cuantificadas a un valor no cero para un cálculo de un parámetro de relleno de ruido, porque esto típicamente daría por resultado una
30 fuerte sobre-estimación del ruido, resultando de ese modo en una representación espectral reconstruida demasiado ruidosa.

Así, el concepto de cálculo de parámetro de relleno de ruido descrito en la presente se puede usar en combinación con el concepto de relleno de ruido descrito arriba e incluso en combinación con conceptos de relleno de ruido convencionales.

En realizaciones preferidas, el concepto para el identificador de regiones
5 espectrales, el cual ha sido discutido con respecto al relleno de ruido, también puede ser aplicado en combinación con el calculador de parámetro de relleno de ruido.

En una realización adicional, el calculador de valor de ruido está
10 configurado para considerar una energía real de error de cuantificación de las regiones espectrales identificadas para el cálculo del parámetro de relleno de ruido. Se ha hallado que la consideración de un error de cuantificación real (más que un error de cuantificación estimado o un error de cuantificación promedio) típicamente conlleva mejores resultados, porque el error de cuantificación real típicamente se desvía del error de cuantificación estadísticamente esperado.

15 En otra realización preferida, el calculador de valor de ruido está configurado para enfatizar una energía de error de cuantificación no-tonal distribuida sobre una pluralidad de regiones espectrales identificadas en relación a una energía de error de cuantificación tonal concentrada en una sola región espectral. Este concepto se basa en el hallazgo de que un ruido de banda ancha no tonal, una
20 energía promedio de lo cual yace debajo de un umbral de cuantificación y que por lo tanto es cuantificada a cero, es perceptualmente mucho más relevante para el filtro de ruido que un único componente de audio tonal, una intensidad de lo cual yace por debajo del umbral de cuantificación, incluso si el ruido de banda ancha no-tonal cuantificado a cero y el componente tonal cuantificado a cero fueran ambos
25 cuantificados a cero. La razón es que el filtro de ruido generando un ruido aleatorio en el decodificador puede modelar ruido de banda ancha no-tonal faltante en la representación espectral cuantificada pero no componentes tonales faltantes. Así, un énfasis de los componentes de ruido no-tonales cuantificados a cero sobre componentes tonales cuantificados a cero, lleva consigo una reconstrucción de
30 sonido más realista. Esto también se debe al hecho de que una impresión auditiva humana se degrada mucho más por la presencia de un agujero espectral (por

ejemplo, en la forma de ausencia de un ruido de banda ancha cuantificado a cero) que por ausencia de un pequeño pico espectral cuantificado a cero. Un componente tonal puede ser concentrado en una sola línea espectral, o puede ser esparcido sobre varias líneas espectrales contiguas (por ejemplo, $i-1$, i , $i+1$). Una región espectral puede comprender, por ejemplo, una o más líneas espectrales.

En una realización preferida, el calculador de valor de ruido está configurado para calcular una suma de energías de error de cuantificación logaritmizadas de las regiones espectrales identificadas para obtener el parámetro de relleno de ruido. Calculando la suma de energías de error de cuantificación logaritmizadas de las regiones espectrales identificadas, el énfasis relativo descrito arriba de regiones espectrales no-tonales cuantificadas a cero sobre regiones tonales cuantificadas a cero, puede obtenerse de una manera eficiente.

Otra realización de acuerdo con el invento crea una representación de señal de audio codificada, para representar una señal de audio. La representación de señal de audio codificada comprende una representación de dominio espectral cuantificada codificada de la señal de audio y un parámetro de relleno de ruido codificado. El parámetro de relleno de ruido representa un error de cuantificación de las regiones espectrales de la representación de dominio espectral cuantificadas a cero y espaciadas de regiones espectrales de la representación de dominio espectral cuantificadas a un valor no cero por al menos un número predeterminado de regiones espectrales. La representación de señal de audio codificada descrita arriba es usable por el relleno de ruido discutido arriba y puede obtenerse usando el calculador de parámetro de relleno de ruido discutido arriba. La representación de señal de audio codificada permite una reconstrucción de la señal de audio con calidad de audio particularmente buena porque el parámetro de relleno de ruido refleja selectivamente el error de cuantificación de la representación de dominio espectral cuantificada para tales regiones espectrales en las que está presente una información de ruido significativa y las cuales deben ser consideradas selectivamente para un relleno de ruido en el lado de decodificador.

Otra realización de acuerdo con el invento crea un método para proveer una representación rellena con ruido de una señal de audio.

Otra realización adicional de acuerdo con el invento crea un método para proveer un parámetro de relleno de ruido sobre la base de una representación espectral cuantificada de una señal de audio.

Otra realización adicional de acuerdo con el invento crea un programa de
5 computadora para implementar los métodos mencionados arriba.

Breve Descripción de los Dibujos

Subsiguientemente se describirán realizaciones de acuerdo con el invento, tomando como referencia las figuras adjuntas, en las cuales:

10 la Figura 1 muestra un diagrama de bloques esquemático de un rellenedor de ruido, de acuerdo con una realización del invento;

la Figura 2 muestra un diagrama de bloques esquemático de un decodificador de señal de audio que comprende el rellenedor de ruido de acuerdo con el presente invento;

15 la Figura 3 muestra un pseudo código de programa para implementar la funcionalidad del rellenedor de ruido de la Figura 1;

la Figura 4 muestra una representación gráfica de una identificación de regiones espectrales, la cual se puede realizar en el rellenedor de ruido de acuerdo con el Figura 1;

20 la Figura 5 muestra un diagrama de bloques esquemático de un calculador de parámetro de relleno de ruido de de acuerdo con una realización del invento;

la Figura 6 muestra un pseudo código de programa para implementar la funcionalidad de calculador de parámetro de relleno de ruido de acuerdo con la Figura 5;

25 la Figura 7 muestra un diagrama de flujo de un método para proveer una representación espectral rellena con ruido de una señal de audio sobre la base de una representación espectral de entrada de la señal de audio;

la Figura 8 muestra un diagrama de flujo de un método para proveer un parámetro de relleno de ruido sobre la base de una representación espectral
30 cuantificada de una señal de audio; y

la Figura 9 muestra una representación gráfica de una representación de señal de audio, de acuerdo con una realización del invento.

Rellenador de Ruido de acuerdo con las Figuras 1-4

5 La Figura 1 muestra un diagrama de bloques esquemático de un rellenable de ruido 100, de acuerdo con una realización del invento. El rellenable de ruido 100 está configurado para recibir una representación espectral de entrada 110 de una señal de audio, por ejemplo en la forma de coeficientes espectrales decodificados (los cuales pueden, por ejemplo, ser cuantificados o inversamente
10 cuantificados). El rellenable de ruido 100 también está configurado para proveer una representación espectral rellenable con ruido 112 de la señal de audio sobre la base de la representación espectral de entrada 110.

El rellenable de ruido 100 comprende un identificador de región espectral 120, el cual está configurado para identificar regiones espectrales de la
15 representación espectral de entrada 110 espaciadas de regiones espectrales no-nulas de la representación espectral de entrada 110 por al menos una región espectral intermedia, para obtener una información 122 que indica las regiones espectrales identificadas. El rellenable de ruido 100 también comprende un insertador de ruido 130, el cual está configurado para introducir selectivamente ruido
20 dentro de las regiones espectrales identificadas (descritas mediante la información 122), para obtener la representación espectral rellenable con ruido 112 de la señal de audio.

Con relación a la funcionalidad del rellenable de ruido 100, en general se puede decir que el rellenable de ruido 100 rellenable selectivamente regiones
25 espectrales (por ejemplo, líneas espectrales o bandejas espectrales) de representación espectral de entrada 110 con ruido, por ejemplo reemplazando valores espectrales de líneas espectrales cuantificadas a cero con valores espectrales de reemplazo que describen un ruido. De esta manera se pueden rellenable agujeros espectrales o vacíos espectrales dentro de la representación
30 espectral de entrada 110, los cuales pueden aparecer, por ejemplo, de una cuantificación grosera de la representación espectral de entrada 110. Sin embargo, el

rellenador de ruido 100 no introduce ruido dentro de todas las líneas espectrales cuantificadas a cero (esto es, líneas espectrales, valores espectrales de las cuales son cuantificados a cero). En cambio, el rellenador de ruido 100 sólo introduce ruido en tales líneas espectrales cuantificadas a cero, las cuales comprenden una

5 suficiente distancia desde cualquier línea espectral cuantificada a un valor no cero. De esta manera, el relleno de ruido no rellena completamente agujeros espectrales o vacíos espectrales, sino que mantiene una distancia espectral de por lo menos una región espectral (o de por lo menos cualquier otro número predeterminado de regiones espectrales) entre aquellas líneas espectrales en las cuales se introduce un

10 ruido y líneas espectrales cuantificadas a un valor no cero. Así, se mantiene una distancia espectral entre relleno de ruido, introducido dentro de la representación espectral, y líneas espectrales cuantificadas a un valor no cero, tal que las líneas espectrales psicoacústicamente relevantes (las cuales no son cuantificadas a cero en la representación espectral de entrada de la señal de audio) pueden ser claramente

15 distinguidas (debido a la distancia espectral del número predeterminado de una o más regiones espectrales) del relleno de ruido introducido dentro del espectro por el rellenador de ruido. Consiguientemente, se puede percibir claramente el contenido de audio psicoacústicamente más relevante (representado por valores de línea espectral no ceros en la representación espectral de entrada 110), mientras se evitan

20 grandes agujeros espectrales. Esto se debe al hecho de que el relleno de ruido es omitido selectivamente en la cercanía de líneas espectrales de la representación espectral de entrada cuantificadas a un valor no cero, mientras que se ejecuta relleno de ruido en las regiones centrales de agujeros espectrales o vacíos espectrales.

En lo que sigue se describirá un entorno de aplicación para el rellenador

25 de ruido 100 haciendo referencia a la Figura 2. La Figura 2 muestra un diagrama de bloques esquemático de un decodificador de señal de audio 200, de acuerdo con una realización del invento. El decodificador de señal de audio 200 también comprende un decodificador de coeficiente espectral 210, el cual está configurado para recibir una representación de señal de audio codificada 212 y para proveer una

30 representación decodificada opcionalmente inversamente cuantificada 214 de coeficientes espectrales de la señal de audio codificada. El decodificador de

coeficiente espectral 210 puede comprender, por ejemplo, un decodificador de entropía (por ejemplo, decodificador aritmético o un decodificador de longitud de seguidilla) y, opcionalmente, un cuantificador inverso para establecer la representación decodificada 214 de los coeficientes espectrales (por ejemplo, en la

5 forma de coeficientes inversamente cuantificados) a partir de la representación de señal de audio codificada 212. El rellenedor de ruido 100 está configurado para recibir la representación decodificada 214 de coeficientes espectrales (la cual es opcionalmente inversamente cuantificada) como la representación espectral de entrada 110 de la señal de audio.

10 El decodificador de señal de audio 200 también comprende un extractor de factor de ruido 220, el cual está configurado para extraer una información de factor de ruido 222 de la representación de señal de audio codificada 212 y para proveer la información de factor de ruido 222 al rellenedor de ruido 100. El decodificador de señal de audio 200 también comprende un corrector de espectro

15 230, el cual está configurado para recibir una representación de espectro reconstruida 232 desde el rellenedor de ruido 100. La representación de espectro reconstruida 232 puede ser, por ejemplo, igual a la representación espectral rellena con ruido 112 provista por el rellenedor de ruido. El corrector de espectro 230, el cual puede ser considerado opcional, está configurado para proveer una

20 información de espectro 234 sobre la base de la representación de espectro reconstruida 232. El decodificador de señal de audio 200 además comprende un conversor de dominio espectral a dominio del tiempo 240, el cual recibe la información de espectro 234 provista por el corrector de espectro 230 o, en ausencia del corrector de espectro 230, la representación de espectro reconstruida 232, y para

25 proveer sobre la base de eso, una representación de señal de audio en el dominio del tiempo 242. El conversor de dominio espectral a dominio del tiempo 240 puede ser configurado, por ejemplo, para realizar una transformación coseno discreta modificada inversa (IMDCT).

En una realización preferida, el relleno de ruido en el lado del

30 decodificador comprende los siguientes pasos (o sigue los siguientes pasos):

1. decodificar el piso de ruido;

2. decodificar los valores cuantificados de las líneas de frecuencia;
3. detectar las regiones espectrales en la parte seleccionados del espectro donde una longitud de seguidilla de ceros es mayor que un tamaño mínimo de longitud de seguidilla; y
- 5 4. aplicar un signo generado aleatoriamente al piso de ruido decodificado para cada una de las líneas dentro de las regiones seleccionadas.

El piso de ruido se decodifica como sigue:

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

10 Las regiones espectrales detectadas son seleccionadas, por ejemplo, de la misma manera que lo que se hizo en lado del codificador (que se describirá abajo).

Un ruido gaussiano sin memoria en el dominio de la MDCT es generado por un espectro con la misma amplitud para todas las líneas pero con signos aleatorios. Así, para cada uno de las líneas adentro de las regiones seleccionadas, el
15 decodificador genera un signo aleatorio (-1 ó +1) y lo aplica al piso de ruido decodificado. Sin embargo, se pueden aplicar también otros métodos de proveer una contribución de ruido.

En lo que sigue se describirán algunos detalles tomando como referencia las Figuras 1, 2, 3 y 4 en donde la Figura 3 muestra un pseudo código de programa de
20 un algoritmo para relleno de ruido en el lado del decodificador, el cual puede ser realizado mediante el rellenedor de ruido 100, y en donde la Figura 4 muestra una representación gráfica del relleno con ruido.

Para empezar la decodificación del piso de ruido puede ser realizada mediante el extractor de factor de ruido 220, el cual recibe, por ejemplo, un índice de
25 factor de ruido (al que también se designa sintéticamente como "index") y para proveer sobre la base de eso, el valor de factor de ruido decodificado 222 (también designado con "nf_decoded"). El índice de factor de ruido puede ser codificado, por ejemplo, usando tres o cuatros bits, y puede ser por ejemplo, un valor entero en el rango entre 0 y 7, o un valor entero en un rango entre 0 y 15.

30 Los valores cuantificados de las líneas de frecuencia (también designados como "líneas espectrales" o "bandejas espectrales") pueden ser provistos por el

5 decodificador de coeficiente espectral 210. Consiguientemente, se obtienen valores de línea espectral (a los que también se designa como "coeficientes espectrales) cuantificados (u opcionalmente, inversamente cuantificados), los cuales son designado como "quantized (x(i))". Aquí, i designa un índice de frecuencia de los valores de línea espectral.

10 Subsiguientemente se detectan regiones espectrales mediante el rellenedor de ruido 100 en una parte seleccionada del espectro (por ejemplo, en una porción superior del espectro empezando desde un índice de frecuencia i de línea espectral predeterminada) donde una longitud de seguidilla de ceros (esto es, de valores de línea espectral cuantificados cuantificados a cero) es más alta que un mínimo tamaño de longitud de seguidilla. La detección de regiones espectrales así es realizada por una primera porción 310 del algoritmo 300 de la Figura 3. Como se puede ver de la primera porción 310 del algoritmo 300, un conjunto R de regiones detectadas es inicializada para ser un conjunto vacío en el inicio del algoritmo (R=

15 {};

En el ejemplo del algoritmo de la Figura 3, se fija una longitud de seguidilla mínima en un valor fijo de 8, pero naturalmente se puede elegir cualquier otro valor.

Subsiguientemente, se determina para una pluralidad de líneas espectrales bajo consideración (designadas por variable en curso "índice de línea") si

20 cada uno de esas líneas espectrales bajo consideración comprende un entorno a ambos lados de líneas espectrales cuantificada a cero (y si la línea espectral bajo consideración está en sí misma cuantificada a cero). Por ejemplo, todas las líneas en la segunda mitad del espectro pueden ser consideradas sucesivamente como líneas bajo consideración, en donde una línea que está actualmente bajo consideración es

25 designada por "índice de línea". Para una línea bajo consideración designada por "índice de línea", se computa una suma de coeficientes espectrales cuantificados "quantized(x(i))" en un entorno que está en el rango desde el índice de frecuencia de línea espectral de "índice de línea - (MinimalRunLength)/2" a un índice de frecuencia de línea espectral de "índice de línea + MinimalRunLength)/2". Si se halla que la

30 suma de los valores de línea espectral en dicho entorno de la línea espectral actualmente bajo consideración (que tiene índice de frecuencia de línea espectral

"índice de línea") es cero, entonces, la línea espectral actualmente bajo consideración (o más precisamente, el índice de frecuencia de línea espectral "índice de línea" de ella) es agregado al conjunto R de regiones detectadas (o líneas espectrales detectadas). Consiguientemente, si el índice de frecuencia de línea espectral de una línea espectral es agregado al conjunto R, esto significa que las líneas espectrales que tienen índices de línea entre "line index - MinimalRunLength/2" y "line index + MinimalRunLength/2", todos comprenden valores de línea espectral cuantificados a cero.

Consiguientemente, en la primera porción 310 del pseudo código de programa 310, se obtiene un conjunto R de índices de frecuencia de línea espectral "índice de línea", el cual enumera aquellas (y sólo aquellas) líneas espectrales de la porción espectral bajo consideración que están "suficientemente" espaciadas (esto es, por al menos MinimalRunLength/2 líneas) de cualquier línea espectral cuantificada a un valor no cero.

La detección de una región así está ilustrada en la Figura 4, la cual muestra una representación gráfica 400 de un espectro. Una abscisa 410 describe una frecuencia de líneas espectrales en términos de un índice de frecuencia de línea espectral "índice de línea". Una ordenada 412 describe una intensidad (por ejemplo, amplitud o energía) de las líneas espectrales. Como se puede ver, la porción del espectro ilustrada en la representación gráfica 400 comprende cuatro líneas espectrales 420a, 420b, 420c y 420d, cuantificadas a un valor no cero. Además, entre las líneas espectrales 420c y 420d, hay 11 líneas espectrales 422a-422k cuantificadas a cero. Además, se supone que una línea espectral sólo se considera que está espaciada suficientemente de una línea espectral cuantificada a un valor no cero si hay por lo menos cuatro líneas espectrales cuantificadas a cero entre la línea espectral actualmente bajo consideración y cualquier otra línea espectral cuantificada a un valor no cero. (y naturalmente, si la línea espectral actualmente bajo consideración está en sí misma cuantificada a cero). Sin embargo, cuando se considera la línea espectral 422a, se hallará que la línea espectral 422a es inmediatamente adyacente a la línea espectral 422c, la cual no está cuantificada a cero, tal que el índice de frecuencia de línea espectral de la línea espectral 422a no

será parte del conjunto R computado de acuerdo con la primera parte 310 del algoritmo 300. De manera similar, se hallará que las líneas espectrales 422b, 422c y 422d no están espaciadas suficientemente lejos de toda línea espectral cuantificada a un valor no cero, tal que los índices de frecuencia de línea espectral de las líneas
5 espectrales 422b a 422d tampoco serán parte del conjunto R. En contraste, se reconocerá que la línea espectral 422e está espaciada suficientemente lejos de toda línea espectral cuantificada a un valor no cero, porque la línea espectral 422e es una línea central (o, más generalmente, una línea central), de una secuencia de 9 líneas espectrales contiguas todas cuantificadas a cero. Consiguientemente, un índice de
10 frecuencia de línea espectral de la línea espectral 422e será parte del conjunto R computado en la primera porción 310 del algoritmo 300. Lo mismo vale para las líneas espectrales 422f y 422g, tal que los índices de frecuencia de línea espectral de las líneas espectrales 422f y 422g serán parte del conjunto R determinado en la primera porción 310 del algoritmo 300, ya que las líneas espectrales 422f y 422g
15 están espaciadas suficientemente lejos de cualquier línea espectral de frecuencia inferior 420a, 420b y 420c, cuantificadas a un valor no cero y de cualquier línea espectral de frecuencia superior cuantificada a un valor no cero. Por el otro lado, las líneas espectrales 422h, 422i, 422j y 422k no serán parte del conjunto R, porque dichas líneas espectrales están ubicadas demasiado cerca, en términos de
20 frecuencia, al lado de la línea espectral 420d cuantificada a un valor no cero.

Consiguientemente, el conjunto R no comprenderá índices de frecuencia de línea espectral de las líneas espectrales 420a, 420b, 420c, 420d, porque dichas líneas espectrales están cuantificadas a un valor no cero. Además, los índices de frecuencia de línea espectral de las líneas espectrales 422a, 422b, 422c, 422d, 422h,
25 422i, 422j y 422k no serán parte del conjunto R porque dichas líneas espectrales están ubicadas demasiado cerca al lado de las líneas espectrales 420a, 420b, 420c y 420d. En contraste, los índices de frecuencia de línea espectral de las líneas espectrales 422e, 422f, 422g estarán incluidos en el conjunto R, porque dichas líneas espectrales están en sí mismas cuantificadas a cero y están espaciadas
30 suficientemente lejos de cualquier línea espectral adyacente no nula.

El algoritmo 300 también comprende una segunda porción 320 de decodificar el piso de ruido, en donde un índice de valor de ruido ("index" en la porción 320 de código de programa) es convertido en un valor de cifra de ruido decodificado ("nf_decoded" en el programa 300).

5 El código de programa 300 también comprende una tercera porción 330 de rellenar las líneas espectrales identificadas, esto es líneas espectrales índices de frecuencia de línea espectral i los cuales están en el conjunto R, con ruido. Con este propósito, los valores espectrales de las líneas espectrales identificadas (designados por ejemplo, con $x(i)$, en donde la variable corriente i subsiguientemente toma todos
10 los índices de frecuencia de línea espectral incluidos en el conjunto R) son fijados a valores de relleno de ruido. Los valores de relleno de ruido se obtienen, por ejemplo, multiplicando el valor de relleno de ruido decodificado ("nf_decoded") con un número aleatorio o un número pseudo aleatorio (designado con "random(-1,+1)"), en donde el número aleatorio o pseudo aleatorio puede tomar, por ejemplo, aleatoriamente o
15 pseudo aleatoriamente los números -1 y +1. Sin embargo, naturalmente es posible diferente provisión de un ruido aleatorio o pseudo aleatorio.

El relleno de ruido también se ilustra en la Figura 4. Como se puede ver en la Figura 4, los valores espectrales cero de las líneas espectrales 422e, 422f y 422g son reemplazados por valores de relleno de ruido (ilustrados por líneas de trazos en
20 la Figura 4).

Calculador de parámetro de relleno de ruido de acuerdo con las Figuras 5 y 6

La Figura 5 muestra un diagrama de bloques esquemático de un calculador de parámetro de relleno de ruido 500. El calculador de parámetro de
25 relleno de ruido está configurado para obtener una representación espectral cuantificada 510 de una señal de audio y para proveer, sobre la base de eso, un parámetro de relleno de ruido 512. El calculador de parámetro de relleno de ruido 500 comprende un identificador de región espectral 520, el cual está configurado para recibir la representación espectral cuantificada 510 de la señal de audio y para
30 identificar regiones espectrales (por ejemplo, líneas espectrales) de la representación espectral cuantificada 510 espaciadas de regiones espectrales no nulas de la

representación espectral cuantificada 510 por al menos una región espectral intermedia (por ejemplo línea espectral), para obtener una información 522 que describe regiones espectrales identificadas (por ejemplo líneas espectrales identificadas). El calculador de parámetro de relleno de ruido 500 comprende
5 además un configurador para recibir una información de error de cuantificación 532 y para proveer el parámetro de relleno de ruido 512. Con este propósito, el calculador de valor de ruido está configurado para considerar selectivamente errores de cuantificación de las regiones espectrales identificadas, descrito mediante la información 522, para un cálculo del parámetro de relleno de ruido 512.

10 La información de error de cuantificación 532 puede por ejemplo ser idéntica a una información de energía (o información de intensidad) que describe energías (o intensidades) de aquellas líneas espectrales que están cuantificadas a cero en la representación espectral cuantificada 510.

El calculador de parámetro de relleno de ruido 500 puede comprender
15 opcionalmente un cuantificador 540, el cual está configurado para recibir una representación espectral no cuantificada 542 de una señal de audio y para proveer la representación espectral cuantificada 510 de la señal de audio. El cuantificador 540 puede tener una resolución de cuantificación ajustable, la cual puede ser, por ejemplo, individualmente ajustable por línea espectral, o por banda espectral (por
20 ejemplo, en dependencia de una relevancia psicoacústica de las líneas espectrales o bandas espectrales, obtenido usando un modelo psicoacústico). La funcionalidad del cuantificador de resolución variable puede ser igual a la funcionalidad descrita en las Normas Internacionales ISO/IEC 13818-7 y ISO/IEC 14496-3. En particular, el cuantificador 540 puede ser ajustado tal que haya espacios libres o agujeros
25 espectrales en la representación espectral cuantificada 510 de la señal de audio, por ejemplo, regiones contiguas de líneas espectrales adyacentes cuantificadas a cero.

Asimismo, la representación espectral no cuantificada 542 puede servir como la información de error de cuantificación 532, o la información de error de cuantificación 532 puede ser establecida a partir de la representación espectral no
30 cuantificada 542.

En lo que sigue se describirá en detalle la funcionalidad de la computación de parámetro de relleno de ruido, la cual puede ser realizada por el calculador de parámetro de relleno de ruido 500. En la computación de parámetro de relleno de ruido en el lado del codificador, el relleno de ruido preferiblemente es aplicado en el dominio de la cuantificación. De esta manera, el ruido introducido es corregido luego mediante el filtro inverso relevante psicoacústico. La energía del ruido introducido por el decodificador es calculada en codificada en el lado del codificador siguiendo los siguientes pasos:

1. Tomar los valores cuantificados de las líneas de frecuencia;
2. Seleccionar sólo una parte de los espectros;
3. Detectar las regiones espectrales en la parte seleccionada de los espectros donde una longitud de seguidilla de ceros es más alta que un tamaño mínimo de longitud de seguidilla;
4. Calcular la media geométrica del error de cuantificación sobre las regiones previamente detectadas; y
5. Cuantificar uniformemente la media geométrica con 3 bits.

Con relación al primer paso, los valores cuantificados de las líneas de frecuencia pueden obtenerse usando el cuantificador 540. Los valores cuantificados de las líneas de frecuencia por lo tanto son representados por la representación espectral cuantificada 510.

Con respecto al segundo paso, el cual puede ser considerado opcional, se debe notar que la computación del relleno de ruido preferiblemente se realizar sobre la base de una porción de alta frecuencia de los espectros. En una realización preferida, la energía del ruido (llamada piso de ruido) es calculada sólo sobre la segunda mitad de los espectros, esto es, para las altas frecuencias (pero no para las frecuencias inferiores). En realidad, usualmente las altas frecuencias (parte superior del espectro) son perceptualmente menos importantes que las bajas frecuencias, y los valores cuantificados a cero aparecen mayormente en la segunda mitad de los espectros. Asimismo, agregar el ruido en las altas frecuencias es menos propenso a obtener una resolución de sonido final ruidosa.

Con respecto al tercer paso, restringiendo el relleno de ruido sobre las regiones espectrales donde ocurre una longitud de seguidilla de valores cuantificados a cero, se evita que el relleno de ruido afecte demasiado a los valores no anulados. De esta manera, el relleno de ruido no se aplica en la vecindad de valores no anulados, y la tonalidad original de estas líneas entonces se preserva mejor. El tamaño mínimo de longitud de seguidilla se fija en 8 en una realización preferida. Esto significa que las 8 líneas que rodean a un valor no anulado no son afectadas por el relleno de ruido (y consecuentemente no son consideradas para el cálculo de un valor de ruido).

