



Industria y Comercio
SUPERINTENDENCIA

SOLICITUD
PATENTE DE INVENCION

21. EXPEDIENTE N°

06-122704

54. TÍTULO

"ENFOQUE DE FILTRO KALMAN PARA PROCESAR DATOS ELECTROMAGNETICOS"

51. CLASIFICACIÓN INTERNACIONAL

71. SOLICITANTE

EXXONMOBIL UPSTREAM RESEARCH COMPANY

DOMICILIO

HOUSTON, ESTADO DE TEXAS, ESTADOS UNIDOS DE AMERICA

74. REPRESENTANTE LEGAL

ALICIA LLOREDA RICAURTE
T.P 53.215

22. BOGOTÁ, D.C. **-6 DIC 2006**

01-01-2007

PETITORIO



SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
Rad: 06-122704-00000-0000
Fec 2006-12-06 08:30:56 Dep 2020 NUECREACIONES
Tra 11 PATENTE(I)/I
Eve 378 FASE NACIONAL I
Act 411 PRESENTACION Folios 57

FORMULARIO UNICO DE SOLICITUD DE PATENTE PCT ENTRADA EN FASE NACIONAL

1 SOLICITUD DE: ☒ Patente de Invención ☐ Patente de Modelo de Utilidad			
☒ Capítulo I ☐ Capítulo II			
2 SOLICITANTE (71)	Nombre: EXXONMOBIL UPSTREAM RESEARCH COMPANY Dirección: 3120 Buffalo, Speedway P O Box 2189, Houston, Texas 77252-2189, Estados Unidos de América Nacionalidad o Domicilio: Houston, Estado de Texas, Estados Unidos de América Lugar de Constitución: Estado de Delaware, Estados Unidos de América Teléfono: 3264270 Fax: 6069701 E-mail: jlcco@lloredacamacho.com		IDENTIFICACIÓN C C ☐ NIT ☐ C E ☐ Otro ☐ Cual _____ Número _____
3 REPRESENTANTE O APODERADO	Nombre: ALICIA LLOREDICAURTE Dirección: Calle 72 No 5-83 Piso 5°, Bogotá- Colombia Teléfono: 3264270 Fax: 6069701 E-mail: jlcco@lloredacamacho.com		C C ☒ NIT ☐ C E ☐ Otro ☐ Cual _____ Número: 39 690 713 TP 53 215
4 INVENTOR(ES) (72)	Nombre: HORNBOSTEL, Scott y LU, Xinyou Dirección: 4437 Clay Street, Houston, TX 77023 y 4028 Alexis Tate Circle, Missoun City, TX 77459. Nacionalidad o Domicilio: Estados Unidos de América		
5 PCT (86) Solicitud Internacional No <u>PCT/US2005/014143</u> Fecha <u>26/04/05</u> Publicación Internacional No <u>WO2005/117540 A2</u> Fecha <u>15/12/05</u>			
6 Título (54) ENFOQUE DE FILTRO KALMAN PARA PROCESAR DATOS ELECTROMAGNÉTICOS			
7 Clasificación Internacional (51) _____			
8 Prioridad SI ☒ NO ☐	(33) País de Origen US	(32) Fecha 01 06 04	(31) Número de Solicitud 60/576,201
9 Comprobante de Pago No. <u>06-89.471</u> Fecha: <u>21 de Noviembre de 2006</u>			