Con respecto al cuarto paso, el error de cuantificación en el dominio cuantificado está en el rango $[-0,5; 0,5]$, y se supone que está uniformemente distribuido. La energía de errores de cuantificación de las regiones detectadas es promedio en el dominio logarítmico (esto es, media geométrica). El piso de ruido, nf , entonces se calcula como sigue:

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

En lo de arriba, $\text{sum}()$ es la suma de las energías logarítmicas, $\log_{10}(E())$, de las líneas individuales $x(i)$ adentro de las regiones detectadas, y n el número de líneas dentro de estas regiones. El piso de ruido, nf , está entre 0 y 0,5. Un cálculo así permite tomar en cuenta la chatura espectral original de los valores anulados, y luego obtener información acerca de sus características de tonalidad/ruidosidad.

Si los valores anulados son muy tonales, el piso de ruido (computado en el aparato 500) irá hacia cero, y se agregará un bajo piso de ruido al decodificador (por ejemplo, el decodificador 100, 200 descrito arriba). Si los valores anulados son realmente ruidosos, el piso de ruido será alto, y el relleno de ruido puede verse como una codificación altamente paramétrica de líneas espectrales anuladas, tipo PNS (Substitución de Ruido Perceptual) (ver también referencia [4]).

Con respecto al quinto paso, el índice de cuantificación ("index") del piso de ruido, entonces se calcula como sigue:

$$\text{index}=\max(0,\min(7, \text{int}(8-16*nf)))$$

El índice es transmitido, por ejemplo, en 3 bits.

En lo que sigue se describirá el algoritmo para computar el parámetro de
relleno de ruido tomando como referencia la Figura 6, la cual muestra un pseudo
código de programa 600 de un algoritmo tal para obtener el parámetro de relleno de
ruido, de acuerdo con una realización del invento. El algoritmo 600 comprende una
primera porción 610 de detectar regiones las cuales deben ser consideradas para
computación del parámetro de relleno de ruido. Las regiones identificadas (por
ejemplo, líneas espectrales) son descritas por el conjunto R, el cual por ejemplo
puede comprender índices de frecuencia de línea espectral ("índice de línea") de
líneas espectrales identificadas. Se pueden identificar líneas espectrales que en sí
mismas son cuantificadas a cero y las cuales además están espaciadas
suficientemente lejos de cualquier otra línea espectral cuantificada a un valor no
cero.

La primera porción 610 del programa 600 puede ser idéntica a la primera
porción 310 del programa 300. Consiguientemente, la representación espectral
cuantificada ("quantized (x(i))") usada en el algoritmo 600 puede ser, por ejemplo,
idéntica a la representación espectral cuantificada ("quantized x(i)") usada en el
algoritmo 300 en el lado del decodificador. En otras palabras, la representación
espectral cuantificada usada en el lado del codificador puede ser transmitida, en una
forma codificada, al decodificador en un sistema de transmisión que comprende un
codificador y un decodificador.

El algoritmo 600 comprende una segunda porción 620 de computar el piso
de ruido. En la computación del piso de ruido, sólo se consideran aquellas regiones
espectrales (o líneas espectrales) descritas por el conjunto R en la primera porción
610 del algoritmo 600. Como se puede ver, el valor de relleno de ruido nf es primero
inicializado a cero. El número de líneas espectrales considerada (n) es inicializado
primero a cero. Subsiguientemente, las energías de todas las líneas espectrales,
índices de línea de lo cuales están incluidos en el conjunto R, son sumadas, en
donde las energías de las líneas espectrales son logritmizadas antes de sumar. Por

ejemplo, se puede sumar un logaritmo en base 10 ($\log_{10}$) de las energías ($E(x(i))$) de las líneas espectrales. Se debe notar aquí que la energía real de las líneas espectrales antes de cuantificación (designadas con "E o energía ($x(i)$ ") es sumada en forma logaritmizada. También se cuenta el número de líneas espectrales
5 consideradas. Así, después de la ejecución de la segunda porción 620 del algoritmo 600, la variable nf indica una suma logarítmica de energía de las líneas espectrales identificadas antes de la cuantificación, y la variable n describe el número de líneas espectrales identificadas.

El algoritmo 600 también comprende una tercera porción 630 de
10 cuantificación del valor nf , esto es, la suma logarítmica de las líneas espectrales identificadas. Se puede usar una ecuación de mapeo como se describe arriba o como se muestra en la Figura 6.

Método de acuerdo con la Figura 7

15 La Figura 7 muestra un diagrama de flujo de un método para proveer una representación espectral rellenada con ruido de una señal de audio sobre la base de una representación espectral de entrada de la señal de audio. El método 700 de la Figura 7 comprende un paso 710 de identificar regiones espectrales de una
20 representación espectral de entrada de una señal de audio espaciadas de las regiones espectrales de valores no ceros de la representación espectral de entrada por al menos una región espectral intermedia, para obtener las regiones espectrales identificadas. El método 700 también comprende un paso 720 de introducir selectivamente ruido dentro de las regiones identificadas, para obtener una
representación espectral rellenada de ruido de la señal de audio.

25 El método 700 puede ser suplementado por cualquiera de los rasgos distintivos y funcionalidades descritos en la presente con referencia al rellenador de ruido del invento.

Método de acuerdo con la Figura 8

30 La Figura 9 muestra un diagrama de flujo de un método para proveer un parámetro de relleno de ruido sobre la base de una representación espectral

cuantificada de una señal de audio. El método 800 comprende un paso 810 de identificar las regiones espectrales de la representación espectral cuantificada de una señal de audio espaciadas de las regiones espectrales de valores no ceros de la representación espectral cuantificada por al menos una región espectral intermedia,
5 para obtener las regiones espectrales identificadas. El método 800 también comprende un paso 820 de considerar selectivamente los errores de cuantificación de las regiones identificadas para el cálculo de los parámetros de relleno.

El método 800 puede ser suplementado por cualquiera de los rasgos distintivos y funcionalidades descritos en la presente con respecto al calculador de
10 parámetro de relleno de ruido.

Representación de señal de audio de acuerdo con la Figura 9

La Figura 9 muestra una representación gráfica de una representación de señal de audio de acuerdo con una realización del invento. La representación de
15 señal de audio 900 puede formar la base, por ejemplo, para la representación espectral de entrada 110. La representación de señal de audio 900 también puede hacerse cargo de la funcionalidad de la representación de señal de audio codificada 212. La representación de señal de audio 900 puede obtener usando el calculador de parámetro de relleno de ruido 500, en donde la representación de señal de audio 900
20 puede comprender, por ejemplo, la representación espectral cuantificada 510 de la señal de audio y el parámetro de relleno de ruido 512, por ejemplo, ambos en forma codificada.

En otras palabras, la representación de señal de audio codificada 900 puede representar una señal de audio. La representación de señal de audio
25 codificada 900 comprende una representación de dominio espectral cuantificada codificada de la señal de audio y también un parámetro de relleno de ruido codificado. El parámetro de relleno de ruido representa un error de cuantificación de regiones espectrales de la representación de dominio espectral cuantificadas a cero y espaciadas de regiones espectrales de la representación de dominio espectral
30 cuantificadas a valores no ceros, por al menos una región espectral intermedia.

Naturalmente, la representación de señal de audio 900 puede ser suplementada por cualquier información descrita arriba.

Alternativas de Implementación

5 Dependiendo de ciertos requerimientos de implementación, realizaciones del invento pueden ser implementadas en hardware o en software. La implementación puede ser realizada usando un medio de almacenamiento digital, por ejemplo un disco flexible, un DVD, un CD, una memoria de sólo lectura, una PROM, una EEPROM o una memoria FLASH, teniendo señales de control legibles
10 electrónicamente almacenadas en las mismas, las cuales cooperan (o son capaces de cooperar) con un sistema de computadora programable tal que se ejecute el respectivo método.

 Algunas realizaciones de acuerdo con el invento comprende un portador de datos que tiene señales de control legibles electrónicamente, las cuales son
15 capaces de cooperar con una sistema de computadora programable, tal que uno de los métodos descrito en la presente sea ejecutado.

 Generalmente, realizaciones del presente invento pueden ser implementadas como un programa de computador con un código de programa, siendo código de programa operativo para ejecutar uno de los métodos cuando el
20 producto de programa de computadora corre en una computadora. El código de programa puede ser almacenado, por ejemplo, sobre un portador legible por una máquina.

 Otras realizaciones comprenden el programa de computadora para ejecutar uno de los métodos descritos en la presente, almacenado en un portador
25 legible por una máquina.

 En otras palabras, una realización del método inventivo es, por lo tanto, un programa de computadora que un código de programa para ejecutar uno de los métodos descritos en la presente, cuando el programa de computadora corre en una computadora.

30 Una realización adicional de los métodos inventivos es, por lo tanto, un portador de datos (o un medio de almacenamiento digital) que comprende el

programa de computadora para ejecutar uno de los métodos descritos en la presente.

Una realización adicional del método inventivo es, por lo tanto, una transmisión de datos o una secuencia de señales que representan el programa de
5 computador para ejecutar uno de los métodos descritos en la presente. La transmisión de datos o la secuencia de señales pueden ser configuradas, por ejemplo, para ser transferidos vía una conexión de comunicación de datos, por ejemplo, vía Internet.

Una realización adicional comprende un medio de procesamiento, por
10 ejemplo, una computadora, o un dispositivo lógico programable, configurado para o adaptado para ejecutar uno de los métodos descritos en la presente.

Una realización adicional comprende una computadora que tiene instalado en ella el programa de computadora para ejecutar uno de los métodos descritos en la presente.

15 En algunas realizaciones se puede usar un dispositivo de lógica programable (por ejemplo un arreglo de compuesta programable de campo) para realizar algunas o todas las funcionalidades de los métodos descritos en la presente. En algunas realizaciones, el arreglo de compuerta programable de campo puede cooperar con un microprocesador para realizar uno de los métodos descritos en la
20 presente.

Conclusión

Sintetizando lo de arriba, el presente invento mejora la herramienta de codificación de audio "relleno de ruido" considerando la señal de audio y las
25 características de señal decodificada tanto cuando se computan parámetros de relleno de ruido en el lado del codificador, como cuando se aplica el ruido al lado del decodificador. En una realización del invento, se estima la tonalidad/ruidosidad de las líneas espectrales cuantificadas a cero y se usa para la estimación de piso de ruido. Este piso de ruido luego es transmitido al decodificador el cual aplica el relleno de
30 ruido a los valores cuantificados a cero que ocurren en regiones específicas de los

espectros. Estas regiones son seleccionadas en base a las características de los espectros decodificados.

Con relación al contexto del invento, se puede notar que el invento fue aplicado a una codificación basada en transformación que usa una cuantificación
5 escalar sobre MDCT. Los coeficientes de MDCT son previamente normalizados mediante una curva calculada en base de indicadores perceptuales. La curva es deducida a partir de una etapa de análisis de LPC (Codificación de Predicción Lineal) previa ponderando los coeficientes de LPC, como se hace en el modo TCX de AMR-WB+ (ver referencia [1]) A partir de los coeficientes ponderados, se diseña un filtro
10 de ponderación perceptual y se aplica antes de la MDCT. El filtro inverso también es aplicado en el lado del decodificador después de la MDCT inversa. Este filtro de ponderación perceptual inversa corrige los ruidos de cuantificación de una manera que minimiza o enmascara el ruido percibido.

En realizaciones de acuerdo con el invento se superan las desventajas de
15 la técnica previa. El relleno de ruido se aplica convencionalmente en una manera sistemática sobre los valores cuantificados a cero considerando sólo un umbral basado en la envolvente espectral, un umbral de enmascaramiento, o un umbral de energía. La técnica previa no considera ni las características de la señal de entrada ni las características de la señal decodificada. Así, un aparato convencional puede
20 introducir artefactos adicionales indeseables, especialmente artefactos de ruido, y cancela las ventajas de una herramienta así.

Referencias:

- 25 [1] "Codificador/decodificador (AMR-WB+) Multi-Velocidad – Banda Ancha Adaptativo Extendido" (*Extended Adaptive Multi-Rate – Wideband (AMR-WB+) codec*), 3GPP TS 26.290 V6.3.0, 2005-06, Especificación Técnica
- [2] Ragot et al, "Codificador Ajustable ITU-T G.729.I: AN 8-32 Kbit/S Interoperable con G.729 para Telefonía de Banda Ancha y Voz a través de IP" (*ITU-T G.729.I: AN 8-32 Kbit/S Scalable Coder Interoperable with G.729 for Wideband*
30 *Telephony and Voice Over IP*), Vol. 4, ICASSP 07, 15-20 Abril de 2007

- [3] "CODIFICACIÓN DE AUDIO" ("AUDIO CODING"), Solicitud internacional No.: PCT/IB2002/001388, Solicitante: KONINKLIJKE PHILIPS ELECTRONICS N.V. [NL/NL]; Groenewoudseweg 1 NL-5621 BA Eindhoven (NL). Inventores: TAORI, Rakesh; Prof Holstlaan 6 NL-5656 AA Eindhoven (NL) y VAN DE
5 PAR, Steven, L., J., D., E.; Prof. Holstlaan 6 NL-5656 AA Eindhoven (NL).

[4] Codificación Genérica de Dibujos Animados y Audio Asociado: Codificación de Audio Avanzado. (*Generic Coding of Moving Pictures and Associated Audio: Advanced Audio Coding*) International Standard 13818-7, ISO/IECJTC1/SC29/WG11 Moving Pictures Expert Group, 1997

REIVINDICACIONES

1. Un rellenedor de ruido (100) para proveer una representación espectral
rellenada con ruido (112) de una señal de audio sobre la base de una representación
5 espectral de entrada (110) de la señal de audio, el rellenedor de ruido que
comprende:

un identificador de región espectral (120) configurado para identificar
regiones espectrales (422e, 422f, 422g) de la representación espectral de entrada
(110) espaciadas de regiones espectrales no nulas (420a, 420b, 420c, 420d) de la
10 representación espectral de entrada (110) por al menos una región espectral
intermedia (422a, 422b, 422c, 422d, 422h, 422i, 422j, 422k), para obtener regiones
espectrales identificadas (422e, 422f, 422g); y

un insertador de ruido (130) configurado para introducir selectivamente
ruido dentro de las regiones espectrales identificadas (422e, 422f, 422g) para
15 obtener la representación espectral rellena con ruido (112) de la señal de audio.

2. El rellenedor de ruido (100) de acuerdo con la reivindicación 1, en
donde el identificador de región espectral (120) está configurado para identificar
líneas espectrales (422e, 422f, 422g) de la representación espectral de entrada
(110), las cuales están cuantificadas a cero y las cuales comprenden por lo menos
20 un primer número predeterminado (4) de líneas espectrales vecinas de frecuencia
inferior (422a, 422b, 422c, 422d; 422b, 422c, 422d, 422e, 422c, 422d, 422e, 422f)
cuantificadas a cero y por lo menos un segundo número predeterminado (4) de
líneas espectrales vecinas de frecuencia mayor (422f, 422g, 422h, 422i; 422g, 422h,
422i, 422j; 422h, 422i, 422j, 422k) cuantificadas a cero, como regiones espectrales
25 identificadas;

en donde el primer número predeterminado (4) es mayor o igual que 1, y
en donde el segundo número predeterminado (4) es mayor o igual que 1; y

en donde el insertador de ruido (130) está configurado para introducir
selectivamente ruido dentro de las líneas espectrales identificadas (422e, 422f, 422g)
30 mientras que deja sin afectar por el relleno con ruido, las líneas espectrales (420a,
420b, 420c, 420d) cuantificadas a un valor no cero y las líneas espectrales (422a,

422b, 422c, 422d, 422h, 422i, 422j, 422k) cuantificadas a cero, pero que no tienen el primer número predeterminado (4) de líneas espectrales vecinas de frecuencia inferior cuantificadas a cero, o el segundo número predeterminado (4) de líneas espectrales (4) de líneas espectrales vecinas de frecuencia más alta cuantificadas a
5 cero.

3. El rellenedor de ruido (100) de acuerdo con la reivindicación 2, en donde el primer número predeterminado (4) es igual al segundo número predeterminado (4).

4. El rellenedor de ruido (100) de acuerdo con una de las reivindicaciones
10 1 a 3, en donde el rellenedor de ruido está configurado para introducir ruido sólo dentro de regiones espectrales en una porción superior de la representación espectral de entrada (110) de la señal de audio mientras que deja una porción inferior de la representación espectral de entrada (110) de la señal de audio sin afectar por el relleno con ruido.

15 5. El rellenedor de ruido (100) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, en donde el identificador de región espectral (120) está configurado para sumar valores de intensidad cuantificados ($\text{quantized}(x(i))$) de regiones espectrales en una vecindad espectral a los dos lados predeterminada de una dada región espectral (i), para obtener un valor suma (E), y para evaluar el valor suma (E) para
20 decidir si la región espectral dada (i) es una región espectral identificada o no.

6. El rellenedor de ruido (100) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, en donde el identificador de región espectral (120) está configurado para explorar un rango de regiones espectrales de la representación espectral de entrada (110) para detectar secuencias contiguas (422a a 422i; 422b 422j; 422c a 422k) de
25 regiones espectrales cuantificadas a cero, y para reconocer una o más regiones espectrales centrales (422e, 422f, 422g) de las secuencias contiguas detectadas como regiones espectrales identificadas.

7. Un calculador de parámetro de relleno de ruido (500) para proveer un parámetro de relleno de ruido (512) sobre la base de una representación espectral
30 cuantificada (510) de una señal de audio, el calculador de parámetro de relleno de ruido que comprende:

un identificador de región espectral (520) configurado para identificar regiones espectrales 422e, 422f, 422g) de la representación espectral cuantificada (510) espaciadas de las regiones espectrales no nulas (420a, 420b, 420c, 420d) de la representación espectral cuantificada (510) por al menos una región espectral intermedia (422a, 422b, 422c, 422d, 422h, 422i, 422j, 422k), para obtener regiones espectrales identificadas (422e, 422f, 422g); y

un calculador de valor de ruido (530) configurado para considerar selectivamente errores de cuantificación ((energy (x(i))) de regiones espectrales identificadas (i) para un cálculo del parámetro de relleno de ruido (512, nf).

8. El calculador de parámetro de relleno de ruido (500) de acuerdo con la reivindicación 7,

en donde el identificador de región espectral (520) está configurado para identificar líneas espectrales (422e, 422f, 422g) de la representación espectral de entrada (510), las cuales están cuantificadas a cero y las cuales comprenden por lo menos un primer número predeterminado (4) de líneas espectrales vecinas de frecuencia inferior (422a, 422b, 422c, 422d; 422b, 422c, 422d, 422e, 422c, 422d, 422e, 422f) cuantificadas a cero y por lo menos un segundo número predeterminado (4) de líneas espectrales vecinas de frecuencia más alta (422f, 422g, 422h, 422i; 422g, 422h, 422i, 422j; 422h, 422i, 422j, 422k) cuantificadas a cero, como regiones espectrales identificadas;

en donde el primer número predeterminado (4) es mayor o igual que 1, y en donde el segundo número predeterminado (4) es mayor o igual que 1; y

en donde el identificador de región espectral (520) está configurado para considerar selectivamente errores de cuantificación de las regiones espectrales identificadas (i) para un cálculo del parámetro de relleno de ruido mientras que deja las líneas espectrales (420a, 420b, 420c, 420d) cuantificadas a un valor no cero y la línea espectral (422a, 422b, 422c, 422d, 422h, 422i, 422j, 422k) cuantificadas a cero, pero que no tienen el primer número predeterminado (4) de líneas espectrales vecinas de frecuencia inferior cuantificadas a cero, o el segundo número predeterminado (4) de líneas espectrales vecinas de frecuencia más alta

cuantificadas a cero fuera de consideración para el cálculo del parámetro de relleno de ruido.

9. El calculador de parámetro de relleno de ruido (500) de acuerdo con una de las reivindicaciones 7 a 8, en donde el calculador de valor de ruido (530) está
5 configurado para considerar una energía real ($\text{energy}(x(i))$) del error de cuantificación de las regiones espectrales identificadas (i) para el cálculo del parámetro de relleno de ruido (512, nf, nf_index).

10. El calculador de parámetro de relleno de ruido (500) de acuerdo con una de las reivindicaciones 7 a 9, en donde el calculador de valor de ruido (530) está
10 configurado para enfatizar una energía de error de cuantificación no tonal (energía ($x(i)$)) distribuida sobre una pluralidad de regiones espectrales identificadas en relación a una energía de error de cuantificación tonal concentrada en una sola región espectral o en una pluralidad de líneas espectrales contiguas.

11. El calculador de parámetro de relleno de ruido (500) de acuerdo con
15 una de las reivindicaciones 7 a 10, en donde el calculador de valor de ruido (530) está configurado para calcular una suma de energías de error de cuantificación logaritmizadas ($\log_{10}(\text{energy}(x(i)))$) de regiones espectrales identificadas (i), para obtener el parámetro de relleno de ruido (512, nf, nf_index).

12. Una representación de señal de audio codificada 900 que representa
20 una señal de audio, la representación de señal de audio codificada que comprende:
una representación de dominio espectral cuantificada codificada de la señal de audio; y

un parámetro de relleno de ruido codificado;

en donde el parámetro de relleno de ruido representa un error de
25 cuantificación de regiones espectrales de la representación de dominio espectral cuantificada a cero y espaciada de regiones espectrales de la representación de dominio espectral cuantificada a un valor no cero, por al menos una región espectral intermedia.

13. Un método (700) para proveer una representación espectral rellena
30 con ruido de una señal de audio sobre la base de una representación espectral de entrada de la señal de audio, el método que comprende:

identificar (710) regiones espectrales de la representación espectral de entrada espaciadas de regiones espectrales no nulas de la representación espectral de entrada por al menos una región espectral intermedia, para obtener regiones espectrales identificadas; e

- 5 introducir selectivamente (720) ruido dentro de las regiones espectrales identificadas para obtener la representación espectral rellena con ruido de la señal de audio.

14. Un método (800) para proveer un parámetro de relleno de ruido sobre la base de una representación espectral cuantificada de una señal de audio, el
10 método que comprende:

Identificar (810) regiones espectrales de representación espectral cuantificada espaciadas de regiones espectrales no nulas de representación espectral cuantificada por al menos una región espectral intermedia para obtener regiones espectrales identificadas; y

- 15 considerar selectivamente (820) errores de cuantificación de las regiones espectrales identificadas para un cálculo del parámetro de relleno de ruido.

15. Un programa de computadora para realizar el método de acuerdo con la Reivindicación 13 o la Reivindicación 14, cuando el programa de computadora
20 corre en una computadora.

RESUMEN

Un rellenedor de ruido para proveer una representación espectral rellena con ruido de una señal de audio sobre la base de una representación espectral de entrada de la señal de audio comprende un identificador de región espectral configurado para identificar regiones de la representación espectral de entrada espaciadas de regiones espectrales no nulas de la representación espectral de entrada por al menos una región espectral intermedia, para obtener regiones espectrales identificadas, y un insertador de ruido configurado para introducir selectivamente ruido dentro las regiones espectrales identificadas para obtener la representación espectral rellena con ruido de la señal de audio. Un calculador de parámetro de relleno de ruido para proveer un parámetro de relleno de ruido sobre la base de una representación espectral cuantificada de una señal de audio comprende un identificador de región espectral, como se menciona arriba, y un calculador de valor de ruido configurado para considerar selectivamente errores de cuantificación de las regiones espectrales identificadas para un cálculo del parámetro de relleno de ruido. Consiguientemente, se puede obtener una representación de señal de audio codificada que representa la señal de audio.

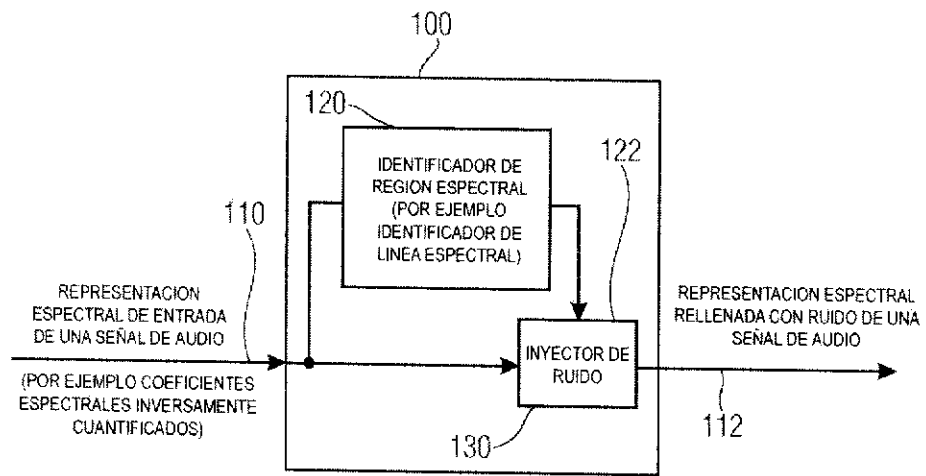


FIG 1

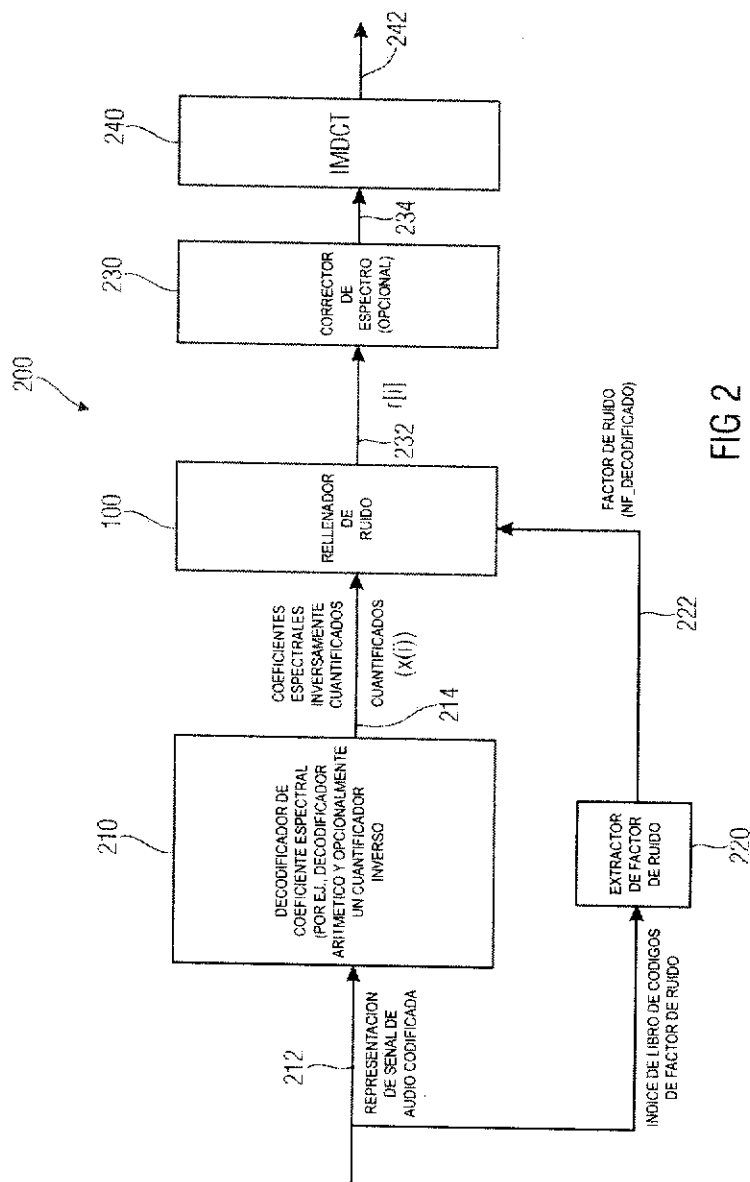


FIG 2

300
↙

```

% PSEUDO CODIGO DEL RELLENO DE RUIDO EN EL LADO DEL DECODIFICADOR
% DETECTAR REGIONES
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

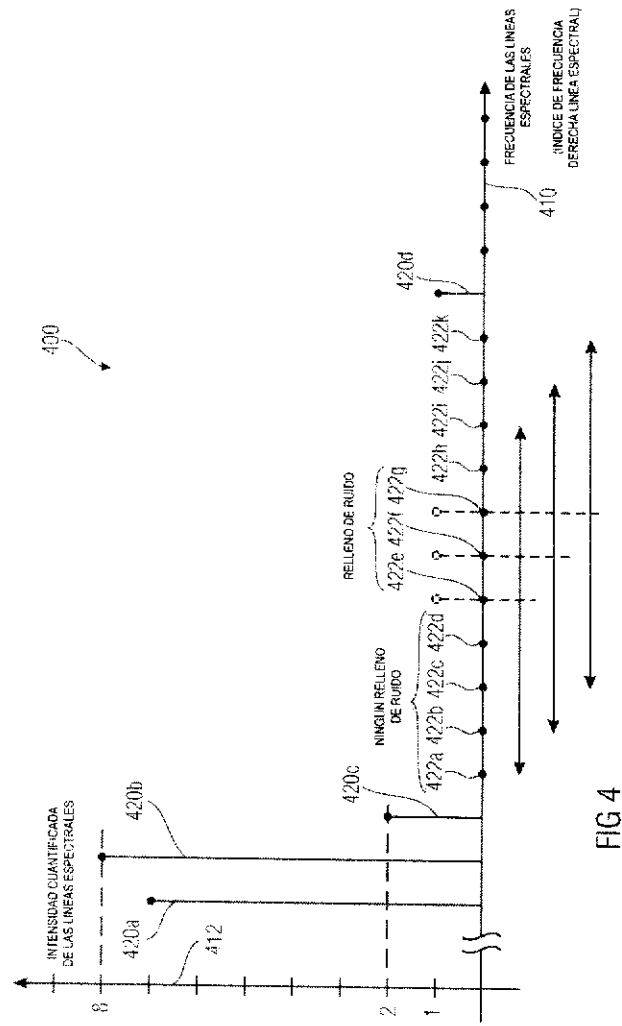
320 {
    % DECODIFICAR EL PISO DE RUIDO
    nf_decoded = 0.0625*(8-index);

330 {
    % RELLENAR CON RUIDO
    For (all i in R)
        x(i) = random (-1,+1)*nf_decoded;
    End for

% FIN DE PSEUDO CODIGO DEL RELLENO DE RUIDO EN EL LADO DEL DECODIFICADOR

```

FIG 3



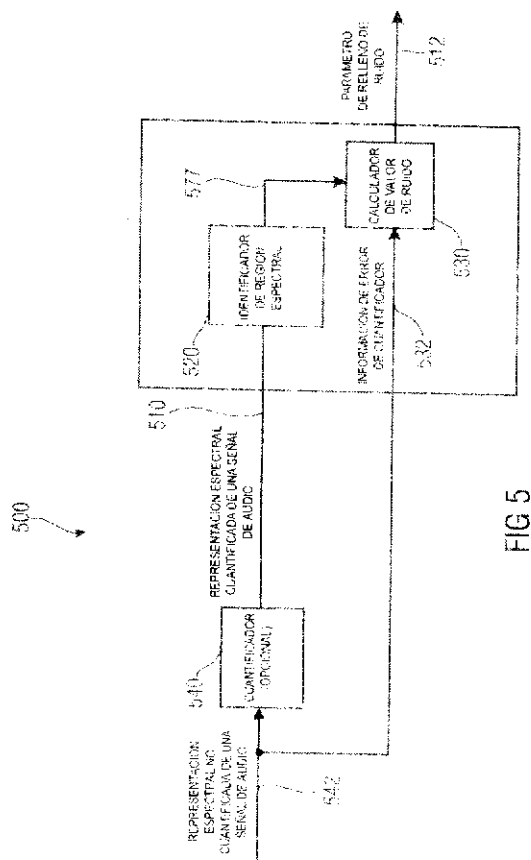


FIG 5

600
↙

```

% PSEUDO CODIGO DEL RELLENO DE RUIDO EN EL LADO DEL CODIFICADOR

610 { % DETECTAR REGIONES
      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 { % CALCULAR EL PISO DE RUIDO
      nf = 0;
      n=0;
      For (all i in R)
          nf = E + log10(energy(x(i)));
          n = n+1;
      End for

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

% FIN DE PSEUDO CODIGO DEL RELLENO DE RUIDO EN EL LADO DEL CODIFICADOR
    
```

FIG 6

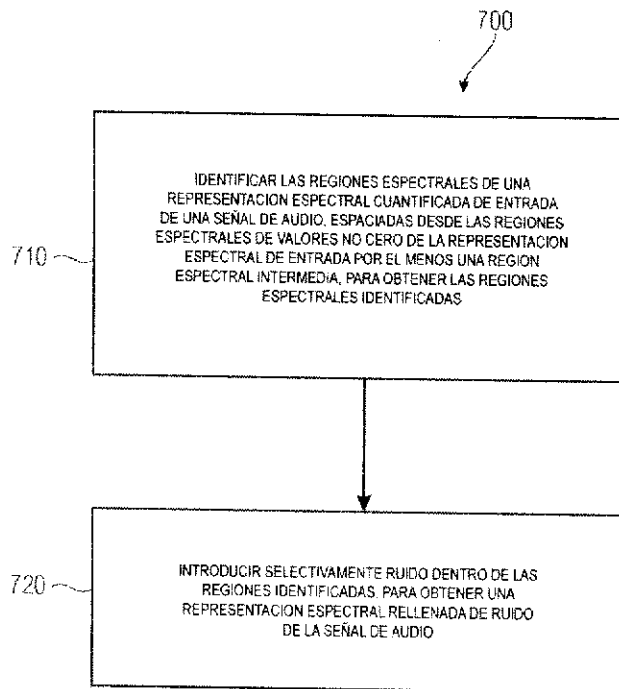


FIG 7

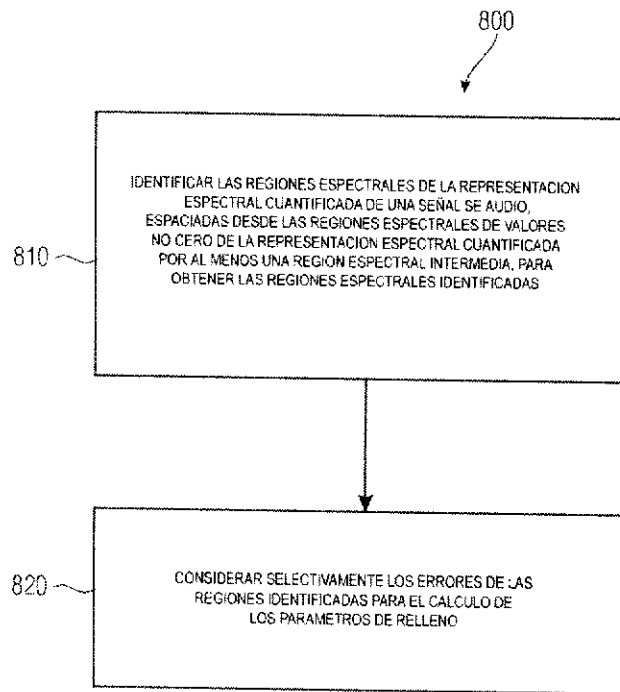


FIG 8

NOISE FILLER, NOISE FILLING PARAMETER CALCULATOR, METHOD FOR PROVIDING A NOISE FILLING PARAMETER, METHOD FOR PROVIDING A NOISE-FILLED SPECTRAL REPRESENTATION OF AN AUDIO SIGNAL, CORRESPONDING COMPUTER PROGRAM AND ENCODED AUDIO SIGNAL

Description

Background of the Invention

Embodiments according to the invention are related to a noise filler for providing a noise-filled spectral representation of an audio signal on the basis of an input spectral representation of the audio signal, to a noise filling parameter calculator for providing a noise filling parameter on the basis of a quantized spectral representation of an audio signal, to an encoded audio signal representation representing an audio signal, to a method for providing a noise filled spectral representation of an audio signal, to a method for providing a noise filling parameter on the basis of a quantized spectral representation of an audio signal, and to computer programs for implementing said methods.

In the following, some scenarios will be described in which embodiments according to the invention can be applied with advantage. Many frequency domain audio signal encoders are based on the idea that some frequency regions or spectral regions (e.g. frequency lines or spectral lines provided by a time-domain to frequency-domain conversion), are more important than other spectral regions. Accordingly, spectral regions of high psychoacoustic relevance are typically encoded with higher accuracy than spectral regions of lower psychoacoustic relevance. The psychoacoustic relevance of the different spectral regions may, for example, be calculated using a psychoacoustic model which takes into account the masking of weaker spectral regions by adjacent strong spectral peaks.

If there is a desire to reduce the bitrate of an encoded audio signal down towards a low level, some spectral regions are quantized with a very low accuracy (e.g. only one bit accuracy, or two bit accuracy). Accordingly, many of the spectral regions quantized with low accuracy are quantized to zero. Thus, at low bitrates transform-based audio coders are prone to different artifacts and especially to artifacts originating from the zero-quantized frequency lines. Indeed, coarse quantization of spectral values in low bitrate audio coding might lead to very sparse spectra after inverse quantization, as many spectral lines might have been quantized to zero. These frequency holes in the reconstructed signal produce undesirable sound artifacts. It can make the reproduced sound too sharp or instable (birdies) when the frequency holes in the spectra move from frame to frame.

Noise filling is a means to mask these artefacts by filling, at the decoder side, the zero-quantized coefficients or bands with a random noise. The energy of the inserted noise is a parameter computed and transmitted by the encoder.

Different concepts of noise filling are known. For example, the so-called AMR-WR+ combines noise filling and a Discrete Fourier Transform (DFT), as described for example in reference [1]. In addition, the International Standard ITU-T G.729.1 defines a concept which combines noise filling and modified discrete cosine transform (MDCT). Details are described in reference [2].

Further aspects regarding the noise filling are described in the International patent application PCT/IB2002/001388 by Koninklijke Philips Electronics N.V. (see reference [3]).

Nevertheless, the conventional noise filling concepts result in audible distortions.

In view of this discussion, there is a desire to create a concept of noise filling which provides for an improved hearing impression.

Summary of the Invention

An embodiment according to the invention creates a noise filler for providing a noise-filled spectral representation of an audio signal on the basis of an input spectral representation of the audio signal. The noise filler comprises a spectral region identifier configured to identify spectral regions (e.g. spectral lines, or spectral bins) of the input spectral representation spaced from non-zero spectral regions (e.g. spectral lines or spectral bins) of the input spectral representation by at least one intermediate spectral region, to obtain identified spectral regions. The noise filler also comprises a noise inserter configured to selectively introduce noise into the identified spectral regions (e.g. spectral lines or spectral bins) to obtain the noise-filled spectral representation of the audio signal.

This embodiment of the present invention is based on the finding that tonal components of the spectral representation of an audio signal are typically degraded, in terms of the hearing impression, if a noise filling is applied in the immediate neighborhood of such tonal components. Accordingly, it has been found that an improved hearing impression of a noise-filled audio signal can be obtained if the noise filling is only applied to spectral regions which are spaced away from such tonal, non-zero spectral regions. Accordingly, the tonal components of the audio signal spectrum (which are not quantized to zero in the quantized spectral representation input to the noise filler) remain audible (i.e. do not become smeared with closely adjacent noise), while the presence of large spectral holes is still efficiently avoided.

In a preferred embodiment, the spectral region identifier is configured to identify spectral lines of the input spectral representation, which are quantized to zero and which comprise at least a first predetermined number of lower frequency neighbor spectral lines quantized to zero and at least a second predetermined number of higher frequency neighbor spectral line quantized to zero, as identified spectral regions, wherein the first predetermined number is greater than or

equal to one and wherein the second predetermined number is greater than or equal to one. In this embodiment, the noise inserter is configured to selectively introduce noise into the identified spectral lines while leaving spectral lines quantized to a non-zero value and spectral lines quantized to zero, but not having the first predetermined number of lower frequency neighbor spectral lines quantized to zero, or the second predetermined number of higher frequency neighbor spectral lines quantized to zero unaffected by the noise filling. Thus, the noise filling is selective in that noise is introduced only into spectral lines which are quantized to zero and which are spaced from lines quantized to a non-zero value, both in an upward spectral direction and a downward spectral direction, for example by the first predetermined number of lower frequency neighbor spectral lines quantized to zero and by the second predetermined number of higher frequency neighbor spectral lines quantized to zero.

In a preferred embodiment, the first predetermined number is equal to the second predetermined number, such that a minimum spacing in the upward frequency direction from lines quantized to a non-zero value is equal to a minimum spacing in the downward frequency direction from lines quantized to a non-zero value.

In a preferred embodiment, the noise filler is configured to introduce noise only into spectral regions in an upper portion of the spectral representation of the audio signal, while leaving a lower portion of the spectral representation of the audio signal unaffected by the noise filling. Such a concept is useful as usually the higher frequencies are less perceptually important than the low frequencies. The zero quantized values also mostly occur in the second half of the spectra (i.e. for high frequencies). Also adding noise in the high frequencies is less prone to get a final noisy sound restitution.

In a preferred embodiment, the spectral region identifier is configured to sum quantized intensity values (e.g. energy values or amplitude values) of spectral regions in a predetermined double-sided spectral neighborhood of a given spectral region (i.e. a spectral neighborhood extending towards both lower and higher frequencies), to obtain a sum value, and to evaluate the sum value to decide whether the given spectral region is an identified spectral region or not. It has been found that a sum value of energies of a quantized spectrum over a double-sided spectral neighborhood of a given spectral region is a meaningful quantity to decide whether noise filling should be applied to the given spectral region.

In another preferred embodiment, the spectral region identifier is configured to scan a range of spectral regions of the input spectral representation to detect contiguous sequences of spectral regions quantized to zero, and to recognize one or more central spectral regions (i.e. non-boundary spectral regions) of such detected contiguous sequences as identified spectral regions.

It has been found that a detection of a certain "run-length" of spectral regions quantized to zero, is a task which can be implemented with particularly low computational complexity. In order to identify such a contiguous sequence of spectral regions, it is possible to decide

whether all of the spectral regions within this sequence of spectral regions are quantized to zero, which can be performed using a relatively simple algorithm or circuit. If it is found that such a contiguous sequence of spectral regions is quantized to zero, one or more of the inner spectral regions of the sequence (which are spaced far enough from spectral regions outside of the present sequence of spectral regions) are treated as identified spectral regions. Thus, by scanning through a range of spectral regions (e.g. by subsequently selecting different shifted sequences of spectral regions), an efficient analysis of the spectral representation can be made, to identify spectral regions quantized to zero and spaced from spectral regions quantized to a non-zero value by a predetermined minimum distance.

Another embodiment according to the invention creates a noise filling parameter calculator for providing a noise filling parameter on the basis of a quantized spectral representation of an audio signal. The noise filling parameter calculator comprises a spectral region identifier configured to identify spectral regions of the quantized spectral representation spaced from non-zero spectral regions of the quantized spectral representation by at least one intermediate spectral region, to obtain identified spectral regions. The noise filling parameter calculator also comprises a noise value calculator configured to selectively consider quantization errors of the identified spectral regions for a calculation of the noise filling parameter. The noise filling parameter calculator is based on the key idea that it is desirable to restrict a decoder-sided noise filling to spectral regions which are spaced from tonal spectral regions (quantized to a non-zero value), and that consequently the noise parameter should be calculated at the encoder side, taking this concept into consideration. Accordingly, a noise filling parameter is obtained which is particularly well-suited to the above-described decoder concept. It has also been found that spectral regions, which are quantized to zero, but which are very close to spectral regions quantized to a non-zero value, often do not reflect a truly noise-like audio content, but rather are strongly correlated with the adjacent tonal (quantized to a non-zero value) spectral region. Accordingly, it has been found that it is generally not desirable to consider the quantization error of spectral regions, which are nearby spectral regions quantized to a non-zero value for a calculation of a noise filling parameter, because this would typically result in a strong over-estimation of the noise, thereby resulting in a too noisy reconstructed spectral representation.

Thus, the noise filling parameter calculation concept described herein is usable in combination with the above-described noise filling concept and even in combination with conventional noise filling concepts.

In preferred embodiments, the concept for the identification of spectral regions, which has been discussed with respect to the noise filler, can also be applied in combination with the noise filling parameter calculator.

In a further preferred embodiment, the noise value calculator is configured to consider an actual energy of the quantization error of the identified spectral regions for the calculation of the noise filling parameter. It has been found that the consideration of an actual quantization

error (rather than an estimated quantization error or an average quantization error) typically brings along improved results, because the actual quantization error typically deviates from the statistically expected quantization error.

- 5 In a further preferred embodiment, the noise value calculator is configured to emphasize a non-tonal quantization error energy distributed over a plurality of identified spectral regions in relation to a tonal quantization error energy concentrated in a single spectral region. This concept is based on the finding that a non-tonal wideband noise, an average energy of which lies below a quantization threshold and which is therefore quantized to zero, is perceptually
- 10 much more relevant for the noise filler than a single tonal audio component, an intensity of which lies below the quantization threshold, even if the non-tonal wideband noise quantized to zero and the tonal component quantized to zero were both quantized to zero. The reason is that the noise filler by generating a random noise at the decoder can model missing non-tonal wideband noise in the quantized spectral representation but not missing tonal components.
- 15 Thus, an emphasis of non-tonal noise components quantized to zero over tonal components quantized to zero, brings along a more realistic sound reconstruction. This is also due to the fact that a human hearing impression is degraded much more by the presence of a spectral hole (e.g. in the form of the absence of a wideband noise quantized to zero) than by the absence of a small spectral peak quantized to zero. A tonal component may be concentrated in a single
- 20 spectral line, or may be spread over several spectral contiguous lines (for example $i-1, i, i+1$). A spectral region may, for example, comprise one or more spectral lines.

In a preferred embodiment, the noise value calculator is configured to calculate a sum of logarithmized quantization error energies of the identified spectral regions to obtain the noise

25 filling parameter. By calculating the sum of logarithmized quantization error energies of the identified spectral regions, the above-described relative emphasis of non-tonal spectral regions quantized to zero over tonal regions quantized to zero, can be obtained in an efficient manner.

Another embodiment according to the invention creates an encoded audio signal

30 representation, for representing an audio signal. The encoded audio signal representation comprises an encoded quantized spectral domain representation of the audio signal and an encoded noise filling parameter. The noise filling parameter represents a quantization error of the spectral regions of the spectral domain representation quantized to zero and spaced from spectral regions of the spectral domain representation quantized to a non-zero value by at least

35 a predetermined number of intermediate spectral regions. The above-described encoded audio signal representation is useable by the noise filler discussed above and can be obtained using the noise filling parameter calculator discussed above. The encoded audio signal representation allows for a reconstruction of the audio signal with particularly good audio quality because the noise filling parameter selectively reflects the quantization error of the

40 quantized spectral domain representation for such spectral regions in which a meaningful noise information is present and which should be selectively considered for a noise-filling at the decoder side.

Another embodiment according to the invention creates a method for providing a noise filled representation of an audio signal.

Yet another embodiment according to the invention creates a method for providing a noise filling parameter on the basis of a quantized spectral representation of an audio signal.

Yet another embodiment according to the invention creates a computer program for implementing the abovementioned methods.

10 Brief Description of the Figures

Embodiments according to the invention will subsequently be described, taking reference to the enclosed figures, in which:

15 Fig. 1 shows a block schematic diagram of a noise filler, according to an embodiment of the invention;

Fig. 2 shows a block schematic diagram of an audio signal decoder comprising the noise filler according to the present invention;

20

Fig. 3 shows a pseudo program code for implementing the functionality of the noise filler of Fig. 1;

25 Fig. 4 shows a graphical representation of an identification of spectral regions, which may be performed in the noise filler according to Fig. 1;

Fig. 5 shows a block schematic diagram of a noise filling parameter calculator according to an embodiment of the invention;

30 Fig. 6 shows a pseudo program code for implementing the functionality of the noise filling parameter calculator according to Fig. 5;

Fig. 7 shows a flow chart of a method for providing a noise filled spectral representation of an audio signal on the basis of an input spectral representation of the audio signal;

35

Fig. 8 shows a flow chart of a method for providing a noised filling parameter on the basis of a quantized spectral representation of an audio signal; and

40 Fig. 9 shows a graphical representation of an audio signal representation, according to an embodiment of the invention.

Noise filler according to Figs. 1-4

Fig. 1 shows a block schematic diagram of a noise filler 100, according to an embodiment of the invention. The noise filler 100 is configured to receive an input spectral representation 110 of an audio signal, for example in the form of decoded spectral coefficients (which may for example be quantized or inversely quantized). The noise filler 100 is also configured to provide a noise filled spectral representation 112 of the audio signal on the basis of the input spectral representation 110.

The noise filler 100 comprises a spectral region identifier 120, which is configured to identify spectral regions of the input spectral representation 110 spaced from non-zero spectral regions of the input spectral representation 110 by at least one intermediate spectral region, to obtain an information 122 indicating the identified spectral regions. The noise filler 100 also comprises a noise inserter 130, which is configured to selectively introduce noise into the identified spectral regions (described by the information 122), to obtain the noise filled spectral representation 112 of the audio signal.

Regarding the functionality of the noise filler 100, it can generally be said that the noise filler 100 selectively fills spectral regions (e.g. spectral lines or spectral bins) of the input spectral representation 110 with noise, for example by replacing spectral values of spectral lines quantized to zero with replacement spectral values describing a noise. In this manner, spectral holes or spectral gaps within the input spectral representation 110 can be filled, which may for example arise from a coarse quantization of the input spectral representation 110. However, the noise filler 100 does not introduce noise into all of the spectral lines quantized to zero (i.e. spectral lines, the spectral values of which are quantized to zero). Rather, the noise filler 100 only introduces noise into such spectral lines quantized to zero, which comprise a sufficient distance from any spectral lines quantized to a non-zero value. In this manner, the noise filling does not entirely fill spectral holes or spectral gaps, but maintains a spectral distance of at least one spectral region (or of at least any other predetermined number of spectral regions) between those spectral lines in which a noise is introduced and spectral lines quantized to a non-zero value. Thus, a spectral distance between filling noise, introduced into the spectral representation, and spectral lines quantized to a non-zero value is maintained, such that the psychoacoustically relevant spectral lines (which are not quantized to zero in the input spectral representation of the audio signal) can be clearly distinguished (due to the spectral distance of the predetermined number of one or more spectral regions) from the filling noise introduced into the spectrum by the noise filler. Accordingly, the psychoacoustically most relevant audio content (represented by non-zero spectral line values in the input spectral representation 110) can clearly be perceived, while large spectral holes are avoided. This is due to the fact that the noise filling is selectively omitted in the proximity of spectral lines of the input spectral representation quantized to a non-zero value, while the noise filling is executed in the central regions of spectral holes or spectral gaps.

In the following, an application environment for the noise filler 100 will be described taking reference to Fig. 2. Fig. 2 shows a block schematic diagram of an audio signal decoder 200,

according to an embodiment of the invention. The audio signal decoder 200 comprises, as a key component, the noise filler 100. The audio signal decoder 200 also comprises a spectral coefficient decoder 210, which is configured to receive an encoded audio signal representation 212 and to provide a decoded, an optionally inversely quantized representation 214 of spectral coefficients of the encoded audio signal. The spectral coefficient decoder 210 may for example comprise an entropy decoder (e.g. arithmetic decoder or run length decoder) and, optionally, an inverse quantizer to derive the decoded representation 214 of the spectral coefficients (e.g. in the form of inversely quantized coefficients) from the encoded audio signal representation 212. The noise filler 100 is configured to receive the decoded representation 214 of spectral coefficients (which is optionally inversely quantized) as the input spectral representation 110 of the audio signal.

The audio signal decoder 200 also comprises a noise factor extractor 220, which is configured to extract a noise factor information 222 from the encoded audio signal representation 212 and to provide the extracted noise factor information 222 to the noise filler 100. The audio signal decoder 200 also comprises a spectrum reshaper 230, which is configured to receive a reconstructed spectrum representation 232 from the noise filler 100. The reconstructed spectrum representation 232 may for example be equal to the noise filled spectral representation 112 provided by the noise filler. The spectrum reshaper 230, which may be considered as optional, is configured to provide a spectrum information 234 on the basis of the reconstructed spectrum representation 232. The audio signal decoder 200 further comprises a spectral-domain to time-domain converter 240, which receives the spectrum representation 234 provided by the spectrum reshaper 230, or, in the absence of the spectrum reshaper 230, the reconstructed spectrum representation 232, and to provide on the basis thereof, a time-domain audio signal representation 242. The spectral-domain to time-domain converter 240 may for example be configured to perform an inverse modified discrete cosine transform (IMDCT).

In a preferred embodiment, the noise filling at the decoder side comprises the following steps (or follows the next steps):

1. Decode the noise floor;
2. Decode the quantized values of the frequency lines;
3. Detect the spectral regions in the selected part of the spectra where a run length of zeros is higher than a minimal run length size; and
4. Apply a randomly generated sign to the decoded noise floor for each of the lines within the selected regions.

The noise floor is decoded as follows:

$$\text{nf_decoded} = 0.0625 \cdot (8 - \text{index}).$$

The detected spectral regions are, for example, selected in the same manner as it is done at the encoder side (which will be described below).

5 A memoryless Gaussian noise in the MDCT domain is generated by a spectrum with the same amplitude for all lines but with random signs. So, for each of the lines within the selected regions, the decoder generates a random sign (-1 or +1) and applies it to the decoded noise floor. However, other methods of providing a noise contribution can be applied as well.

10 In the following, some details will be described taking reference to Figs. 1, 2, 3, and 4, wherein Fig. 3 shows a pseudo program code of an algorithm for noise filling at the decoder side, which may be performed by the noise filler 100, and wherein Fig. 4 shows a graphical representation of the noise filling.

15 To start with, the decoding of the noise floor may be performed by the noise factor extractor 220, which receives, for example, a noise factor index (also briefly designated as "index") and to provide on the basis thereof the decoded noise factor value 222 (also designated with "nf_decoded"). The noise factor index may for example be encoded using three or four bits, and it may for example be an integer value in the range between 0 and 7, or an integer value in a range between 0 and 15.

20 The quantized values of the frequency lines (also designated as "spectral lines" or "spectral bins") may be provided by the spectral coefficient decoder 210. Accordingly, quantized (or optionally, inversely quantized) spectral line values (also designated as "spectral coefficients") are obtained, which are designated as "quantized (x(i))". Here, i designates a frequency index of the spectral line values.

25 Subsequently, spectral regions are detected by the noise filler 100 in a selected part of the spectra (e.g. in an upper portion of the spectrum starting from a predetermined spectral line frequency index i) where a run length of zeros (i.e. of quantized spectral line values quantized to zero) is higher than a minimal run length size. The detection of such spectral regions is performed by a first portion 310 of the algorithm 300 of Fig. 3. As can be seen from the first portion 310 of the algorithm 300, a set R of detected regions is initialized to be an empty set at the beginning of the algorithm ($R = \{\};$).

35 In the example of the algorithm of Fig. 3, a minimal run length is set to a fixed value of 8, but naturally any other value can be chosen.

40 Subsequently, it is determined for a plurality of spectral lines under consideration (designated by running variable "line index") whether each of these spectral lines under consideration comprises a double-sided environment of spectral lines quantized to zero (and whether the spectral line under consideration is itself quantized to zero). For example, all the lines in the second half of the spectra may successively be considered as lines under consideration, wherein a line which is currently under consideration is designated by a frequency index "line

index". For a line under consideration designated by the "line index", a sum of quantized spectral coefficients "quantized(x(i))" in an environment ranging from a spectral line frequency index of "line index - (MinimalRunLength)/2" to a spectral line frequency index of "line index + MinimalRunLength)/2" is computed. If it is found that the sum of the spectral line values in said environment of the spectral line currently under consideration (having spectral line frequency index "line index") is zero, then the spectral line presently under consideration (or, more precisely, the spectral line frequency index "line index" thereof) is added to the set R of detected regions (or detected spectral lines). Consequently, if a spectral line frequency index of a spectral line is added to the set R, this means that the spectral lines having line indices between "line index - MinimalRunLength)/2" and "line index + MinimalRunLength)/2" all comprise spectral line values quantized to zero.

Accordingly, in the first portion 310 of the pseudo program code 310, a set R of spectral line frequency indices "line index" is obtained, which enumerates those (and only those) spectral lines of the spectral portion under consideration which are spaced "sufficiently" (i.e. by at least MinimalRunLength/2 lines) from any spectral lines quantized to a non-zero value.

The detection of such region is illustrated in Fig. 4, which shows a graphical representation 400 of a spectrum. An abscissa 410 describes a frequency of spectral lines in terms of a spectral line frequency index "line index". An ordinate 412 describes an intensity (e.g. amplitude or energy) of the spectral lines. As can be seen, the portion of the spectrum illustrated in the graphical representation 400 comprises four spectral lines 420a, 420b, 420c, and 420d, quantized to a non-zero value. Further, between the spectral lines 420c and 420d, there are 11 spectral lines 422a-422k quantized to zero. Further, it is assumed that a spectral line is only considered to be spaced sufficiently from a spectral line quantized to a non-zero value if there are at least four spectral lines quantized to zero between the spectral line presently under consideration and any other spectral line quantized to a non-zero value (and naturally, if the spectral line presently under consideration is itself quantized to zero). However, when considering the spectral line 422a, it will be found that the spectral line 422a is immediately adjacent to the spectral line 422c, which is not quantized to zero, such that the spectral line frequency index of the spectral line 422a will not be part of the set R computed according to the first part 310 of the algorithm 300. Similarly, it will be found that the spectral lines 422b, 422c, and 422d are not spaced far enough from any spectral lines quantized to a non-zero value, such that the spectral line frequency indices of the spectral lines 422b to 422d will also not be part of the set R. In contrast it will be recognized that spectral line 422e is spaced far enough from any spectral lines quantized to a non-zero value, because the spectral line 422e is a center line (or, more generally, a central line), of a sequence of 9 contiguous spectral lines all quantized to zero. Accordingly, a spectral line frequency index of the spectral line 422e will be part of the set R computed in the first portion 310 of the algorithm 300. The same also holds for the spectral lines 422f and 422g, such that the spectral line frequency indices of the spectral lines 422f and 422g will be part of the set R determined in the first portion 310 of the algorithm 300, as the spectral lines 422f, 422g are spaced far enough from any lower-frequency spectral lines 420a, 420b, and 420c, quantized to a non-zero value and

from any higher frequency spectral lines quantized to a non-zero value. On the other hand, the spectral lines 422h, 422i, 422j, and 422k will not be part of the set R, because said spectral lines are located too closely, in terms of frequency, besides the spectral line 420d quantized to a non-zero value.

5

Accordingly, the set R will not comprise spectral line frequency indices of the spectral lines 420a, 420b, 420c, 420d, because said spectral lines are quantized to a non-zero value. In addition, spectral line frequency indices of spectral lines 422a, 422b, 422c, 422d, 422h, 422i, 422j, and 422k, will not be part of the set R, because said spectral lines are located too closely
10 beside the spectral lines 420a, 420b, 420c, and 420d. In contrast, spectral line frequency indices of spectral lines 422e, 422f, 422g, will be included in the set R, because said spectral lines are themselves quantized to zero and spaced far enough from any adjacent non-zero spectral lines.

15 The algorithm 300 also comprises a second portion 320 of decoding the noise floor, wherein a noise value index ("index" in the program code portion 320) is converted into a decoded noise figure value ("nf_decoded" in the program code 300).

The program code 300 also comprises a third portion 330 of filling the identified spectral
20 lines, i.e. spectral lines the spectral line frequency indices i of which are in the set R, with noise. For this purpose, the spectral values of the identified spectral lines (designated for example, with $x(i)$, wherein running variable i subsequently takes all spectral line frequency indices included in the set R) are set to noise filling values. The noise filling values are for example obtained by multiplying the decoded noise filling value (nf_decoded) with a random
25 number or pseudo random number (designated with "random(-1, +1)"), wherein the random or pseudo random number may for example randomly or pseudo-randomly take the numbers -1 and +1. However, different provision of a random or pseudo random noise is naturally possible.

30 The noise filling is also illustrated in Fig. 4. As can be seen in Fig. 4, the zero spectral values of the spectral lines 422e, 422f, and 422g are replaced by noise filling values (illustrated by dotted lines in Fig. 4).

35 Noise filling parameter calculator according to Figs. 5 and 6

Fig. 5 shows a block schematic diagram of a noise filling parameter calculator 500. The noise filling parameter calculator is configured to obtain a quantized spectral representation 510 of an audio signal and to provide, on the basis thereof, a noise filling parameter 512. The noise
40 filling parameter calculator 500 comprises a spectral region identifier 520, which is configured to receive the quantized spectral representation 510 of the audio signal and to identify spectral regions (e.g. spectral lines) of the quantized spectral representation 510 spaced from non-zero spectral regions of the quantized spectral representation 510 by at least one intermediate

spectral region (e.g. spectral line), to obtain an information 522 describing identified spectral regions (e.g. identified spectral lines). The noise filling parameter calculator 500 further comprises a noise value calculator 530 configured to receive a quantization error information 532 and to provide the noise filling parameter 512. For this purpose, the noise value calculator
 5 is configured to selectively consider quantization errors of the identified spectral regions, described by the information 522, for a calculation of the noise filling parameter 512.

The quantization error information 532 may for example be identical to an energy information (or intensity information) describing energies (or intensities) of those spectral lines which are
 10 quantized to zero in the quantized spectral representation 510.

The noise filling parameter calculator 500 may optionally comprise a quantizer 540, which is configured to receive a non-quantized spectral representation 542 of an audio signal and to provide the quantized spectral representation 510 of the audio signal. The quantizer 540 may
 15 have an adjustable quantization resolution, which may for example be individually adjustable per spectral line, or per spectral band (e.g. in dependence on a psychoacoustic relevance of the spectral lines or spectral bands, obtained using a psychoacoustic model). The functionality of the variable-resolution quantizer may be equal to the functionality described in the International Standards ISO/IEC 13818-7 and ISO/IEC 14496-3. In particular, the quantizer
 20 540 may be adjusted such that there are spectral gaps or spectral holes in the quantized spectral representation 510 of the audio signal, i.e. contiguous regions of adjacent spectral lines quantized to zero.

Moreover, the non-quantized spectral representation 542 may serve as the quantization error information 532, or the quantization error information 532 may be derived from the non-quantized spectral representation 542.
 25

In the following, the functionality of the noise filling parameter computation, which may be performed by the noise filling parameter calculator 500 will be described in detail. In the noise filling parameter computation at the encoder side, the noise filling is preferably applied in the quantization domain. In this manner, the introduced noise is shaped afterwards by the psychoacoustic relevant inverse filter. The energy of the noise introduced by the decoder is calculated and encoded at the encoder side following the next steps:
 30

- 35 1. Get the quantized values of the frequency lines;
2. Select only a part of the spectra;
3. Detect the spectral regions in the selected part of the spectra where a run length of zeros is higher than a minimal run length size;
4. Calculate the geometric mean of the quantization error over the previously detected
 40 regions; and
5. Quantize uniformly the geometric mean with 3 bits.

Regarding the first step, the quantized values of the frequency lines may be obtained using the quantizer 540. The quantized values of the frequency lines are therefore represented by the quantized spectral representation 510.

- 5 Regarding the second step, which may be considered as optional, it should be noted that the computation of the noise filling is preferably performed on the basis of a high frequency portion of the spectra. In a preferred embodiment, the energy of the noise (called noise floor) is calculated only on the second half of the spectra, i.e. for the high frequencies (but not for the lower frequencies). Indeed, usually the high frequencies (upper part of the spectrum) are less perceptually important than the low frequencies, and the zero-quantized values occur mostly in the second half of the spectra. Furthermore, adding in the noise in the high frequencies is less prone to obtain a final noisy sound restitution.

- 15 Regarding the third step, by restricting the noise filling on the spectral regions where a run length of zero-quantized values occurs, it is avoided that the noise filling affects the non-zeroed values too much. In this manner, the noise filling is not applied in the neighborhood of the non-zeroed values, and the original tonality of these lines is then better preserved. The minimal run length size is fixed to 8 in a preferred embodiment. This means that the 8 lines surrounding a non-zeroed value are not affected by the noise filling (and are consequently not considered for the calculation of a noise value).

- 25 Regarding the fourth step, the quantization error in the quantized domain are in the range $[-0.5; 0.5]$, and is assumed to be uniformly distributed. The energy of quantization errors of the detected regions is average in the logarithmic domain (i.e. geometric mean). The noise floor, nf , is then calculated as follows:

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

- 30 In the above, $\text{sum}()$ is the sum of the logarithmic energies, $\log_{10}(E())$, of the individual lines $x(i)$ within the detected regions, and n the number of lines within these regions. The noise floor, nf , is between 0 and 0.5. Such a calculation permits to take the original spectral flatness of the zeroed values into account, and then get information about their tonality/noisiness characteristics.

- 35 If the zeroed values are very tonal, the noise floor (computer in the apparatus 500) will go toward zero, and a low noise floor will be added at the decoder (e.g. at the decoder 100, 200 described above). If the zeroed values are really noisy, the noise floor will be high, and the noise filling can be seen as a highly parametric coding of the zeroed spectral lines, like PNS (Perceptual Noise Substitution) (see also reference [4]).

- 40 Regarding the fifth step, the quantization index ("index") of the noise floor is then calculated as follows:

$\text{index}=\max(0,\min(7, \text{int}(8-16*\text{nf})))$.

The index is transmitted, for example, on 3 bits.

- 5 In the following, the algorithm for computing the noise filling parameter will be described taking reference to Fig. 6, which shows a pseudo program code 600 of such an algorithm for obtaining the noise filling parameter, according to an embodiment of the invention. The algorithm 600 comprises a first portion 610 of detecting regions which should be considered for the computation of the noise filling parameter. Identified regions (e.g. spectral lines) are described by the set R, which may for example comprise spectral line frequency indices ("line index") of identified spectral lines. Spectral lines may be identified, which are themselves quantized to zero and which are further spaced, far enough, from any other spectral lines quantized to a non-zero value.
- 10
- 15 The first portion 610 of the program 600 may be identical to the first portion 310 of the program 300. Accordingly, the quantized spectral representation ("quantized (x(i))") used in the algorithm 600 may for example be identical to the quantized spectral representation ("quantized x(i)") used in the algorithm 300 at the decoder side. In other words, the quantized spectral representation used at the encoder side may be transmitted, in an encoded form, to the decoder in a transmission system comprising an encoder and a decoder.
- 20

The algorithm 600 comprises a second portion 620 of computing the noise floor. In the computation of the noise floor, only those spectral regions (or spectral lines) described by the set R computed in the first portion 610 of the algorithm 600 are considered. As can be seen, the noise filling value nf is first initialized to zero. The number of considered spectral lines (n) is also first initialized to zero. Subsequently, the energies of all the spectral lines, line indices of which are included in the set R, are summed up, wherein the energies of the spectral lines are logarithmized before the summing. For example, a logarithm to the base of 10 (log10) of the energies (E(x(i))) of the spectral lines may be summed. It should be noted here that the actual energy of the spectral lines before quantization (designated with "E or energy (x(i))") is summed up in logarithmized form. The number of spectral lines considered is also counted. Thus, after the execution of the second portion 620 of the algorithm 600, the variable nf indicates a logarithmic sum of energies of the identified spectral lines before quantization, and the variable n describes the number of identified spectral lines.

25

30

35

Algorithm 600 also comprises a third portion 630 of quantizing the value nf, i.e. the logarithmic sum of the identified spectral lines. A mapping equation as described above or as shown in Fig. 6 may be used.

40

Method according to Fig. 7

Fig. 7 shows a flow chart of a method for providing a noise-filled spectral representation of an audio signal on the basis of an input spectral representation of the audio signal. The method 700 of Fig. 7 comprises a step 710 of identifying spectral regions of an input spectral representation of an audio signal spaced from non-zero spectral regions of the input spectral representation by at least one intermediate spectral region, to obtain identified spectral regions. The method 700 also comprises a step 720 of selectively introducing noise into the identified spectral regions, to obtain a noise-filled spectral representation of the audio signal.

The method 700 may be supplemented by any of the features and functionalities described herein with reference to the inventive noise filler.

Method according to Fig. 8

Fig. 8 shows a flowchart of a method for providing a noise filling parameter on the basis of a quantized spectral representation of an audio signal. The method 800 comprises a step 810 of identifying spectral regions of the quantized spectral representation of an audio signal spaced from non-zero spectral regions of the quantized spectral representation by at least one intermediate spectral region, to obtain identified spectral regions. The method 800 also comprises a step 820 of selectively considering quantization errors of the identified spectral regions for a calculation of the filling parameter.

The method 800 can be supplemented by any of the features and functionalities described herein with respect to the noise filling parameter calculator.

Audio signal representation according to Fig. 9

Fig. 9 shows a graphical representation of an audio signal representation, according to an embodiment of the invention. The audio signal representation 900 may for example form the basis for the input spectral representation 110. The audio signal representation 900 may also take over the functionality of the encoded audio signal representation 212. The audio signal representation 900 may be obtained using the noise filling parameter calculator 500, wherein the audio signal representation 900 may for example comprise the quantized spectral representation 510 of the audio signal and the noise filling parameter 512, for example, both in encoded form.

In other words, the encoded audio signal representation 900 may represent an audio signal. The encoded audio signal representation 900 comprises an encoded quantized spectral domain representation of the audio signal and also an encoded noise filling parameter. The noise filling parameter represents a quantization error of spectral regions of the spectral domain representation quantized to zero and spaced from spectral regions of the spectral domain representation quantized to a non-zero value by at least one intermediate spectral region.

Naturally, the audio signal representation 900 may be supplemented by any of the information described above.

5

Implementation Alternatives

Depending on certain implementation requirements, embodiments of the invention can be implemented in hardware or in software. The implementation can be performed using a digital storage medium, for example a floppy disk, a DVD, a CD, a ROM,
10 a PROM, an EPROM, an EEPROM or a FLASH memory, having electronically readable control Signals stored thereon, which cooperate (or are capable of cooperating) with a programmable computer System such that the respective method is performed.

15 Some embodiments according to the invention comprise a data carrier having electronically readable control signals, which are capable of cooperating with a programmable computer system, such that one of the methods described herein is performed.

Generally, embodiments of the present invention can be implemented as a computer program product with a program code, the program code being operative for performing one of the methods when the computer program product runs on a computer.
20 The program code may for example be stored on a machine readable carrier.

Other embodiments comprise the computer program for performing one of the methods described herein, stored on a machine readable carrier.
25

In other words, an embodiment of the inventive method is, therefore, a computer program having a program code for performing one of the methods described herein, when the computer program runs on a computer.
30

A further embodiment of the inventive methods is, therefore, a data carrier (or a digital storage medium) comprising the computer program for performing one of the methods described herein.

35 A further embodiment of the inventive method is, therefore, a data stream or a sequence of signals representing the computer program for performing on of the methods described herein. The data stream or the sequence of signals may for example be configured to be transferred via a data communication connection, for example via the Internet.

40 A further embodiment comprises a processing means, for example a computer, or a programmable logic device, configured to or adapted to perform one of the methods described herein.

A further embodiment comprises a computer having installed thereon the computer program for performing one of the methods described herein.

5 In some embodiments, a programmable logic device (for example a field programmable gate array) may be used to perform some or all of the functionalities of the methods described herein. In some embodiments, a field programmable gate array may cooperate with a microprocessor in order to perform one of the methods described herein.

10 Conclusion

To summarize the above, the present invention enhances the audio coding tool "noise filling" by considering the input signal and the decoded signal characteristics when both computing the noise filling parameters at the encoder side, and applying the noise at the decoder side. In
15 an embodiment of the invention, the tonality/noisiness of the zero-quantized spectral lines is estimated and is used for the noise floor estimation. This noise floor is then transmitted to the decoder which applies the noise filling to the zero-quantized values occurring in specific regions of the spectra. These regions are selected based on the characteristics of the decoded spectra.

20 Regarding the context of the invention, it can be noted that the invention was applied to a transform-based coding which uses a scalar quantization on MDCT. The MDCT coefficients are previously normalized by a curve calculated based on perceptual clues. The curve is deduced from a previous LPC (Linear Prediction Coding) analysis stage by weighting the LPC
25 coefficients, as it is done in the TCX mode of AMR-WB+ (see reference [1]). From the weighted coefficients, a perceptual weighting filter is designed and applied before the MDCT. The inverse filter is also applied at the decoder side after the inverse MDCT. This inverse perceptual weighting filter shapes the quantization noises in a way that it minimizes or masks the perceived noise.

30 In embodiments according to the invention, the disadvantages of the prior art are overcome. The noise filling is conventionally applied in a systematic manner on the zero-quantized values considering only a spectral envelope-based threshold, a masking threshold, or an energy threshold. The prior art considers neither the characteristics of the input signal nor the
35 characteristics of the decoded signal. Thus, conventional apparatus may introduce undesirable additional artifacts, especially noise artefacts, and cancels the advantages of such a tool.

In contrast, embodiments according to the invention allow for an improved noise filling with reduced artifacts, as is discussed above.

40

References:

- [1] "Extended Adaptive Multi-Rate - Wideband (AMR-WB+) codec", 3GPP TS 26.290 V6.3.0, 2005-06, Technical Specification
- 5 [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
- 10 [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. Holstlaan 6 NL-5656 AA Eindhoven (NL).
- 15 [4] Generic Coding of Moving Pictures and Associated Audio: Advanced Audio Coding. International Standard 13818-7, ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 Moving Pictures Expert Group, 1997.

Claims

1. A noise filler (100) for providing a noise-filled spectral representation (112) of an audio signal on the basis of an input spectral representation (110) of the audio signal, the noise filler comprising:

a spectral region identifier (120) configured to identify spectral regions (422e, 422f, 422g) of the input spectral representation (110) spaced from non-zero spectral regions (420a, 420b, 420c, 420d) of the input spectral representation (110) by at least one intermediate spectral region (422a, 422b, 422c, 422d, 422h, 422i, 422j, 422k), to obtain identified spectral regions (422e, 422f, 422g); and

a noise inserter (130) configured to selectively introduce noise into the identified spectral regions (422e, 422f, 422g) to obtain the noise-filled spectral representation (112) of the audio signal.

2. The noise filler (100) according to claim 1, wherein the spectral region identifier (120) is configured to identify spectral lines (422e, 422f, 422g) of the input spectral representation (110), which are quantized to zero and which comprise at least a first predetermined number (4) of lower frequency neighbor spectral lines (422a, 422b, 422c, 422d; 422b, 422c, 422d, 422e, 422c, 422d, 422e, 422f) quantized to zero and at least a second predetermined number (4) of higher frequency neighbor spectral lines (422f, 422g, 422h, 422i; 422g, 422h, 422i, 422j; 422h, 422i, 422j, 422k) quantized to zero, as identified spectral regions;

wherein the first predetermined number (4) is greater than or equal to 1, and wherein the second predetermined number (4) is greater than or equal to 1; and

wherein the noise inserter (130) is configured to selectively introduce noise into the identified spectral lines (422e, 422f, 422g) while leaving spectral lines (420a, 420b, 420c, 420d) quantized to a non-zero value and spectral lines (422a, 422b, 422c, 422d, 422h, 422i, 422j, 422k) quantized to zero, but not having the first predetermined number (4) of lower frequency neighbor spectral lines quantized to zero, or the second predetermined number (4) of higher frequency neighbor spectral lines quantized to zero unaffected by the noise filling.

3. The noise filler (100) according to claim 2, wherein the first predetermined number (4) is equal to the second predetermined number (4).

4. The noise filler (100) according to one of claims 1 to 3, wherein the noise filler is configured to introduce noise only into spectral regions in an upper portion of the input spectral representation (110) of the audio signal while leaving a lower portion of the input spectral representation (110) of the audio signal unaffected by the noise filling.

5. The noise filler (100) according to one of claims 1 to 4, wherein the spectral region identifier (120) is configured to sum quantized intensity values (quantized (x(i))) of spectral regions in a predetermined double-sided spectral neighborhood of a given spectral region (i), to obtain a sum value (E), and to evaluate the sum value (E) to decide whether the given spectral region (i) is an identified spectral region or not.

6. The noise filler (100) according to one of claims 1 to 5, wherein the spectral region identifier (120) is configured to scan a range of spectral regions of the input spectral representation (110) to detect contiguous sequences (422a to 422i; 422b to 422j; 422c to 422k) of spectral regions quantized to zero, and to recognize one or more central spectral regions (422e, 422f, 422g) of the detected contiguous sequences as identified spectral regions.

7. A noise filling parameter calculator (500) for providing a noise filling parameter (512) on the basis of a quantized spectral representation (510) of an audio signal, the noise filling parameter calculator comprising:

a spectral region identifier (520) configured to identify spectral regions (422e, 422f, 422g) of the quantized spectral representation (510) spaced from non-zero spectral regions (420a, 420b, 420c, 420d) of the quantized spectral representation (510) by at least one intermediate spectral region (422a, 422b, 422c, 422d, 422h, 422i, 422j, 422k), to obtain identified spectral regions (422e, 422f, 422g); and

a noise value calculator (530) configured to selectively consider quantization errors (energy (x(i))) of the identified spectral regions (i) for a calculation of the noise filling parameter (512, nf).

8. The noise filling parameter calculator (500) according to claim 7,

wherein the spectral region identifier (520) is configured to identify spectral lines (422e, 422f, 422g) of the input spectral representation (510), which are quantized to zero and which comprise at least a first predetermined number (4) of lower frequency neighbor spectral lines (422a, 422b, 422c, 422d; 422b, 422c, 422d, 422e, 422c, 422d, 422e, 422f) quantized to zero and at least a second predetermined number (4) of higher frequency neighbor spectral lines (422f, 422g, 422h, 422i; 422g, 422h, 422i, 422j; 422h, 422i, 422j, 422k) quantized to zero, as identified spectral regions;

wherein the first predetermined number (4) is greater than or equal to 1, and wherein the second predetermined number (4) is greater than or equal to 1; and

wherein the noise value calculator (520) is configured to selectively consider quantization errors of the identified spectral regions (i) for a calculation of the noise

filling parameter while leaving spectral lines (420a, 420b, 420c, 420d) quantized to a non-zero value and spectral line (422a, 422b, 422c, 422d, 422h, 422i, 422j, 422k) quantized to zero, but not having the first predetermined number (4) of lower frequency neighbors spectral lines quantized to zero, or the second predetermined number (4) of higher frequency neighbor spectral lines quantized to zero out of consideration for the calculation of the noise filling parameter.

5

10

15

20

25

30

35

40

9. The noise filling parameter calculator (500) according to one of claims 7 to 8, wherein the noise value calculator (530) is configured to consider an actual energy (energy(x(i))) of the quantization error of the identified spectral regions (i) for the calculation of the noise filling parameter (512, nf, nf_index).

10. The noise filling parameter calculator (500) according to one of claims 7 to 9, wherein the noise value calculator (530) is configured to emphasize a non-tonal quantization error energy (energy (x(i))) distributed over a plurality of identified spectral regions in relation to a tonal quantization error energy concentrated in a single spectral region or in a plurality of contiguous spectral lines.

11. The noise filling parameter calculator (500) according to one of claims 7 to 10, wherein the noise value calculator (530) is configured to calculate a sum of logarithmized quantization error energies (log10(energy(x(i)))) of the identified spectral regions (i), to obtain the noise filling parameter (512, nf, nf_index).

12. An encoded audio signal representation (900) representing an audio signal, the encoded audio signal representation comprising:

an encoded quantized spectral domain representation of the audio signal; and

an encoded noise filling parameter;

wherein the noise filling parameter represents a quantization error of spectral regions of the spectral domain representation quantized to zero and spaced from spectral regions of the spectral domain representation quantized to a non-zero value by at least one intermediate spectral region.

13. A method (700) for providing a noise-filled spectral representation of an audio signal on the basis of an input spectral representation of the audio signal, the method comprising:

identifying (710) spectral regions of the input spectral representation spaced from non-zero spectral regions of the input spectral representation by at least one intermediate spectral region, to obtain identified spectral regions; and

selectively introducing (720) noise into the identified spectral regions to obtain the noise-filled spectral representation of the audio signal.

- 5 14. A method (800) for providing a noise filling parameter on the basis of a quantized spectral representation of an audio signal, the method comprising:
- 10 identifying (810) spectral regions of the quantized spectral representation spaced from non-zero spectral regions of the quantized spectral representation by at least one intermediate spectral region to obtain identified spectral regions; and
- selectively considering (820) quantization errors of the identified spectral regions for a calculation of the noise filling parameter.
- 15 15. A computer program for performing the method according to claim 13 or 14, when the computer program runs on a computer.

**NOISE FILLER, NOISE FILLING PARAMETER CALCULATOR, METHOD FOR
PROVIDING A NOISE FILLING PARAMETER, METHOD FOR PROVIDING A
NOISE-FILLED SPECTRAL REPRESENTATION OF AN AUDIO SIGNAL,
CORRESPONDING COMPUTER PROGRAM AND ENCODED AUDIO SIGNAL**

5

Abstract

A noise filler for providing a noise-filled spectral representation of an audio signal on the basis of an input spectral representation of the audio signal comprises a spectral region identifier configured to identify spectral regions of the input spectral representation spaced from non-zero spectral regions of the input spectral representation by at least one intermediate spectral region, to obtain identified spectral regions, and a noise inserter configured to selectively introduce noise into the identified spectral regions to obtain the noise-filled spectral representation of the audio signal. A noise filling parameter calculator for providing a noise filling parameter on the basis of a quantized spectral representation of an audio signal comprises a spectral region identifier, as mentioned above, and a noise value calculator configured to selectively consider quantization errors of the identified spectral regions for a calculation of the noise filling parameter. Accordingly, an encoded audio signal representation representing the audio signal can be obtained.

20

Fig. 1

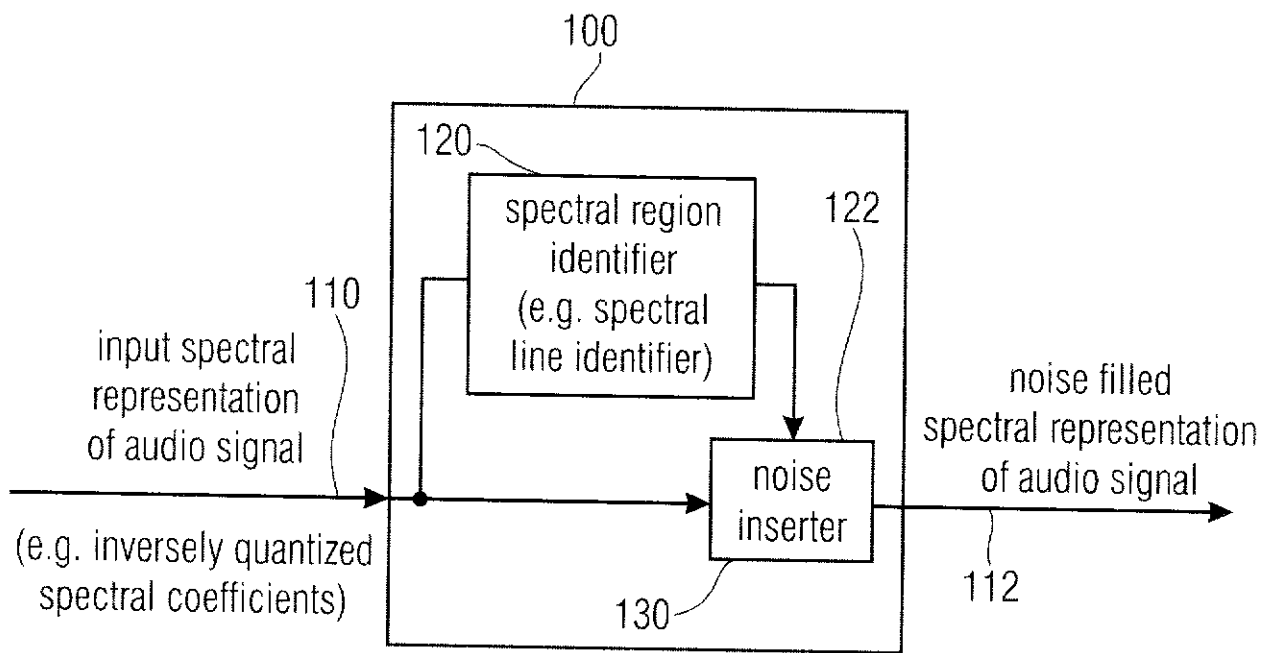


FIG 1

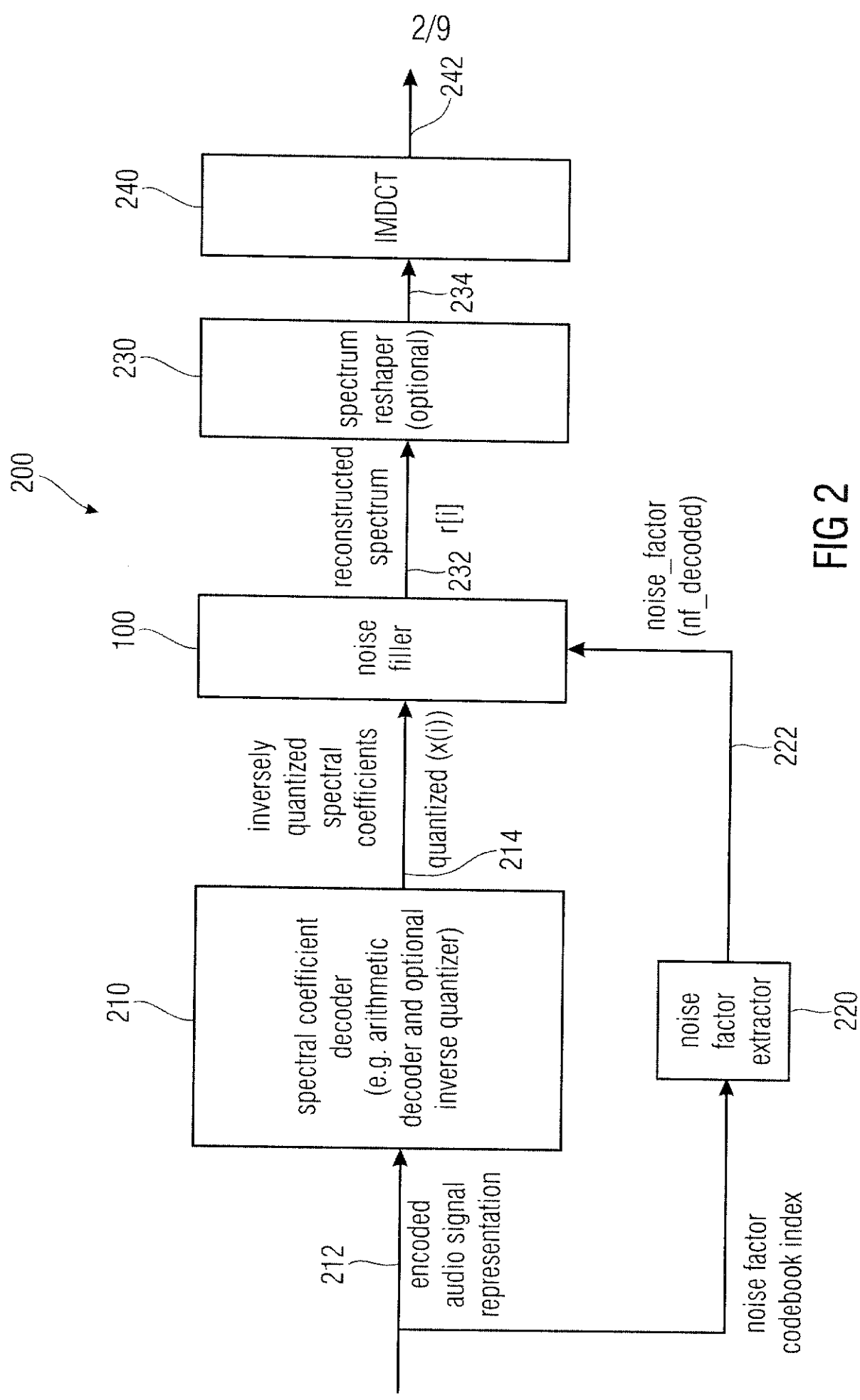


FIG 2

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

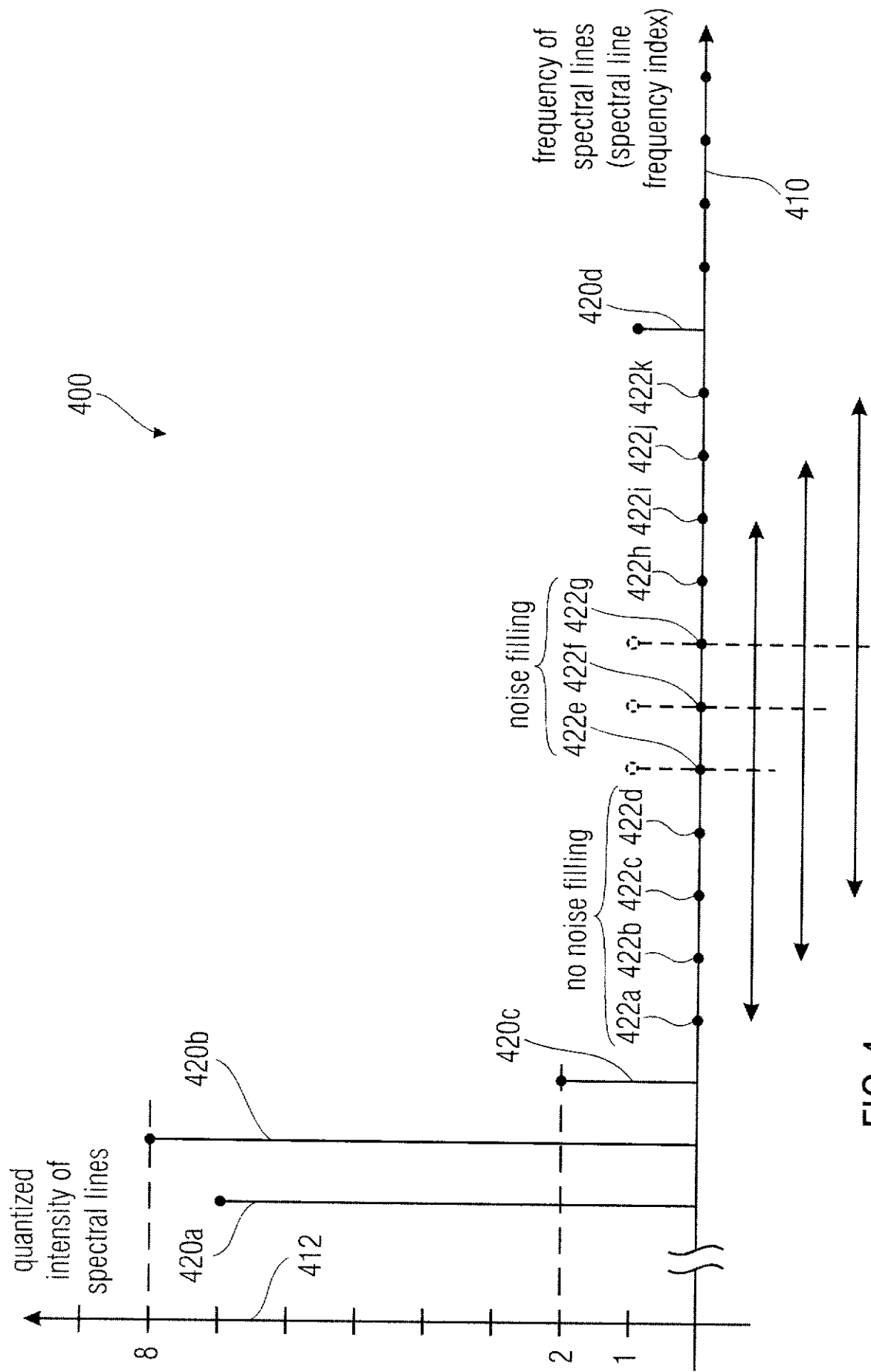


FIG 4

500

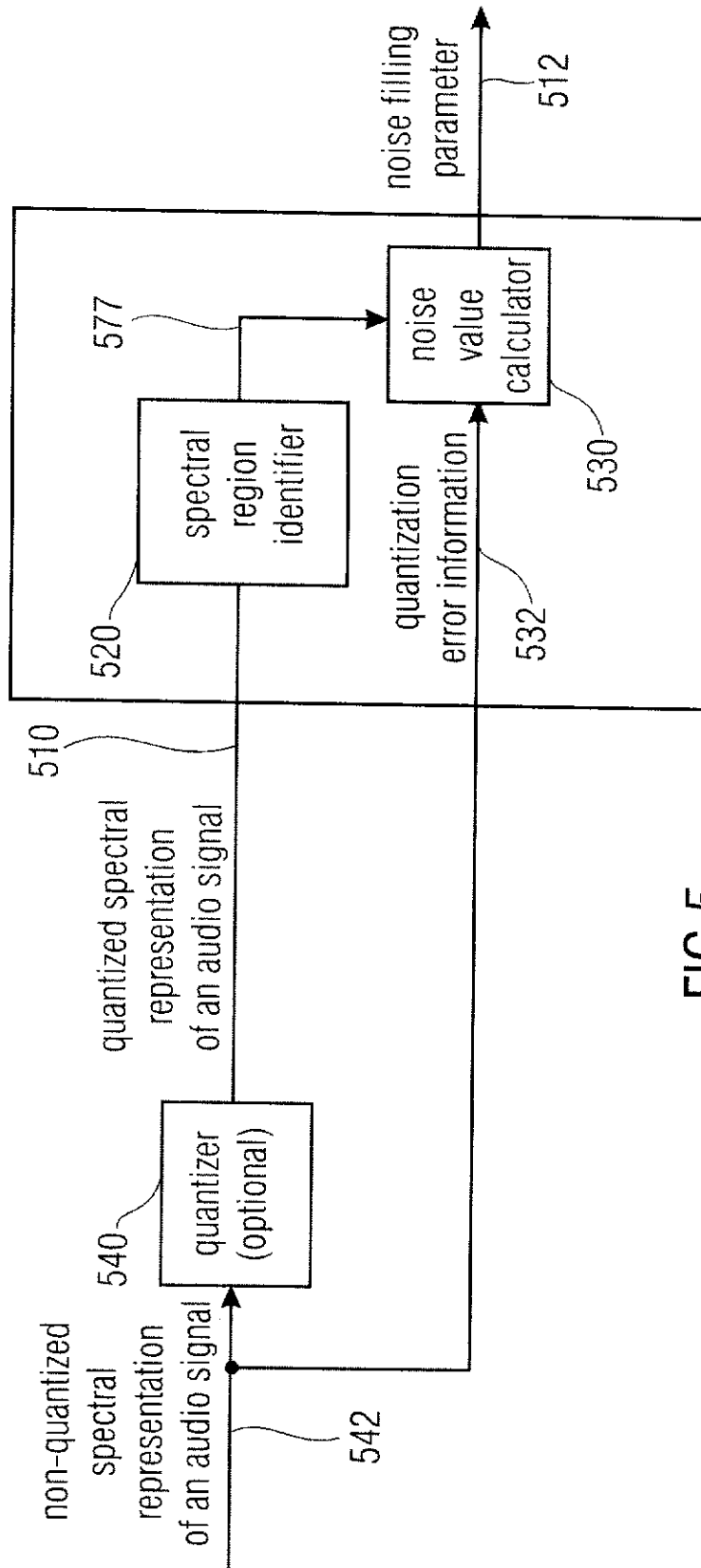


FIG 5

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

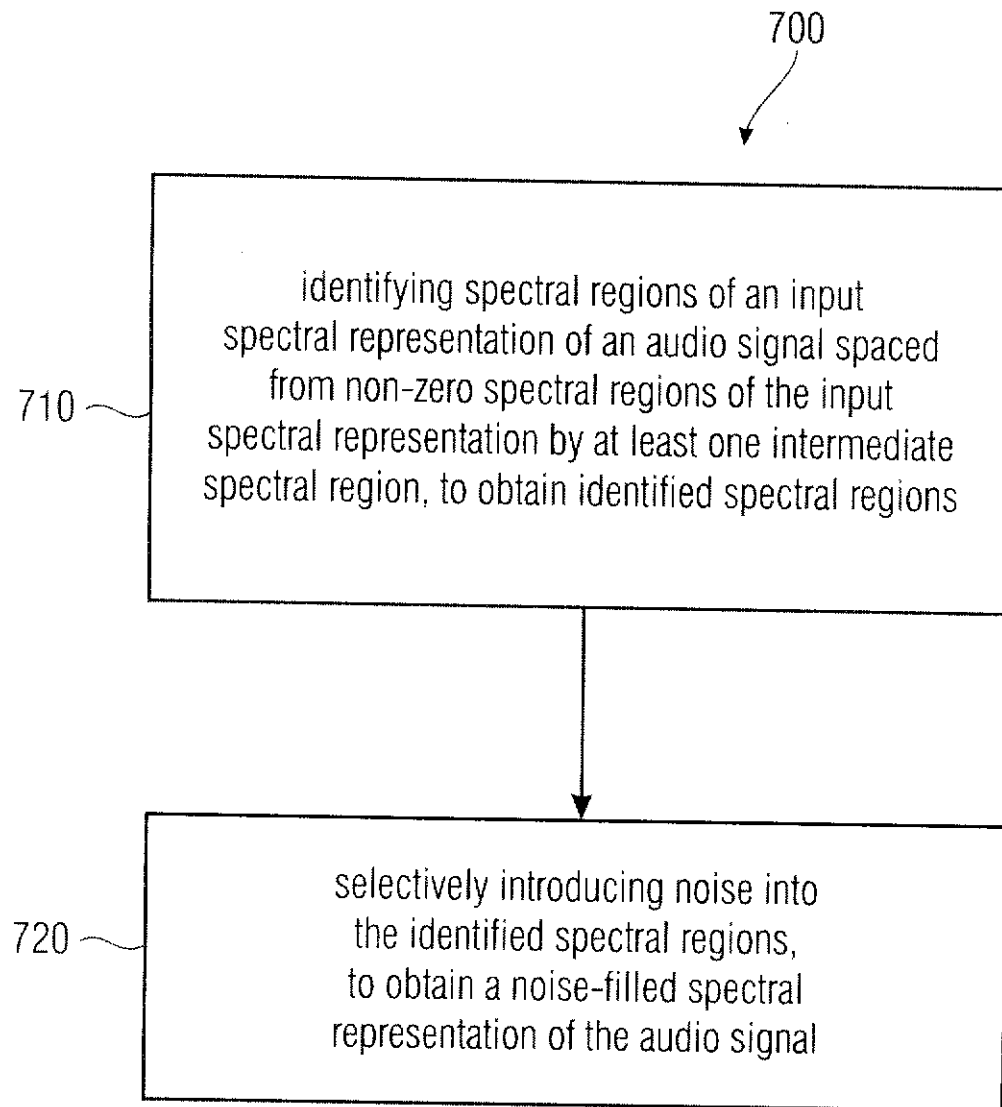


FIG 7

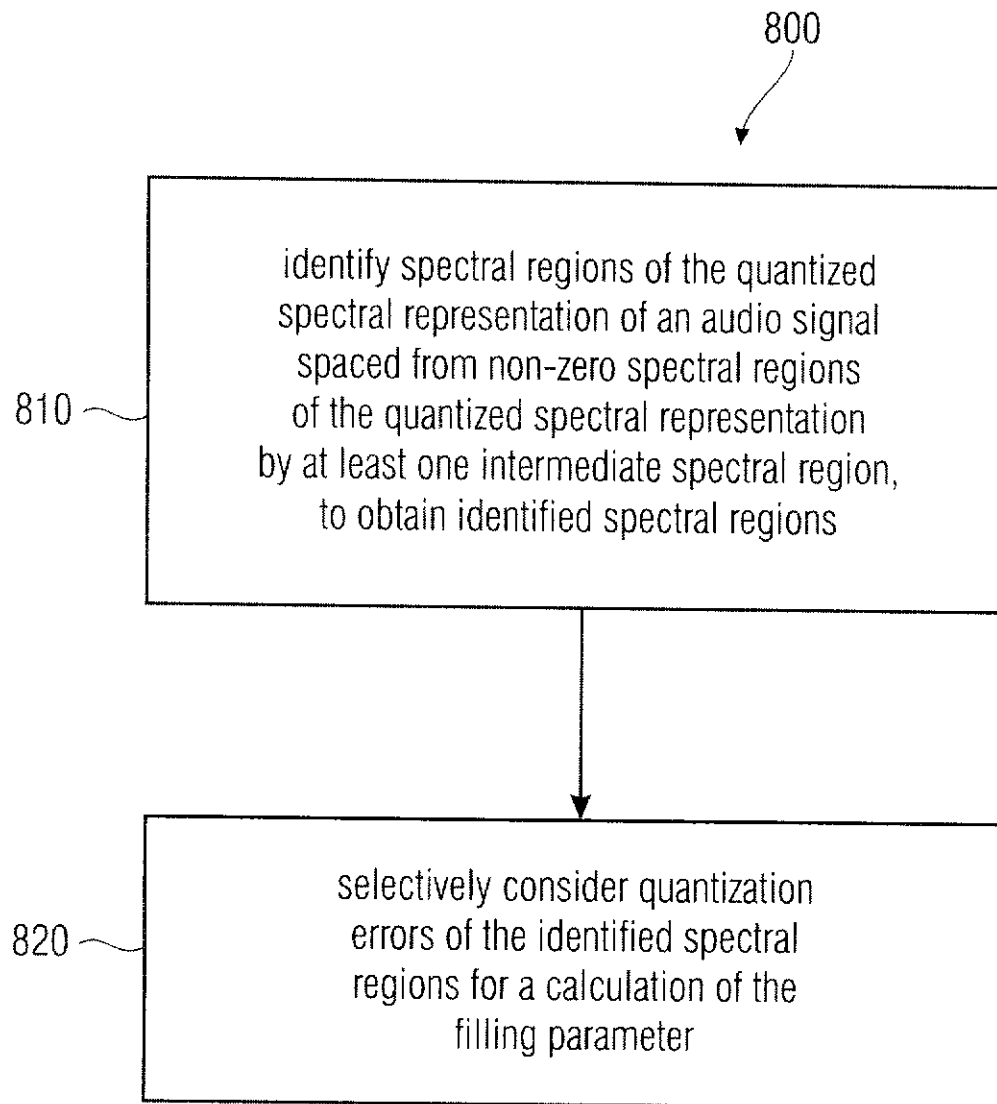


FIG 8

900



Audio signal representation:



noise filling parameter;

encoding spectral domain representation:



FIG 9

PCT REQUEST

Original (for SUBMISSION)

0	For receiving Office use only	
0-1	International Application No.	PCT/EP 2009 / 0 0 4 6 5 3
0-2	International Filing Date	2 6 JUN 2009 (2 6. 06. 09)
0-3	Name of receiving Office and "PCT International Application"	RO/EP
0-4	Form PCT/RO/101 PCT Request	
0-4-1	Prepared Using	PCT-SAFE [EASY mode] Version 3.51.038.214 MT/FOP 20090301/0.20.5.15
0-5	Petition The undersigned requests that the present international application be processed according to the Patent Cooperation Treaty	
0-6	Receiving Office (specified by the applicant)	European Patent Office (EPO) (RO/EP)
0-7	Applicant's or agent's file reference	FH090623PCT
I	Title of Invention	NOISE FILLER, NOISE FILLING PARAMETER CALCULATOR ENCODED AUDIO SIGNAL REPRESENTATION, METHODS AND COMPUTER PROGRAM
II	Applicant	
II-1	This person is	applicant only
II-2	Applicant for	all designated States except US
II-4	Name	FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V.
II-5	Address	Hansastraße 27c 80686 München Germany
II-6	State of nationality	DE
II-7	State of residence	DE

PCT REQUEST

Original (for SUBMISSION)

III-1	Applicant and/or inventor	
III-1-1	This person is	applicant and inventor
III-1-2	Applicant for	US only
III-1-4	Name (LAST, First)	RETTELBACH, Nikolaus
III-1-5	Address	Spessartstrasse 38 90427 Nürnberg Germany
III-1-6	State of nationality	DE
III-1-7	State of residence	DE
III-2	Applicant and/or inventor	
III-2-1	This person is	applicant and inventor
III-2-2	Applicant for	US only
III-2-4	Name (LAST, First)	GRILL, Bernhard
III-2-5	Address	Peter-Henlein-Strasse 7 91207 Lauf Germany
III-2-6	State of nationality	DE
III-2-7	State of residence	DE
III-3	Applicant and/or inventor	
III-3-1	This person is	applicant and inventor
III-3-2	Applicant for	US only
III-3-4	Name (LAST, First)	FUCHS, Guillaume
III-3-5	Address	Parkstrasse 12 90409 Nürnberg Germany
III-3-6	State of nationality	FR
III-3-7	State of residence	DE
III-4	Applicant and/or inventor	
III-4-1	This person is	applicant and inventor
III-4-2	Applicant for	US only
III-4-4	Name (LAST, First)	GEYERSBERGER, Stefan
III-4-5	Address	Otto-Roth-Strasse 90 97076 Würzburg Germany
III-4-6	State of nationality	DE
III-4-7	State of residence	DE

PCT REQUEST

Original (for SUBMISSION)

III-5	Applicant and/or inventor	
III-5-1	This person is	applicant and inventor
III-5-2	Applicant for	US only
III-5-4	Name (LAST, First)	MULTRUS, Markus
III-5-5	Address	Etzlaubweg 7 90469 Nürnberg Germany
III-5-6	State of nationality	DE
III-5-7	State of residence	DE
III-6	Applicant and/or inventor	
III-6-1	This person is	applicant and inventor
III-6-2	Applicant for	US only
III-6-4	Name (LAST, First)	POPP, Harald
III-6-5	Address	Obermichelbacher Strasse 18 90587 Tuchenbach Germany
III-6-6	State of nationality	DE
III-6-7	State of residence	DE
III-7	Applicant and/or inventor	
III-7-1	This person is	applicant and inventor
III-7-2	Applicant for	US only
III-7-4	Name (LAST, First)	HERRE, Jürgen
III-7-5	Address	Hallerstrasse 24 91054 Buckenhof Germany
III-7-6	State of nationality	DE
III-7-7	State of residence	DE
III-8	Applicant and/or inventor	
III-8-1	This person is	applicant and inventor
III-8-2	Applicant for	US only
III-8-4	Name (LAST, First)	WABNIK, Stefan
III-8-5	Address	Fichtenweg 5 98693 Ilmenau Germany
III-8-6	State of nationality	DE
III-8-7	State of residence	DE

PCT REQUEST

Original (for SUBMISSION)

III-9	Applicant and/or inventor	
III-9-1	This person is	applicant and inventor
III-9-2	Applicant for	US only
III-9-4	Name (LAST, First)	SCHULLER, Gerald
III-9-5	Address	Leopoldstrasse 13 99089 Erfurt Germany
III-9-6	State of nationality	DE
III-9-7	State of residence	DE
III-10	Applicant and/or inventor	
III-10-1	This person is	applicant and inventor
III-10-2	Applicant for	US only
III-10-4	Name (LAST, First)	HIRSCHFELD, Jens
III-10-5	Address	Steinweg 32 36266 Heringen Germany
III-10-6	State of nationality	DE
III-10-7	State of residence	DE
IV-1	Agent or common representative; or address for correspondence	
	The person identified below is hereby/ has been appointed to act on behalf of the applicant(s) before the competent International Authorities as:	agent
IV-1-1	Name (LAST, First)	ZINKLER, Franz
IV-1-2	Address	SCHOPPE, ZIMMERMANN, STÖCKELER & ZINKLER Postfach 246 82043 Pullach Germany
IV-1-3	Telephone No.	089/7904450
IV-1-4	Facsimile No.	089/7902215
IV-1-5	e-mail	mail@schoppe-zimmermann.com
IV-2	Additional agent(s)	
IV-2-1	Name(s)	additional agent(s) with same address as first named agent ZIMMERMANN, Tankred; STÖCKELER, Ferdinand; SCHOPPE, Fritz; SCHENK, Markus; BURGER, Markus; GÖTTLING, Stefan

PCT REQUEST

Original (for SUBMISSION)

V	DESIGNATIONS	
V-1	The filing of this request constitutes under Rule 4.9(a), the designation of all Contracting States bound by the PCT on the international filing date, for the grant of every kind of protection available and, where applicable, for the grant of both regional and national patents.	
VI-1	Priority claim of earlier national application	
VI-1-1	Filing date	11 July 2008 (11.07.2008)
VI-1-2	Number	61/079,872
VI-1-3	Country	US
VI-2	Priority claim of earlier national application	
VI-2-1	Filing date	08 October 2008 (08.10.2008)
VI-2-2	Number	61/103,820
VI-2-3	Country	US
VI-3	Incorporation by reference : where an element of the international application referred to in Article 11(1)(iii)(d) or (e) or a part of the description, claims or drawings referred to in Rule 20.5(a) is not otherwise contained in this international application but is completely contained in an earlier application whose priority is claimed on the date on which one or more elements referred to in Article 11(1)(iii) were first received by the receiving Office, that element or part is, subject to confirmation under Rule 20.6, incorporated by reference in this international application for the purposes of Rule 20.6.	
VII-1	International Searching Authority Chosen	European Patent Office (EPO) (ISA/EP)
VIII	Declarations	Number of declarations
VIII-1	Declaration as to the identity of the inventor	-
VIII-2	Declaration as to the applicant's entitlement, as at the international filing date, to apply for and be granted a patent	-
VIII-3	Declaration as to the applicant's entitlement, as at the international filing date, to claim the priority of the earlier application	-
VIII-4	Declaration of inventorship (only for the purposes of the designation of the United States of America)	-
VIII-5	Declaration as to non-prejudicial disclosures or exceptions to lack of novelty	-

PCT REQUEST

Original (for **SUBMISSION**)

IX	Check list	number of sheets	electronic file(s) attached
IX-1	Request (including declaration sheets)	6	✓
IX-2	Description	21	-
IX-3	Claims	4	-
IX-4	Abstract	1	✓
IX-5	Drawings	9	-
IX-7	TOTAL	41	
Accompanying Items		paper document(s) attached	electronic file(s) attached
IX-8	Fee calculation sheet	✓	-
IX-18	PCT-SAFE physical media	-	✓
IX-20	Figure of the drawings which should accompany the abstract	1	
IX-21	Language of filing of the international application	English	
X-1	Signature of applicant, agent or common representative	 ZINKLER, Franz	
X-1-1	Name (LAST, First)		
X-1-2	Name of signatory		
X-1-3	Capacity		

FOR RECEIVING OFFICE USE ONLY

10-1	Date of actual receipt of the purported international application	26 JUN 2009 (26.06.09)
10-2	Drawings:	X
10-2-1	Received	
10-2-2	Not received	
10-3	Corrected date of actual receipt due to later but timely received papers or drawings completing the purported international application	
10-4	Date of timely receipt of the required corrections under PCT Article 11(2)	
10-5	International Searching Authority	ISA/EP
10-6	Transmittal of search copy delayed until search fee is paid	

FOR INTERNATIONAL BUREAU USE ONLY

11-1	Date of receipt of the record copy by the International Bureau	
------	--	--

(12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(19) World Intellectual Property Organization
International Bureau



(43) International Publication Date
14 January 2010 (14.01.2010)

(10) International Publication Number
WO 2010/003565 A1

PCT

(51) International Patent Classification:
G10L 19/00 (2006.01) *G10L 19/02* (2006.01)

(21) International Application Number:
PCT/EP2009/004653

(22) International Filing Date:
26 June 2009 (26.06.2009)

(25) Filing Language: English

(26) Publication Language: English

(30) Priority Data:
61/079,872 11 July 2008 (11.07.2008) US
61/103,820 8 October 2008 (08.10.2008) US

(71) Applicant (for all designated States except US):
**FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR
FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN
FORSCHUNG E.V.** [DE/DE]; Hansastrasse 27 c, 80686
München (DE).

(72) Inventors; and

(75) Inventors/Applicants (for US only): **RETTLEBACH,
Nikolaus** [DE/DE]; Spessartstrasse 38, 90427 Nürnberg
(DE). **GRILL, Bernhard** [DE/DE]; Peter-Henlein-
Strasse 7, 91207 Lauf (DE). **FUCHS, Guillaume**
[FR/DE]; Parkstrasse 12, 90409 Nürnberg (DE). **GEY-
ERSBERGER, Stefan** [DE/DE]; Otto-Roth-Strasse 90,
97076 Würzburg (DE). **MULTRUS, Markus** [DE/DE];

Etzlaubweg 7, 90469 Nürnberg (DE). **POPP, Harald**
[DE/DE]; Obermichelbacher Strasse 18, 90587 Tuchen-
bach (DE). **HERRE, Jürgen** [DE/DE]; Hallerstrasse 24,
91054 Buckenhof (DE). **WABNIK, Stefan** [DE/DE];
Fichtenweg 5, 98693 Ilmenau (DE). **SCHULLER, Ger-
ald** [DE/DE]; Leopoldstrasse 13, 99089 Erlangen (DE).
HIRSCHFELD, Jens [DE/DE]; Steinweg 32, 36266
Heringen (DE).

(74) Agents: **SCHOPPE, ZIMMERMANN, STÖCKELER
& ZINKLER** et al.; Postfach 246, 82043 Pullach (DE).

(81) Designated States (unless otherwise indicated, for every
kind of national protection available): AE, AG, AL, AM,
AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ,
CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD,
SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT,
TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Designated States (unless otherwise indicated, for every
kind of regional protection available): ARIPO (BW, GH,
GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM,
ZW), Eurasian (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ,
TM), European (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,

[Continued on next page]

(54) Title: NOISE FILLER, NOISE FILLING PARAMETER CALCULATOR, METHOD FOR PROVIDING A NOISE FILL-
ING PARAMETER, METHOD FOR PROVIDING A NOISE-FILLED SPECTRAL REPRESENTATION OF AN AUDIO SIG-
NAL, CORRESPONDING COMPUTER PROGRAM AND ENCODED AUDIO SIGNAL

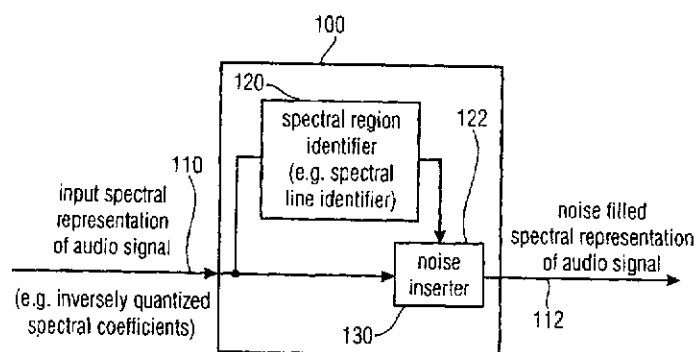


FIG 1

(57) Abstract: A noise filler for providing a noise-filled spectral representation of an audio signal on the basis of an input spectral representation of the audio signal comprises a spectral region identifier configured to identify spectral regions of the input spectral representation spaced from non-zero spectral regions of the input spectral representation by at least one intermediate spectral region, to obtain identified spectral regions, and a noise inserter configured to selectively introduce noise into the identified spectral regions to obtain the noise-filled spectral representation of the audio signal. A noise filling parameter calculator for providing a noise filling parameter on the basis of a quantized spectral representation of an audio signal comprises a spectral region identifier, as mentioned above, and a noise value calculator configured to selectively consider quantization errors of the identified spectral regions for a calculation of the noise filling parameter. Accordingly, an encoded audio signal representation representing the audio signal can be obtained.

WO 2010/003565 A1

WO 2010/003565 A1



ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV,
MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),
OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

Published:

— with international search report (Art. 21(3))

NOISE FILLER, NOISE FILLING PARAMETER CALCULATOR, METHOD FOR PROVIDING A NOISE FILLING PARAMETER, METHOD FOR PROVIDING A NOISE-FILLED SPECTRAL REPRESENTATION OF AN AUDIO SIGNAL, CORRESPONDING COMPUTER PROGRAM AND ENCODED AUDIO SIGNAL

5

Description

Background of the Invention

10 Embodiments according to the invention are related to a noise filler for providing a noise-filled spectral representation of an audio signal on the basis of an input spectral representation of the audio signal, to a noise filling parameter calculator for providing a noise filling parameter on the basis of a quantized spectral representation of an audio signal, to an encoded audio signal representation representing an audio signal, to a method for providing a noise filled spectral representation of an audio signal, to a method for
15 providing a noise filling parameter on the basis of a quantized spectral representation of an audio signal, and to computer programs for implementing said methods.

In the following, some scenarios will be described in which embodiments according to the invention can be applied with advantage. Many frequency domain audio signal encoders
20 are based on the idea that some frequency regions or spectral regions (e.g. frequency lines or spectral lines provided by a time-domain to frequency-domain conversion), are more important than other spectral regions. Accordingly, spectral regions of high psychoacoustic relevance are typically encoded with higher accuracy than spectral regions of lower psychoacoustic relevance. The psychoacoustic relevance of the different spectral regions
25 may, for example, be calculated using a psychoacoustic model which takes into account the masking of weaker spectral regions by adjacent strong spectral peaks.

If there is a desire to reduce the bitrate of an encoded audio signal down towards a low level, some spectral regions are quantized with a very low accuracy (e.g. only one bit
30 accuracy, or two bit accuracy). Accordingly, many of the spectral regions quantized with low accuracy are quantized to zero. Thus, at low bitrates transform-based audio coders are prone to different artifacts and especially to artifacts originating from the zero-quantized frequency lines. Indeed, coarse quantization of spectral values in low bitrate audio coding might lead to very sparse spectra after inverse quantization, as many spectral lines might
35 have been quantized to zero. These frequency holes in the reconstructed signal produce undesirable sound artifacts. It can make the reproduced sound too sharp or instable (birdies) when the frequency holes in the spectra move from frame to frame.

Noise filling is a means to mask these artefacts by filling, at the decoder side, the zero-quantized coefficients or bands with a random noise. The energy of the inserted noise is a parameter computed and transmitted by the encoder.

5 Different concepts of noise filling are known. For example, the so-called AMR-WR+ combines noise filling and a Discrete Fourier Transform (DFT), as described for example in reference [1]. In addition, the International Standard ITU-T G.729.1 defines a concept which combines noise filling and modified discrete cosine transform (MDCT). Details are described in reference [2].

10

Further aspects regarding the noise filling are described in the International patent application PCT/IB2002/001388 by Koninklijke Philips Electronics N.V. (see reference [3]).

15 Nevertheless, the conventional noise filling concepts result in audible distortions.

In view of this discussion, there is a desire to create a concept of noise filling which provides for an improved hearing impression.

20

Summary of the Invention

25 An embodiment according to the invention creates a noise filler for providing a noise-filled spectral representation of an audio signal on the basis of an input spectral representation of the audio signal. The noise filler comprises a spectral region identifier configured to identify spectral regions (e.g. spectral lines, or spectral bins) of the input spectral representation spaced from non-zero spectral regions (e.g. spectral lines or spectral bins) of the input spectral representation by at least one intermediate spectral region, to obtain identified spectral regions. The noise filler also comprises a noise inserter configured to
30 selectively introduce noise into the identified spectral regions (e.g. spectral lines or spectral bins) to obtain the noise-filled spectral representation of the audio signal.

35 This embodiment of the present invention is based on the finding that tonal components of the spectral representation of an audio signal are typically degraded, in terms of the hearing impression, if a noise filling is applied in the immediate neighborhood of such tonal components. Accordingly, it has been found that an improved hearing impression of a noise-filled audio signal can be obtained if the noise filling is only applied to spectral regions which are spaced away from such tonal, non-zero spectral regions. Accordingly,

the tonal components of the audio signal spectrum (which are not quantized to zero in the quantized spectral representation input to the noise filler) remain audible (i.e. do not become smeared with closely adjacent noise), while the presence of large spectral holes is still efficiently avoided.

5

In a preferred embodiment, the spectral region identifier is configured to identify spectral lines of the input spectral representation, which are quantized to zero and which comprise at least a first predetermined number of lower frequency neighbor spectral lines quantized to zero and at least a second predetermined number of higher frequency neighbor spectral line quantized to zero, as identified spectral regions, wherein the first predetermined number is greater than or equal to one and wherein the second predetermined number is greater than or equal to one. In this embodiment, the noise inserter is configured to selectively introduce noise into the identified spectral lines while leaving spectral lines quantized to a non-zero value and spectral lines quantized to zero, but not having the first
10 predetermined number of lower frequency neighbor spectral lines quantized to zero, or the second predetermined number of higher frequency neighbor spectral lines quantized to zero unaffected by the noise filling. Thus, the noise filling is selective in that noise is introduced only into spectral lines which are quantized to zero and which are spaced from lines quantized to a non-zero value, both in an upward spectral direction and a downward
15 spectral direction, for example by the first predetermined number of lower frequency neighbor spectral lines quantized to zero and by the second predetermined number of higher frequency neighbor spectral lines quantized to zero.
20

In a preferred embodiment, the first predetermined number is equal to the second predetermined number, such that a minimum spacing in the upward frequency direction from lines quantized to a non-zero value is equal to a minimum spacing in the downward frequency direction from lines quantized to a non-zero value.
25

In a preferred embodiment, the noise filler is configured to introduce noise only into spectral regions in an upper portion of the spectral representation of the audio signal, while leaving a lower portion of the spectral representation of the audio signal unaffected by the noise filling. Such a concept is useful as usually the higher frequencies are less perceptually important than the low frequencies. The zero quantized values also mostly occur in the second half of the spectra (i.e. for high frequencies). Also adding noise in the
30 high frequencies is less prone to get a final noisy sound restitution.
35

In a preferred embodiment, the spectral region identifier is configured to sum quantized intensity values (e.g. energy values or amplitude values) of spectral regions in a

predetermined double-sided spectral neighborhood of a given spectral region (i.e. a spectral neighborhood extending towards both lower and higher frequencies), to obtain a sum value, and to evaluate the sum value to decide whether the given spectral region is an identified spectral region or not. It has been found that a sum value of energies of a quantized spectrum over a double-sided spectral neighborhood of a given spectral region is a meaningful quantity to decide whether noise filling should be applied to the given spectral region.

In another preferred embodiment, the spectral region identifier is configured to scan a range of spectral regions of the input spectral representation to detect contiguous sequences of spectral regions quantized to zero, and to recognize one or more central spectral regions (i.e. non-boundary spectral regions) of such detected contiguous sequences as identified spectral regions.

It has been found that a detection of a certain "run-length" of spectral regions quantized to zero, is a task which can be implemented with particularly low computational complexity. In order to identify such a contiguous sequence of spectral regions, it is possible to decide whether all of the spectral regions within this sequence of spectral regions are quantized to zero, which can be performed using a relatively simple algorithm or circuit. If it is found that such a contiguous sequence of spectral regions is quantized to zero, one or more of the inner spectral regions of the sequence (which are spaced far enough from spectral regions outside of the present sequence of spectral regions) are treated as identified spectral regions. Thus, by scanning through a range of spectral regions (e.g. by subsequently selecting different shifted sequences of spectral regions), an efficient analysis of the spectral representation can be made, to identify spectral regions quantized to zero and spaced from spectral regions quantized to a non-zero value by a predetermined minimum distance.

Another embodiment according to the invention creates a noise filling parameter calculator for providing a noise filling parameter on the basis of a quantized spectral representation of an audio signal. The noise filling parameter calculator comprises a spectral region identifier configured to identify spectral regions of the quantized spectral representation spaced from non-zero spectral regions of the quantized spectral representation by at least one intermediate spectral region, to obtain identified spectral regions. The noise filling parameter calculator also comprises a noise value calculator configured to selectively consider quantization errors of the identified spectral regions for a calculation of the noise filling parameter. The noise filling parameter calculator is based on the key idea that it is desirable to restrict a decoder-sided noise filling to spectral regions which are spaced from

tonal spectral regions (quantized to a non-zero value), and that consequently the noise parameter should be calculated at the encoder side, taking this concept into consideration. Accordingly, a noise filling parameter is obtained which is particularly well-suited to the above-described decoder concept. It has also been found that spectral regions, which are
5 quantized to zero, but which are very close to spectral regions quantized to a non-zero value, often do not reflect a truly noise-like audio content, but rather are strongly correlated with the adjacent tonal (quantized to a non-zero value) spectral region. Accordingly, it has been found that it is generally not desirable to consider the quantization error of spectral regions, which are nearby spectral regions quantized to a non-zero value for a calculation
10 of a noise filling parameter, because this would typically result in a strong over-estimation of the noise, thereby resulting in a too noisy reconstructed spectral representation.

Thus, the noise filling parameter calculation concept described herein is usable in combination with the above-described noise filling concept and even in combination with
15 conventional noise filling concepts.

In preferred embodiments, the concept for the identification of spectral regions, which has been discussed with respect to the noise filler, can also be applied in combination with the noise filling parameter calculator.
20

In a further preferred embodiment, the noise value calculator is configured to consider an actual energy of the quantization error of the identified spectral regions for the calculation of the noise filling parameter. It has been found that the consideration of an actual quantization error (rather than an estimated quantization error or an average quantization error) typically brings along improved results, because the actual quantization error
25 typically deviates from the statistically expected quantization error.

In a further preferred embodiment, the noise value calculator is configured to emphasize a non-tonal quantization error energy distributed over a plurality of identified spectral regions in relation to a tonal quantization error energy concentrated in a single spectral region. This concept is based on the finding that a non-tonal wideband noise, an average energy of which lies below a quantization threshold and which is therefore quantized to zero, is perceptually much more relevant for the noise filler than a single tonal audio component, an intensity of which lies below the quantization threshold, even if the non-
30 tonal wideband noise quantized to zero and the tonal component quantized to zero were both quantized to zero. The reason is that the noise filler by generating a random noise at the decoder can model missing non-tonal wideband noise in the quantized spectral representation but not missing tonal components. Thus, an emphasis of non-tonal noise
35

components quantized to zero over tonal components quantized to zero, brings along a more realistic sound reconstruction. This is also due to the fact that a human hearing impression is degraded much more by the presence of a spectral hole (e.g. in the form of the absence of a wideband noise quantized to zero) than by the absence of a small spectral peak quantized to zero. A tonal component may be concentrated in a single spectral line, or
5 may be spread over several spectral contiguous lines (for example $i-1$, i , $i+1$). A spectral region may, for example, comprise one or more spectral lines.

10 In a preferred embodiment, the noise value calculator is configured to calculate a sum of logarithmized quantization error energies of the identified spectral regions to obtain the noise filling parameter. By calculating the sum of logarithmized quantization error energies of the identified spectral regions, the above-described relative emphasis of non-tonal spectral regions quantized to zero over tonal regions quantized to zero, can be obtained in an efficient manner.

15 Another embodiment according to the invention creates an encoded audio signal representation, for representing an audio signal. The encoded audio signal representation comprises an encoded quantized spectral domain representation of the audio signal and an encoded noise filling parameter. The noise filling parameter represents a quantization error
20 of the spectral regions of the spectral domain representation quantized to zero and spaced from spectral regions of the spectral domain representation quantized to a non-zero value by at least a predetermined number of intermediate spectral regions. The above-described encoded audio signal representation is useable by the noise filler discussed above and can be obtained using the noise filling parameter calculator discussed above. The encoded
25 audio signal representation allows for a reconstruction of the audio signal with particularly good audio quality because the noise filling parameter selectively reflects the quantization error of the quantized spectral domain representation for such spectral regions in which a meaningful noise information is present and which should be selectively considered for a noise-filling at the decoder side.

30 Another embodiment according to the invention creates a method for providing a noise filled representation of an audio signal.

Yet another embodiment according to the invention creates a method for providing a noise
35 filling parameter on the basis of a quantized spectral representation of an audio signal.

Yet another embodiment according to the invention creates a computer program for implementing the abovementioned methods.

Brief Description of the Figures

Embodiments according to the invention will subsequently be described, taking reference
5 to the enclosed figures, in which:

Fig. 1 shows a block schematic diagram of a noise filler, according to an embodiment of the invention;

10 Fig. 2 shows a block schematic diagram of an audio signal decoder comprising the noise filler according to the present invention;

Fig. 3 shows a pseudo program code for implementing the functionality of the noise filler of Fig. 1;

15

Fig. 4 shows a graphical representation of an identification of spectral regions, which may be performed in the noise filler according to Fig. 1;

Fig. 5 shows a block schematic diagram of a noise filling parameter calculator according to an embodiment of the invention;

20

Fig. 6 shows a pseudo program code for implementing the functionality of the noise filling parameter calculator according to Fig. 5;

25 Fig. 7 shows a flow chart of a method for providing a noise filled spectral representation of an audio signal on the basis of an input spectral representation of the audio signal;

Fig. 8 shows a flow chart of a method for providing a noised filling parameter on the basis of a quantized spectral representation of an audio signal; and

30

Fig. 9 shows a graphical representation of an audio signal representation, according to an embodiment of the invention.

35 Noise filler according to Figs. 1-4

Fig. 1 shows a block schematic diagram of a noise filler 100, according to an embodiment of the invention. The noise filler 100 is configured to receive an input spectral

representation 110 of an audio signal, for example in the form of decoded spectral coefficients (which may for example be quantized or inversely quantized). The noise filler 100 is also configured to provide a noise filled spectral representation 112 of the audio signal on the basis of the input spectral representation 110.

5

The noise filler 100 comprises a spectral region identifier 120, which is configured to identify spectral regions of the input spectral representation 110 spaced from non-zero spectral regions of the input spectral representation 110 by at least one intermediate spectral region, to obtain an information 122 indicating the identified spectral regions. The
10 noise filler 100 also comprises a noise inserter 130, which is configured to selectively introduce noise into the identified spectral regions (described by the information 122), to obtain the noise filled spectral representation 112 of the audio signal.

Regarding the functionality of the noise filler 100, it can generally be said that the noise
15 filler 100 selectively fills spectral regions (e.g. spectral lines or spectral bins) of the input spectral representation 110 with noise, for example by replacing spectral values of spectral lines quantized to zero with replacement spectral values describing a noise. In this manner, spectral holes or spectral gaps within the input spectral representation 110 can be filled, which may for example arise from a coarse quantization of the input spectral
20 representation 110. However, the noise filler 100 does not introduce noise into all of the spectral lines quantized to zero (i.e. spectral lines, the spectral values of which are quantized to zero). Rather, the noise filler 100 only introduces noise into such spectral lines quantized to zero, which comprise a sufficient distance from any spectral lines quantized to a non-zero value. In this manner, the noise filling does not entirely fill spectral holes or
25 spectral gaps, but maintains a spectral distance of at least one spectral region (or of at least any other predetermined number of spectral regions) between those spectral lines in which a noise is introduced and spectral lines quantized to a non-zero value. Thus, a spectral distance between filling noise, introduced into the spectral representation, and spectral lines quantized to a non-zero value is maintained, such that the psychoacoustically relevant
30 spectral lines (which are not quantized to zero in the input spectral representation of the audio signal) can be clearly distinguished (due to the spectral distance of the predetermined number of one or more spectral regions) from the filling noise introduced into the spectrum by the noise filler. Accordingly, the psychoacoustically most relevant audio content (represented by non-zero spectral line values in the input spectral representation 110) can
35 clearly be perceived, while large spectral holes are avoided. This is due to the fact that the noise filling is selectively omitted in the proximity of spectral lines of the input spectral representation quantized to a non-zero value, while the noise filling is executed in the central regions of spectral holes or spectral gaps.

In the following, an application environment for the noise filler 100 will be described taking reference to Fig. 2. Fig. 2 shows a block schematic diagram of an audio signal decoder 200, according to an embodiment of the invention. The audio signal decoder 200 comprises, as a key component, the noise filler 100. The audio signal decoder 200 also comprises a spectral coefficient decoder 210, which is configured to receive an encoded audio signal representation 212 and to provide a decoded, an optionally inversely quantized representation 214 of spectral coefficients of the encoded audio signal. The spectral coefficient decoder 210 may for example comprise an entropy decoder (e.g. arithmetic decoder or run length decoder) and, optionally, an inverse quantizer to derive the decoded representation 214 of the spectral coefficients (e.g. in the form of inversely quantized coefficients) from the encoded audio signal representation 212. The noise filler 100 is configured to receive the decoded representation 214 of spectral coefficients (which is optionally inversely quantized) as the input spectral representation 110 of the audio signal.

The audio signal decoder 200 also comprises a noise factor extractor 220, which is configured to extract a noise factor information 222 from the encoded audio signal representation 212 and to provide the extracted noise factor information 222 to the noise filler 100. The audio signal decoder 200 also comprises a spectrum reshaper 230, which is configured to receive a reconstructed spectrum representation 232 from the noise filler 100. The reconstructed spectrum representation 232 may for example be equal to the noise filled spectral representation 112 provided by the noise filler. The spectrum reshaper 230, which may be considered as optional, is configured to provide a spectrum information 234 on the basis of the reconstructed spectrum representation 232. The audio signal decoder 200 further comprises a spectral-domain to time-domain converter 240, which receives the spectrum representation 234 provided by the spectrum reshaper 230, or, in the absence of the spectrum reshaper 230, the reconstructed spectrum representation 232, and to provide on the basis thereof, a time-domain audio signal representation 242. The spectral-domain to time-domain converter 240 may for example be configured to perform an inverse modified discrete cosine transform (IMDCT).

In a preferred embodiment, the noise filling at the decoder side comprises the following steps (or follows the next steps):

35

1. Decode the noise floor;
2. Decode the quantized values of the frequency lines;

3. Detect the spectral regions in the selected part of the spectra where a run length of zeros is higher than a minimal run length size; and
4. Apply a randomly generated sign to the decoded noise floor for each of the lines within the selected regions.

5

The noise floor is decoded as follows:

$$\text{nf_decoded} = 0.0625 * (8 - \text{index}).$$

- 10 The detected spectral regions are, for example, selected in the same manner as it is done at the encoder side (which will be described below).

15 A memoryless Gaussian noise in the MDCT domain is generated by a spectrum with the same amplitude for all lines but with random signs. So, for each of the lines within the selected regions, the decoder generates a random sign (-1 or +1) and applies it to the decoded noise floor. However, other methods of providing a noise contribution can be applied as well.

20 In the following, some details will be described taking reference to Figs. 1, 2, 3, and 4, wherein Fig. 3 shows a pseudo program code of an algorithm for noise filling at the decoder side, which may be performed by the noise filler 100, and wherein Fig. 4 shows a graphical representation of the noise filling.

25 To start with, the decoding of the noise floor may be performed by the noise factor extractor 220, which receives, for example, a noise factor index (also briefly designated as "index") and to provide on the basis thereof the decoded noise factor value 222 (also designated with "nf_decoded"). The noise factor index may for example be encoded using three or four bits, and it may for example be an integer value in the range between 0 and 7, or an integer value in a range between 0 and 15.

30

The quantized values of the frequency lines (also designated as "spectral lines" or "spectral bins") may be provided by the spectral coefficient decoder 210. Accordingly, quantized (or optionally, inversely quantized) spectral line values (also designated as "spectral coefficients") are obtained, which are designated as "quantized (x(i))". Here, i designates a
35 frequency index of the spectral line values.

Subsequently, spectral regions are detected by the noise filler 100 in a selected part of the spectra (e.g. in an upper portion of the spectrum starting from a predetermined spectral line

frequency index i) where a run length of zeros (i.e. of quantized spectral line values quantized to zero) is higher than a minimal run length size. The detection of such spectral regions is performed by a first portion 310 of the algorithm 300 of Fig. 3. As can be seen from the first portion 310 of the algorithm 300, a set R of detected regions is initialized to be an empty set at the beginning of the algorithm ($R = \{\};$).

In the example of the algorithm of Fig. 3, a minimal run length is set to a fixed value of 8, but naturally any other value can be chosen.

Subsequently, it is determined for a plurality of spectral lines under consideration (designated by running variable "line index") whether each of these spectral lines under consideration comprises a double-sided environment of spectral lines quantized to zero (and whether the spectral line under consideration is itself quantized to zero). For example, all the lines in the second half of the spectra may successively be considered as lines under consideration, wherein a line which is currently under consideration is designated by a frequency index "line index". For a line under consideration designated by the "line index", a sum of quantized spectral coefficients "quantized($x(i)$)" in an environment ranging from a spectral line frequency index of "line index - (MinimalRunLength)/2" to a spectral line frequency index of "line index + MinimalRunLength/2" is computed. If it is found that the sum of the spectral line values in said environment of the spectral line currently under consideration (having spectral line frequency index "line index") is zero, then the spectral line presently under consideration (or, more precisely, the spectral line frequency index "line index" thereof) is added to the set R of detected regions (or detected spectral lines). Consequently, if a spectral line frequency index of a spectral line is added to the set R , this means that the spectral lines having line indices between "line index - MinimalRunLength/2" and "line index + MinimalRunLength/2" all comprise spectral line values quantized to zero.

Accordingly, in the first portion 310 of the pseudo program code 310, a set R of spectral line frequency indices "line index" is obtained, which enumerates those (and only those) spectral lines of the spectral portion under consideration which are spaced "sufficiently" (i.e. by at least MinimalRunLength/2 lines) from any spectral lines quantized to a non-zero value.

The detection of such region is illustrated in Fig. 4, which shows a graphical representation 400 of a spectrum. An abscissa 410 describes a frequency of spectral lines in terms of a spectral line frequency index "line index". An ordinate 412 describes an intensity (e.g. amplitude or energy) of the spectral lines. As can be seen, the portion of the spectrum

illustrated in the graphical representation 400 comprises four spectral lines 420a, 420b, 420c, and 420d, quantized to a non-zero value. Further, between the spectral lines 420c and 420d, there are 11 spectral lines 422a-422k quantized to zero. Further, it is assumed that a spectral line is only considered to be spaced sufficiently from a spectral line quantized to a non-zero value if there are at least four spectral lines quantized to zero between the spectral line presently under consideration and any other spectral line quantized to a non-zero value (and naturally, if the spectral line presently under consideration is itself quantized to zero). However, when considering the spectral line 422a, it will be found that the spectral line 422a is immediately adjacent to the spectral line 422c, which is not quantized to zero, such that the spectral line frequency index of the spectral line 422a will not be part of the set R computed according to the first part 310 of the algorithm 300. Similarly, it will be found that the spectral lines 422b, 422c, and 422d are not spaced far enough from any spectral lines quantized to a non-zero value, such that the spectral line frequency indices of the spectral lines 422b to 422d will also not be part of the set R. In contrast it will be recognized that spectral line 422e is spaced far enough from any spectral lines quantized to a non-zero value, because the spectral line 422e is a center line (or, more generally, a central line), of a sequence of 9 contiguous spectral lines all quantized to zero. Accordingly, a spectral line frequency index of the spectral line 422e will be part of the set R computed in the first portion 310 of the algorithm 300. The same also holds for the spectral lines 422f and 422g, such that the spectral line frequency indices of the spectral lines 422f and 422g will be part of the set R determined in the first portion 310 of the algorithm 300, as the spectral lines 422f, 422g are spaced far enough from any lower-frequency spectral lines 420a, 420b, and 420c, quantized to a non-zero value and from any higher frequency spectral lines quantized to a non-zero value. On the other hand, the spectral lines 422h, 422i, 422j, and 422k will not be part of the set R, because said spectral lines are located too closely, in terms of frequency, besides the spectral line 420d quantized to a non-zero value.

Accordingly, the set R will not comprise spectral line frequency indices of the spectral lines 420a, 420b, 420c, 420d, because said spectral lines are quantized to a non-zero value. In addition, spectral line frequency indices of spectral lines 422a, 422b, 422c, 422d, 422h, 422i, 422j, and 422k, will not be part of the set R, because said spectral lines are located too closely beside the spectral lines 420a, 420b, 420c, and 420d. In contrast, spectral line frequency indices of spectral lines 422e, 422f, 422g, will be included in the set R, because said spectral lines are themselves quantized to zero and spaced far enough from any adjacent non-zero spectral lines.

The algorithm 300 also comprises a second portion 320 of decoding the noise floor, wherein a noise value index ("index" in the program code portion 320) is converted into a decoded noise figure value ("nf_decoded" in the program code 300).

5 The program code 300 also comprises a third portion 330 of filling the identified spectral lines, i.e. spectral lines the spectral line frequency indices i of which are in the set R , with noise. For this purpose, the spectral values of the identified spectral lines (designated for example, with $x(i)$, wherein running variable i subsequently takes all spectral line frequency indices included in the set R) are set to noise filling values. The noise filling
10 values are for example obtained by multiplying the decoded noise filling value (nf_decoded) with a random number or pseudo random number (designated with "random(-1, +1)"), wherein the random or pseudo random number may for example randomly or pseudo-randomly take the numbers -1 and +1. However, different provision of a random or pseudo random noise is naturally possible.

15 The noise filling is also illustrated in Fig. 4. As can be seen in Fig. 4, the zero spectral values of the spectral lines 422e, 422f, and 422g are replaced by noise filling values (illustrated by dotted lines in Fig. 4).

20

Noise filling parameter calculator according to Figs. 5 and 6

Fig. 5 shows a block schematic diagram of a noise filling parameter calculator 500. The noise filling parameter calculator is configured to obtain a quantized spectral
25 representation 510 of an audio signal and to provide, on the basis thereof, a noise filling parameter 512. The noise filling parameter calculator 500 comprises a spectral region identifier 520, which is configured to receive the quantized spectral representation 510 of the audio signal and to identify spectral regions (e.g. spectral lines) of the quantized spectral representation 510 spaced from non-zero spectral regions of the quantized spectral
30 representation 510 by at least one intermediate spectral region (e.g. spectral line), to obtain an information 522 describing identified spectral regions (e.g. identified spectral lines). The noise filling parameter calculator 500 further comprises a noise value calculator 530 configured to receive a quantization error information 532 and to provide the noise filling parameter 512. For this purpose, the noise value calculator is configured to selectively
35 consider quantization errors of the identified spectral regions, described by the information 522, for a calculation of the noise filling parameter 512.

The quantization error information 532 may for example be identical to an energy information (or intensity information) describing energies (or intensities) of those spectral lines which are quantized to zero in the quantized spectral representation 510.

- 5 The noise filling parameter calculator 500 may optionally comprise a quantizer 540, which is configured to receive a non-quantized spectral representation 542 of an audio signal and to provide the quantized spectral representation 510 of the audio signal. The quantizer 540 may have an adjustable quantization resolution, which may for example be individually adjustable per spectral line, or per spectral band (e.g. in dependence on a psychoacoustic relevance of the spectral lines or spectral bands, obtained using a psychoacoustic model).
10 The functionality of the variable-resolution quantizer may be equal to the functionality described in the International Standards ISO/IEC 13818-7 and ISO/IEC 14496-3. In particular, the quantizer 540 may be adjusted such that there are spectral gaps or spectral holes in the quantized spectral representation 510 of the audio signal, i.e. contiguous regions of adjacent spectral lines quantized to zero.
15

Moreover, the non-quantized spectral representation 542 may serve as the quantization error information 532, or the quantization error information 532 may be derived from the non-quantized spectral representation 542.

20

In the following, the functionality of the noise filling parameter computation, which may be performed by the noise filling parameter calculator 500 will be described in detail. In the noise filling parameter computation at the encoder side, the noise filling is preferably applied in the quantization domain. In this manner, the introduced noise is shaped afterwards by the psychoacoustic relevant inverse filter. The energy of the noise introduced by the decoder is calculated and encoded at the encoder side following the next steps:

25

1. Get the quantized values of the frequency lines;
2. Select only a part of the spectra;
- 30 3. Detect the spectral regions in the selected part of the spectra where a run length of zeros is higher than a minimal run length size;
4. Calculate the geometric mean of the quantization error over the previously detected regions; and
5. Quantize uniformly the geometric mean with 3 bits.

35

Regarding the first step, the quantized values of the frequency lines may be obtained using the quantizer 540. The quantized values of the frequency lines are therefore represented by the quantized spectral representation 510.

Regarding the second step, which may be considered as optional, it should be noted that the computation of the noise filling is preferably performed on the basis of a high frequency portion of the spectra. In a preferred embodiment, the energy of the noise (called noise floor) is calculated only on the second half of the spectra, i.e. for the high frequencies (but not for the lower frequencies). Indeed, usually the high frequencies (upper part of the spectrum) are less perceptually important than the low frequencies, and the zero-quantized values occur mostly in the second half of the spectra. Furthermore, adding in the noise in the high frequencies is less prone to obtain a final noisy sound restitution.

Regarding the third step, by restricting the noise filling on the spectral regions where a run length of zero-quantized values occurs, it is avoided that the noise filling affects the non-zeroed values too much. In this manner, the noise filling is not applied in the neighborhood of the non-zeroed values, and the original tonality of these lines is then better preserved. The minimal run length size is fixed to 8 in a preferred embodiment. This means that the 8 lines surrounding a non-zeroed value are not affected by the noise filling (and are consequently not considered for the calculation of a noise value).

Regarding the fourth step, the quantization error in the quantized domain are in the range $[-0.5; 0.5]$, and is assumed to be uniformly distributed. The energy of quantization errors of the detected regions is average in the logarithmic domain (i.e. geometric mean). The noise floor, nf , is then calculated as follows:

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

In the above, $\text{sum}()$ is the sum of the logarithmic energies, $\log_{10}(E())$, of the individual lines $x(i)$ within the detected regions, and n the number of lines within these regions. The noise floor, nf , is between 0 and 0.5. Such a calculation permits to take the original spectral flatness of the zeroed values into account, and then get information about their tonality/noisiness characteristics.

If the zeroed values are very tonal, the noise floor (computer in the apparatus 500) will go toward zero, and a low noise floor will be added at the decoder (e.g. at the decoder 100, 200 described above). If the zeroed values are really noisy, the noise floor will be high, and the noise filling can be seen as a highly parametric coding of the zeroed spectral lines, like PNS (Perceptual Noise Substitution) (see also reference [4]).

Regarding the fifth step, the quantization index ("index") of the noise floor is then calculated as follows:

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

5

The index is transmitted, for example, on 3 bits.

10 In the following, the algorithm for computing the noise filling parameter will be described taking reference to Fig. 6, which shows a pseudo program code 600 of such an algorithm for obtaining the noise filling parameter, according to an embodiment of the invention. The algorithm 600 comprises a first portion 610 of detecting regions which should be considered for the computation of the noise filling parameter. Identified regions (e.g. spectral lines) are described by the set R, which may for example comprise spectral line frequency indices ("line index") of identified spectral lines. Spectral lines may be
15 identified, which are themselves quantized to zero and which are further spaced, far enough, from any other spectral lines quantized to a non-zero value.

The first portion 610 of the program 600 may be identical to the first portion 310 of the program 300. Accordingly, the quantized spectral representation ("quantized (x(i))") used
20 in the algorithm 600 may for example be identical to the quantized spectral representation ("quantized x(i)") used in the algorithm 300 at the decoder side. In other words, the quantized spectral representation used at the encoder side may be transmitted, in an encoded form, to the decoder in a transmission system comprising an encoder and a decoder.

25

The algorithm 600 comprises a second portion 620 of computing the noise floor. In the computation of the noise floor, only those spectral regions (or spectral lines) described by the set R computed in the first portion 610 of the algorithm 600 are considered. As can be seen, the noise filling value nf is first initialized to zero. The number of considered spectral
30 lines (n) is also first initialized to zero. Subsequently, the energies of all the spectral lines, line indices of which are included in the set R, are summed up, wherein the energies of the spectral lines are logarithmized before the summing. For example, a logarithm to the base of 10 (log10) of the energies (E(x(i))) of the spectral lines may be summed. It should be noted here that the actual energy of the spectral lines before quantization (designated with
35 "E or energy (x(i))") is summed up in logarithmized form. The number of spectral lines considered is also counted. Thus, after the execution of the second portion 620 of the algorithm 600, the variable nf indicates a logarithmic sum of energies of the identified

spectral lines before quantization, and the variable n describes the number of identified spectral lines.

- 5 Algorithm 600 also comprises a third portion 630 of quantizing the value nf , i.e. the logarithmic sum of the identified spectral lines. A mapping equation as described above or as shown in Fig. 6 may be used.

Method according to Fig. 7

10

Fig. 7 shows a flow chart of a method for providing a noise-filled spectral representation of an audio signal on the basis of an input spectral representation of the audio signal. The method 700 of Fig. 7 comprises a step 710 of identifying spectral regions of an input spectral representation of an audio signal spaced from non-zero spectral regions of the input spectral representation by at least one intermediate spectral region, to obtain identified spectral regions. The method 700 also comprises a step 720 of selectively introducing noise into the identified spectral regions, to obtain a noise-filled spectral representation of the audio signal.

- 15 20 The method 700 may be supplemented by any of the features and functionalities described herein with reference to the inventive noise filler.

Method according to Fig. 8

25

Fig. 8 shows a flowchart of a method for providing a noise filling parameter on the basis of a quantized spectral representation of an audio signal. The method 800 comprises a step 810 of identifying spectral regions of the quantized spectral representation of an audio signal spaced from non-zero spectral regions of the quantized spectral representation by at least one intermediate spectral region, to obtain identified spectral regions. The method 800 also comprises a step 820 of selectively considering quantization errors of the identified spectral regions for a calculation of the filling parameter.

- 30 35 The method 800 can be supplemented by any of the features and functionalities described herein with respect to the noise filling parameter calculator.

Audio signal representation according to Fig. 9

Fig. 9 shows a graphical representation of an audio signal representation, according to an embodiment of the invention. The audio signal representation 900 may for example form the basis for the input spectral representation 110. The audio signal representation 900 may also take over the functionality of the encoded audio signal representation 212. The audio signal representation 900 may be obtained using the noise filling parameter calculator 500, wherein the audio signal representation 900 may for example comprise the quantized spectral representation 510 of the audio signal and the noise filling parameter 512, for example, both in encoded form.

In other words, the encoded audio signal representation 900 may represent an audio signal. The encoded audio signal representation 900 comprises an encoded quantized spectral domain representation of the audio signal and also an encoded noise filling parameter. The noise filling parameter represents a quantization error of spectral regions of the spectral domain representation quantized to zero and spaced from spectral regions of the spectral domain representation quantized to a non-zero value by at least one intermediate spectral region.

Naturally, the audio signal representation 900 may be supplemented by any of the information described above.

Implementation Alternatives

Depending on certain implementation requirements, embodiments of the invention can be implemented in hardware or in software. The implementation can be performed using a digital storage medium, for example a floppy disk, a DVD, a CD, a ROM, a PROM, an EPROM, an EEPROM or a FLASH memory, having electronically readable control signals stored thereon, which cooperate (or are capable of cooperating) with a programmable computer system such that the respective method is performed.

Some embodiments according to the invention comprise a data carrier having electronically readable control signals, which are capable of cooperating with a programmable computer system, such that one of the methods described herein is performed.

Generally, embodiments of the present invention can be implemented as a computer program product with a program code, the program code being operative for performing one of the methods when the computer program product runs on a computer.

The program code may for example be stored on a machine readable carrier.

5

Other embodiments comprise the computer program for performing one of the methods described herein, stored on a machine readable carrier.

10 In other words, an embodiment of the inventive method is, therefore, a computer program having a program code for performing one of the methods described herein, when the computer program runs on a computer.

15 A further embodiment of the inventive methods is, therefore, a data carrier (or a digital storage medium) comprising the computer program for performing one of the methods described herein.

20 A further embodiment of the inventive method is, therefore, a data stream or a sequence of signals representing the computer program for performing one of the methods described herein. The data stream or the sequence of signals may for example be configured to be transferred via a data communication connection, for example via the Internet.

A further embodiment comprises a processing means, for example a computer, or a programmable logic device, configured to or adapted to perform one of the methods described herein.

25

A further embodiment comprises a computer having installed thereon the computer program for performing one of the methods described herein.

30 In some embodiments, a programmable logic device (for example a field programmable gate array) may be used to perform some or all of the functionalities of the methods described herein. In some embodiments, a field programmable gate array may cooperate with a microprocessor in order to perform one of the methods described herein.

35 Conclusion

To summarize the above, the present invention enhances the audio coding tool "noise filling" by considering the input signal and the decoded signal characteristics when both

computing the noise filling parameters at the encoder side, and applying the noise at the decoder side. In an embodiment of the invention, the tonality/noisiness of the zero-quantized spectral lines is estimated and is used for the noise floor estimation. This noise floor is then transmitted to the decoder which applies the noise filling to the zero-quantized values occurring in specific regions of the spectra. These regions are selected based on the characteristics of the decoded spectra.

Regarding the context of the invention, it can be noted that the invention was applied to a transform-based coding which uses a scalar quantization on MDCT. The MDCT coefficients are previously normalized by a curve calculated based on perceptual clues. The curve is deduced from a previous LPC (Linear Prediction Coding) analysis stage by weighting the LPC coefficients, as it is done in the TCX mode of AMR-WB+ (see reference [1]). From the weighted coefficients, a perceptual weighting filter is designed and applied before the MDCT. The inverse filter is also applied at the decoder side after the inverse MDCT. This inverse perceptual weighting filter shapes the quantization noises in a way that it minimizes or masks the perceived noise.

In embodiments according to the invention, the disadvantages of the prior art are overcome. The noise filling is conventionally applied in a systematic manner on the zero-quantized values considering only a spectral envelope-based threshold, a masking threshold, or an energy threshold. The prior art considers neither the characteristics of the input signal nor the characteristics of the decoded signal. Thus, conventional apparatus may introduce undesirable additional artifacts, especially noise artefacts, and cancels the advantages of such a tool.

In contrast, embodiments according to the invention allow for an improved noise filling with reduced artifacts, as is discussed above.

References:

- [1] "Extended Adaptive Multi-Rate - Wideband (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

- [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;
5 Prof Holstlaan 6 NL-5656 AA Eindhoven (NL) and VAN DE PAR, Steven, L., J.,
D., E.; Prof. 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.

Claims

1. A noise filler (100) for providing a noise-filled spectral representation (112) of an audio signal on the basis of an input spectral representation (110) of the audio signal, the noise filler comprising:
- 5 a spectral region identifier (120) configured to identify spectral regions (422e, 422f, 422g) of the input spectral representation (110) spaced from non-zero spectral regions (420a, 420b, 420c, 420d) of the input spectral representation (110) by at least one intermediate spectral region (422a, 422b, 422c, 422d, 422h, 422i, 422j, 422k), to obtain identified spectral regions (422e, 422f, 422g); and
- 10 a noise inserter (130) configured to selectively introduce noise into the identified spectral regions (422e, 422f, 422g) to obtain the noise-filled spectral representation (112) of the audio signal.
- 15 2. The noise filler (100) according to claim 1, wherein the spectral region identifier (120) is configured to identify spectral lines (422e, 422f, 422g) of the input spectral representation (110), which are quantized to zero and which comprise at least a first predetermined number (4) of lower frequency neighbor spectral lines (422a, 422b, 422c, 422d; 422b, 422c, 422d, 422e, 422c, 422d, 422e, 422f) quantized to zero and at least a second predetermined number (4) of higher frequency neighbor spectral lines (422f, 422g, 422h, 422i; 422g, 422h, 422i, 422j; 422h, 422i, 422j, 422k) quantized to zero, as identified spectral regions;
- 20 25 wherein the first predetermined number (4) is greater than or equal to 1, and wherein the second predetermined number (4) is greater than or equal to 1; and
- 30 wherein the noise inserter (130) is configured to selectively introduce noise into the identified spectral lines (422e, 422f, 422g) while leaving spectral lines (420a, 420b, 420c, 420d) quantized to a non-zero value and spectral lines (422a, 422b, 422c, 422d, 422h, 422i, 422j, 422k) quantized to zero, but not having the first predetermined number (4) of lower frequency neighbor spectral lines quantized to zero, or the second predetermined number (4) of higher frequency neighbor spectral lines quantized to zero unaffected by the noise filling.
- 35 3. The noise filler (100) according to claim 2, wherein the first predetermined number (4) is equal to the second predetermined number (4).

4. The noise filler (100) according to one of claims 1 to 3, wherein the noise filler is configured to introduce noise only into spectral regions in an upper portion of the input spectral representation (110) of the audio signal while leaving a lower portion of the input spectral representation (110) of the audio signal unaffected by the noise filling.
5. The noise filler (100) according to one of claims 1 to 4, wherein the spectral region identifier (120) is configured to sum quantized intensity values (quantized $(x(i))$) of spectral regions in a predetermined double-sided spectral neighborhood of a given spectral region (i), to obtain a sum value (E), and to evaluate the sum value (E) to decide whether the given spectral region (i) is an identified spectral region or not.
6. The noise filler (100) according to one of claims 1 to 5, wherein the spectral region identifier (120) is configured to scan a range of spectral regions of the input spectral representation (110) to detect contiguous sequences (422a to 422i; 422b to 422j; 422c to 422k) of spectral regions quantized to zero, and to recognize one or more central spectral regions (422e, 422f, 422g) of the detected contiguous sequences as identified spectral regions.
7. A noise filling parameter calculator (500) for providing a noise filling parameter (512) on the basis of a quantized spectral representation (510) of an audio signal, the noise filling parameter calculator comprising:
- a spectral region identifier (520) configured to identify spectral regions (422e, 422f, 422g) of the quantized spectral representation (510) spaced from non-zero spectral regions (420a, 420b, 420c, 420d) of the quantized spectral representation (510) by at least one intermediate spectral region (422a, 422b, 422c, 422d, 422h, 422i, 422j, 422k), to obtain identified spectral regions (422e, 422f, 422g); and
- a noise value calculator (530) configured to selectively consider quantization errors (energy $(x(i))$) of the identified spectral regions (i) for a calculation of the noise filling parameter (512, nf).
8. The noise filling parameter calculator (500) according to claim 7,
- wherein the spectral region identifier (520) is configured to identify spectral lines (422e, 422f, 422g) of the input spectral representation (510), which are quantized to

zero and which comprise at least a first predetermined number (4) of lower frequency neighbor spectral lines (422a, 422b, 422c, 422d; 422b, 422c, 422d, 422e, 422c, 422d, 422e, 422f) quantized to zero and at least a second predetermined number (4) of higher frequency neighbor spectral lines (422f, 422g, 422h, 422i; 422g, 422h, 422i, 422j, 422h, 422i, 422j, 422k) quantized to zero, as identified spectral regions;

wherein the first predetermined number (4) is greater than or equal to 1, and wherein the second predetermined number (4) is greater than or equal to 1; and

wherein the noise value calculator (520) is configured to selectively consider quantization errors of the identified spectral regions (i) for a calculation of the noise filling parameter while leaving spectral lines (420a, 420b, 420c, 420d) quantized to a non-zero value and spectral line (422a, 422b, 422c, 422d, 422h, 422i, 422j, 422k) quantized to zero, but not having the first predetermined number (4) of lower frequency neighbors spectral lines quantized to zero, or the second predetermined number (4) of higher frequency neighbor spectral lines quantized to zero out of consideration for the calculation of the noise filling parameter.

9. The noise filling parameter calculator (500) according to one of claims 7 to 8, wherein the noise value calculator (530) is configured to consider an actual energy (energy(x(i))) of the quantization error of the identified spectral regions (i) for the calculation of the noise filling parameter (512, nf, nf_index).
10. The noise filling parameter calculator (500) according to one of claims 7 to 9, wherein the noise value calculator (530) is configured to emphasize a non-tonal quantization error energy (energy (x(i))) distributed over a plurality of identified spectral regions in relation to a tonal quantization error energy concentrated in a single spectral region or in a plurality of contiguous spectral lines.
11. The noise filling parameter calculator (500) according to one of claims 7 to 10, wherein the noise value calculator (530) is configured to calculate a sum of logarithmized quantization error energies (log10(energy(x(i)))) of the identified spectral regions (i), to obtain the noise filling parameter (512, nf, nf_index).
12. An encoded audio signal representation (900) representing an audio signal, the encoded audio signal representation comprising:

an encoded quantized spectral domain representation of the audio signal; and

an encoded noise filling parameter;

5 wherein the noise filling parameter represents a quantization error of spectral regions of the spectral domain representation quantized to zero and spaced from spectral regions of the spectral domain representation quantized to a non-zero value by at least one intermediate spectral region.

10 13. A method (700) for providing a noise-filled spectral representation of an audio signal on the basis of an input spectral representation of the audio signal, the method comprising:

15 identifying (710) spectral regions of the input spectral representation spaced from non-zero spectral regions of the input spectral representation by at least one intermediate spectral region, to obtain identified spectral regions; and

selectively introducing (720) noise into the identified spectral regions to obtain the noise-filled spectral representation of the audio signal.

20 14. A method (800) for providing a noise filling parameter on the basis of a quantized spectral representation of an audio signal, the method comprising:

25 identifying (810) spectral regions of the quantized spectral representation spaced from non-zero spectral regions of the quantized spectral representation by at least one intermediate spectral region to obtain identified spectral regions; and

selectively considering (820) quantization errors of the identified spectral regions for a calculation of the noise filling parameter.

30 15. A computer program for performing the method according to claim 13 or 14, when the computer program runs on a computer.

1/9

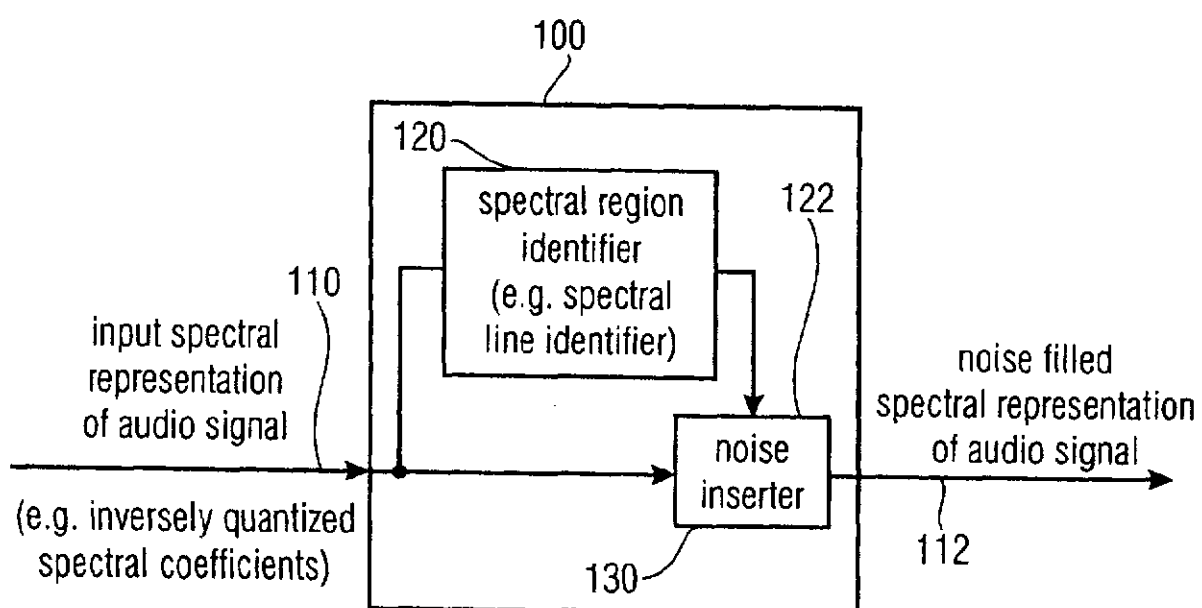


FIG 1

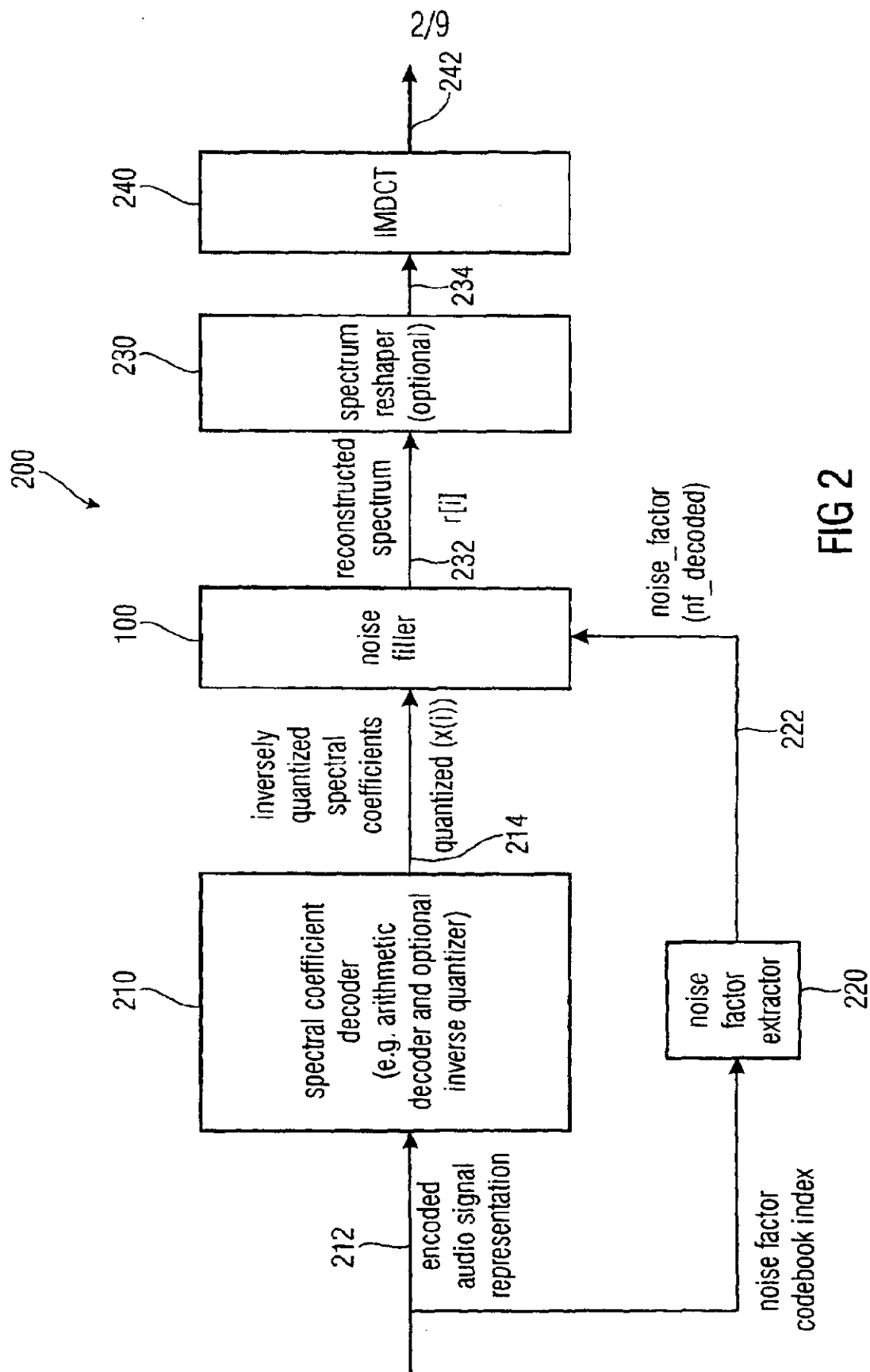


FIG 2

3/9

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

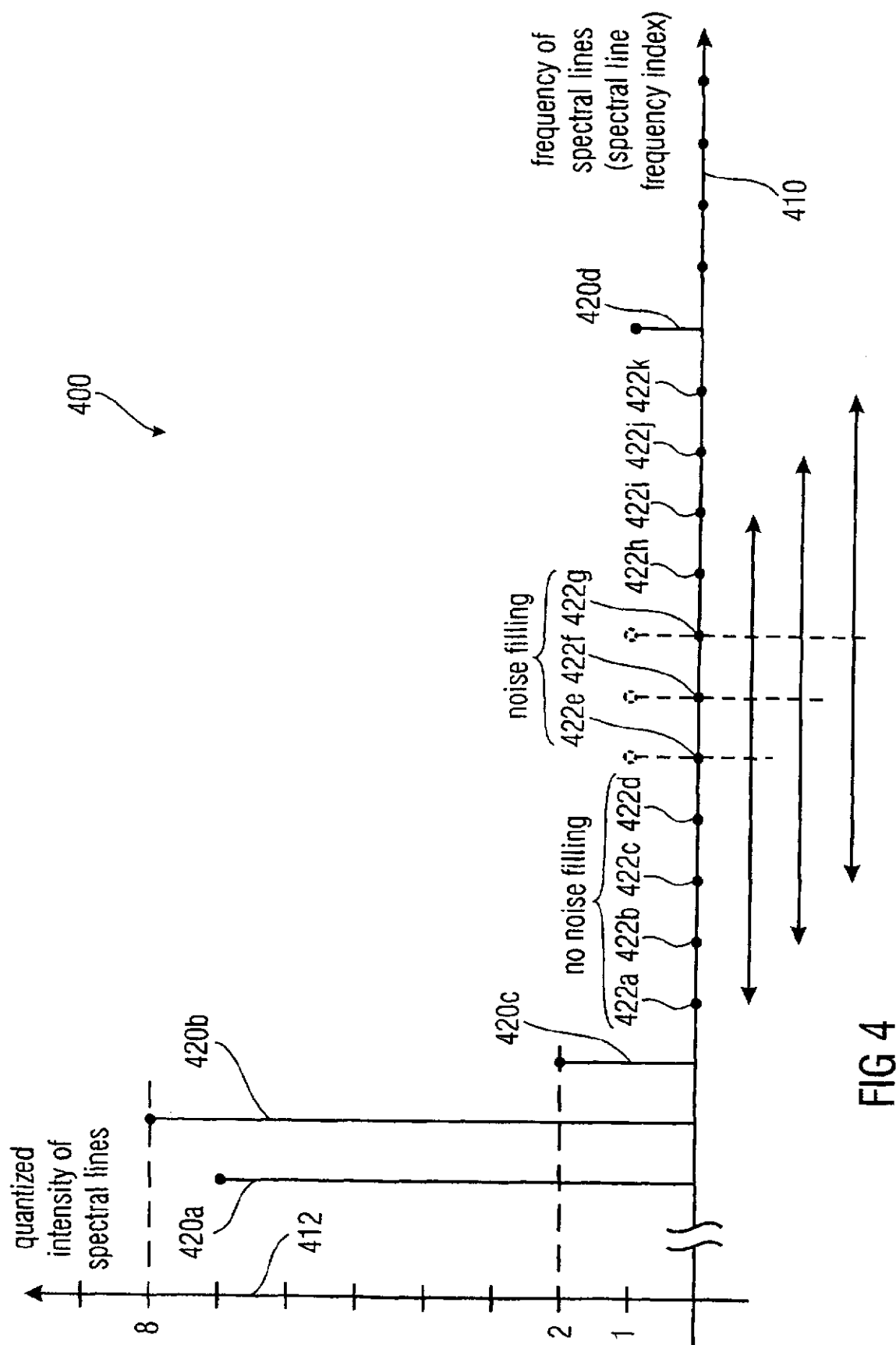


FIG 4

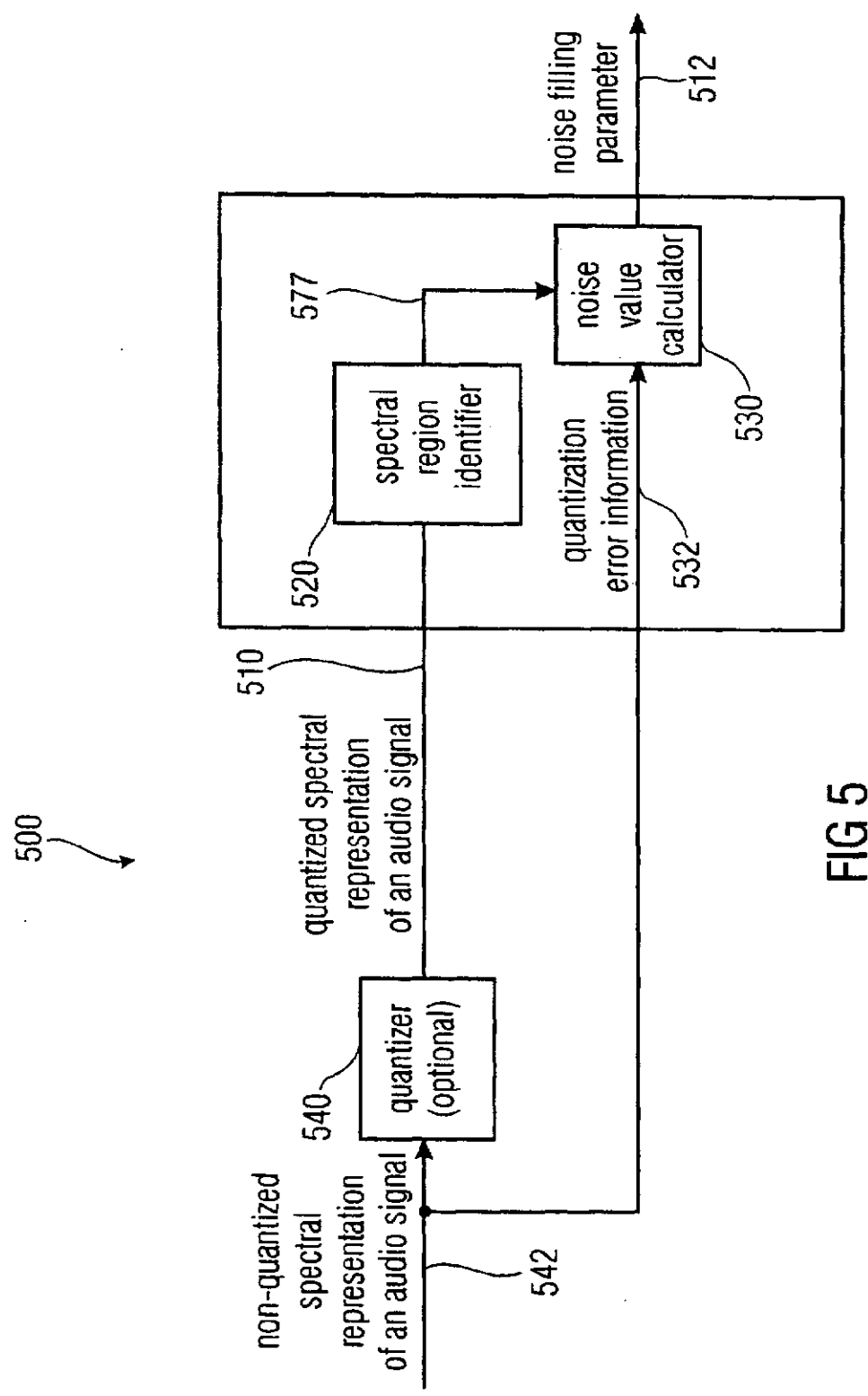


FIG 5

6/9

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

7/9

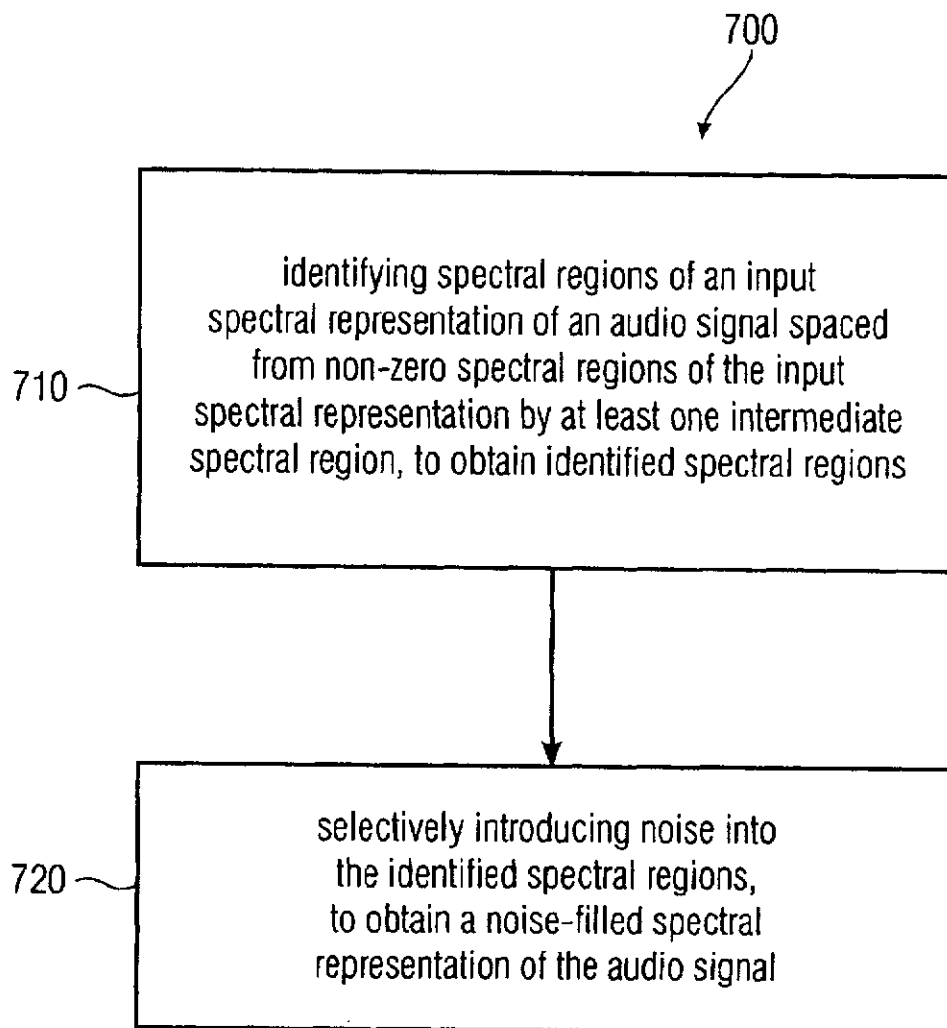


FIG 7

8/9

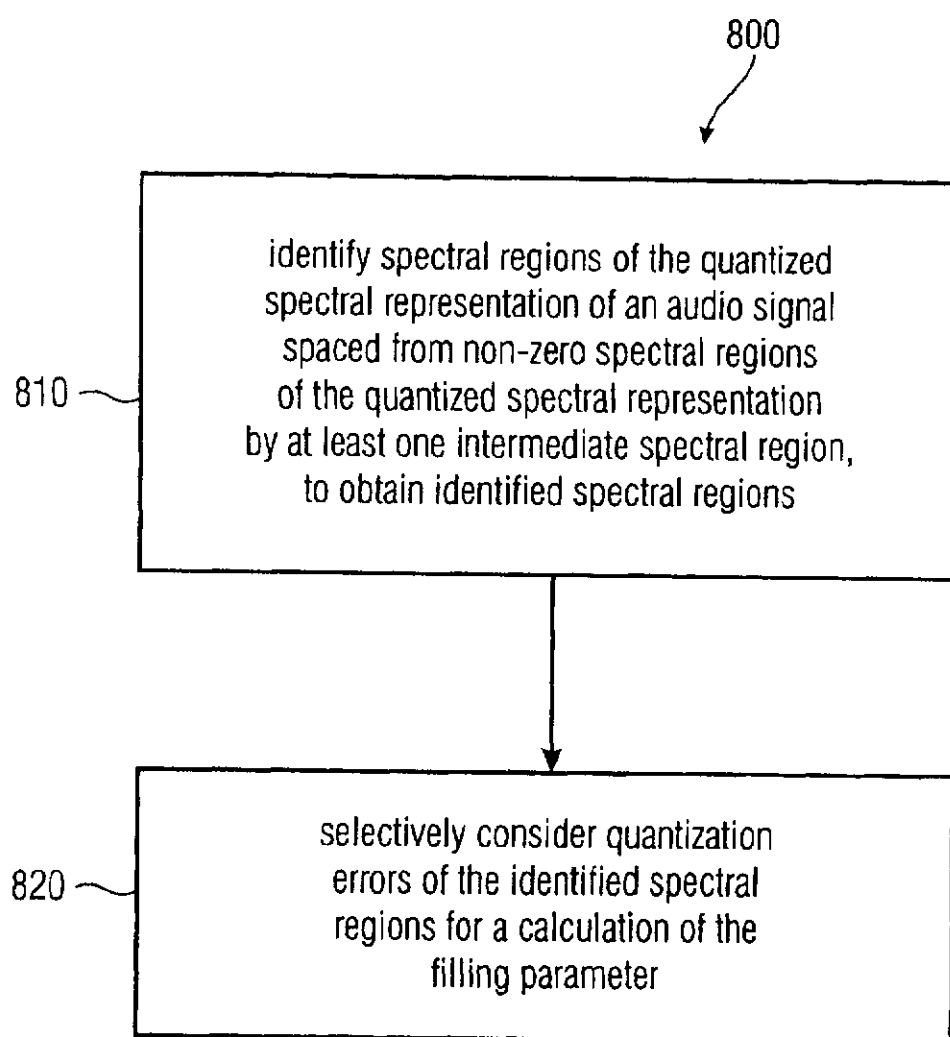


FIG 8

9/9

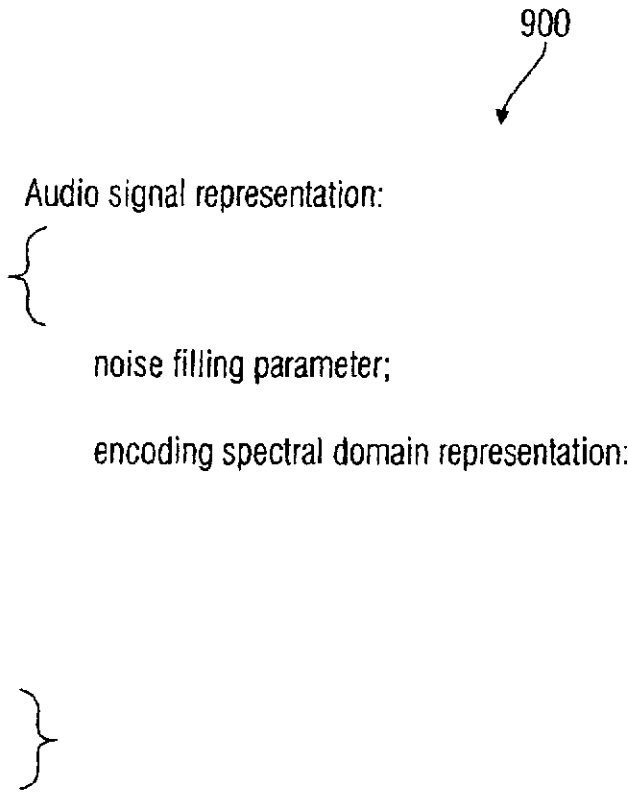


FIG 9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2009/004653

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G10L19/00 G10L19/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G10L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal; WPI Data, INSPEC, COMPENDEX

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, A	WO 2009/029036 A (ERICSSON TELEFON AB L M [SE]; TALEB ANISSE [SE]; BRIAND MANUEL [SE]; U) 5 March 2009 (2009-03-05) page 4, line 5 - page 14, line 32 figures 3, 4, 5A, 5B	1-15
A	WO 02/091363 A (KONINKL PHILIPS ELECTRONICS NV [NL]) 14 November 2002 (2002-11-14) cited in the application abstract page 9, line 13 - page 10, line 8 ----- -/-	1-15

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents: *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance *E* earlier document but published on or after the international filing date *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. *Z* document member of the same patent family	
Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
1 October 2009	13/10/2009
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040 Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Tilp, Jan

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2009/004653

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	"3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Service and System Aspects; Audio codec processing functions; Extended Adaptive Multi-Rate - Wideband (AMR-WB+) codec; Transcoding functions (Release 6)" 3RD GENERATION PARTNERSHIP PROJECT (3GPP); TECHNICAL SPECIFICATION (TS), XX, XX, vol. 26.290, no. 610, 1 December 2004 (2004-12-01), pages 1-86, XP003001373 cited in the application page 56, lines 7-45 figures 6, 13b -----	1-15

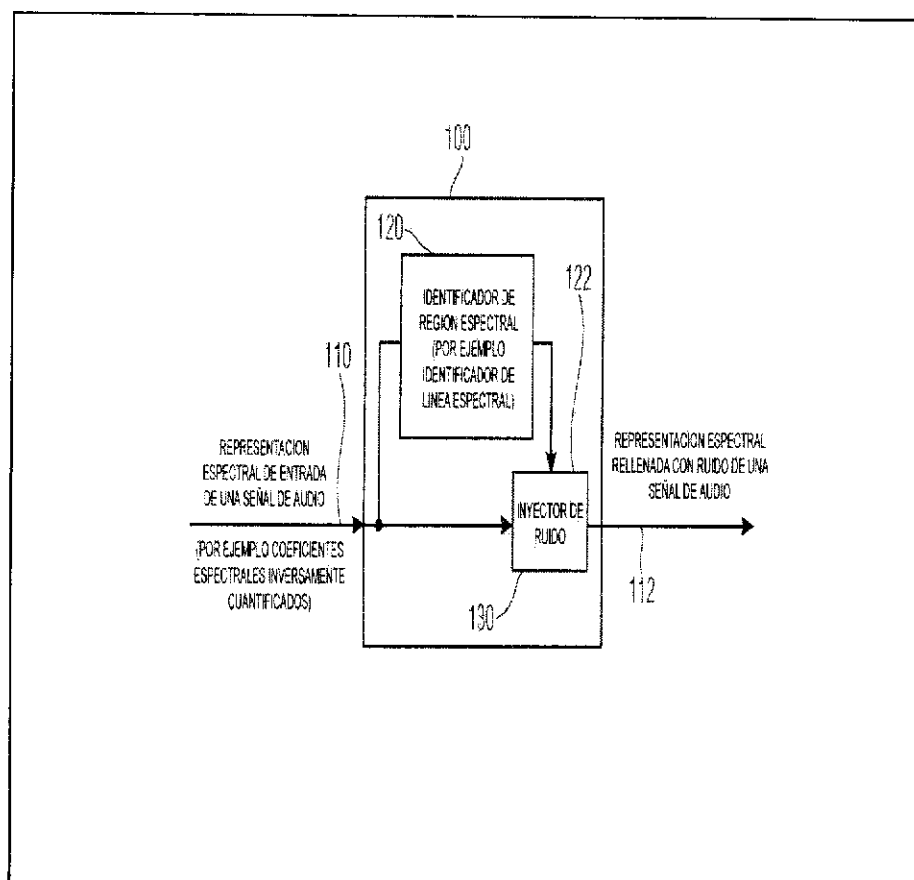
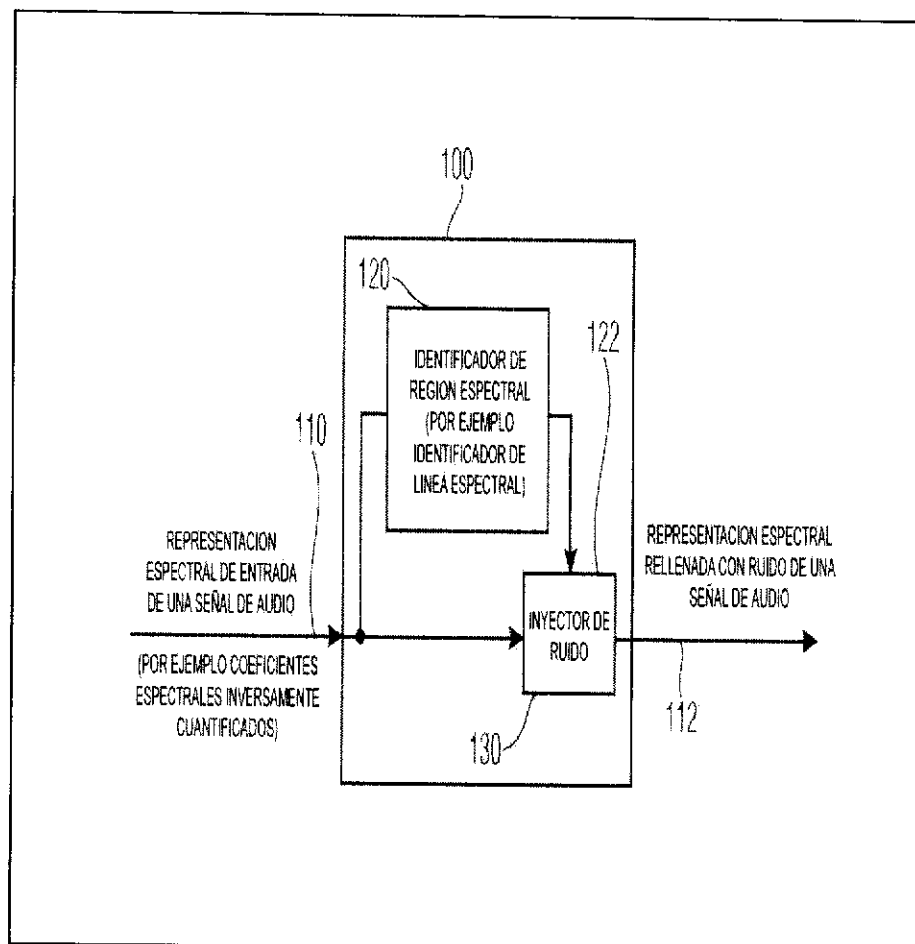
INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2009/004653

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2009029036	A	05-03-2009	NONE	
WO 02091363	A	14-11-2002	AT 320651 T	15-04-2006
			CN 1462429 A	17-12-2003
			DE 60209888 T2	23-11-2006
			EP 1395980 A1	10-03-2004
			ES 2260426 T3	01-11-2006
			JP 2004522198 T	22-07-2004
			US 2003061055 A1	27-03-2003





No. 11-003109- -00000-0000

PATENTE DE INVENCION ☐

MODELO

Fecha: 2011-01-13 15:07:57 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 144

- ☐ Indicación que se solicita una patente.
 - ☐ Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud
 - ☐ Descripción de la invención
 - ☐ Dibujos de ser estos pertinentes
 - ☐ Comprobante de pago de las tasas establecidas (De ser el caso formato de descuento)
- Completa ☐ Incompleta ☐

PATENTE DE INVENCION PCT ☐ MODELO DE UTILIDAD PCT ☐ Art.33 Decisión 486/00, Circular Única

- ☐ Indicación que se solicita una PCT
 - ☐ Copia de la solicitud en español, tal como fue presentada inicialmente (capítulo descriptivo, reivindicatorio, resumen)
 - ☐ Dibujos de ser estos pertinentes
 - ☐ Comprobante de pago de las tasas establecidas (de ser el caso formato de descuento)
- Completa ☐ Incompleta ☐

DISEÑO INDUSTRIAL ☐

(Art. 119 Decisión 486/00)

- ☐ Indicación que se solicita Diseño industrial
 - ☐ Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud
 - ☐ Representación gráfica y fotográfica del Diseño industrial o muestra del material que incorpora el diseño
 - ☐ Comprobante de pago de las tasas establecidas
- Completa ☐ Incompleta ☐

ESQUEMA DE TRAZADO ☐

(Art. 92 Decisión 486/00)

- ☐ Indicación que se solicita un esquema de trazado
 - ☐ Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud
 - ☐ Representación gráfica de un esquema de trazado
 - ☐ Comprobante de pago de las tasas establecidas
- Completa ☐ Incompleta ☐

2020
Bogotá D.C.,

Doctor(a)
ACOSTA GOMEZ JUANITA
Apoderado(a) y/o Representante de
FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FORDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V.

REFERENCIA	Radicación No.	11 3109
	Solicitud internacional	PCT/EP2009/004653
	Fecha inicio fase nacional	11/02/2011
	Trámite	11
	Evento	378
	Actuación	416
	Oficio No.	12492
	Folios	1

Teniendo en cuenta que la solicitud de privilegio de patente que se tramita bajo el expediente indicado en la referencia, reúne los requisitos de forma establecidos en la Decisión 486 de la Comisión de la Comunidad Andina, el Tratado de Cooperación en Materia de Patentes (PCT), el Reglamento y la Circular Única de la Superintendencia de Industria y Comercio, se envía el extracto de la solicitud a la Oficina de Comunicaciones para efecto de su publicación en la Gaceta de Propiedad Industrial.

Cúmplase
Dado en Bogotá DC,



JOSE LUIS SALAZAR LOPEZ
Director de Nuevas Creaciones (C)

adpall