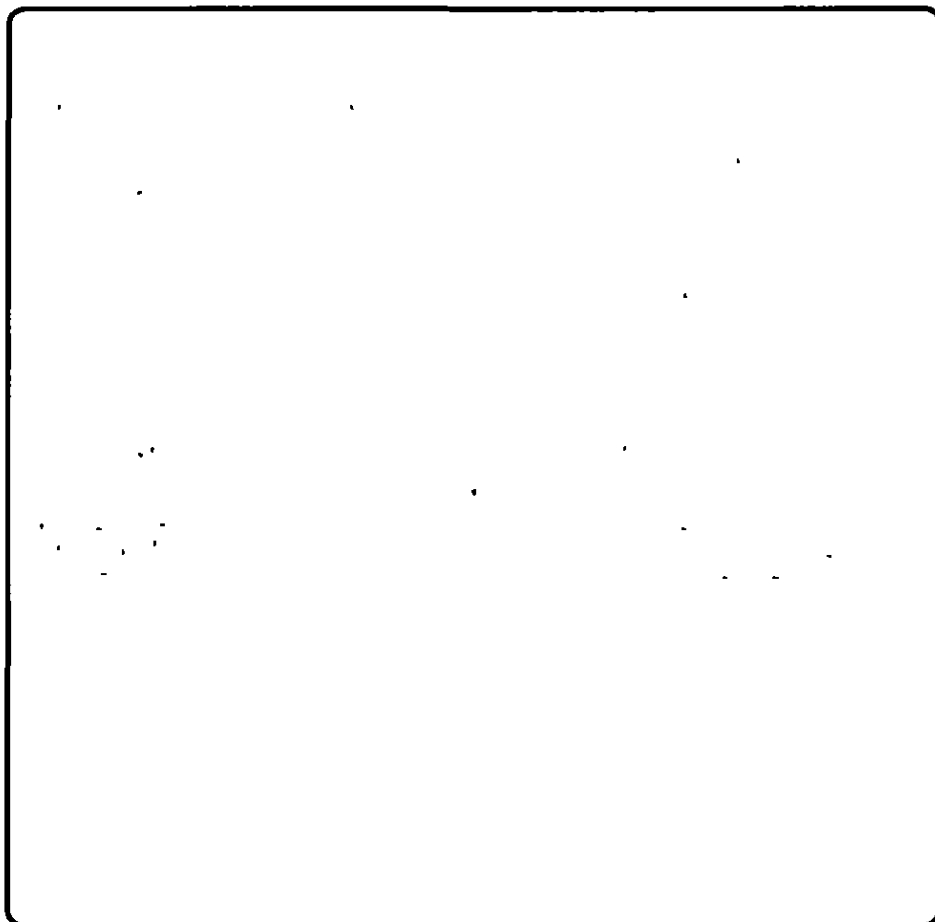
Sp1

10

ANEXOS

- ☒ Comprobante de pago de la tasa de presentación de la solicitud
- ☒ Documento que acredita la existencia y representación legal cuando el solicitante sea persona jurídica
- ☒ Documento de Representación Legal
- ☐ Documento de cesión del inventor al solicitante o a su causante
- ☐ Declaraciones
- ☐ Copia de la solicitud internacional (resumen, descripción, reivindicaciones, dibujos)
- ☒ Traducción de la solicitud internacional al castellano. (resumen, descripción, reivindicaciones y dibujos)
- ☐ Copia del examen preliminar internacional sobre patentabilidad
- ☐ Traducción del examen preliminar internacional sobre patentabilidad
- ☐ 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
- ☐ 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, relacionados parcial o totalmente con la invención de esta solicitud
- ☐ De ser el caso, modificaciones efectuadas a la solicitud internacional
- ☒ Otros: Reporte de Búsqueda Internacional con su traducción, Publicación con su traducción y Opinión escrita de la autoridad de la búsqueda internacional con su traducción

11 FIGURA CARACTERISTICA:



12

Solicito la concesión de la patente

NOMBRE

ALICIA FLOREDA RICAURTE

FIRMA

C.C 39.690.713 Usaquén T.P. 53 215

2

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
Rad: 06-122704-00000-0000
Fec 2006-12-06 08:30:56 Dep 2020 NUECREACIONES
Tra 11 PATENTEIYB
Eve 378 FASENACIONALI
Act 411 PRESENTACION Folio 57

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

NIT : 800176089-2

RECIBO OFICIAL DE CAJA : 06 - 89,471
FECHA : NOVIEMBRE 21 DE 2006

***** CONSIGNACION *****

DEPOSITANTE	TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PGO	Vr. PAGO
LLORCA Y CIA S. A	CONSIGNACION	BANCO POPULAR	050-00110-6	55643019	21/11/2006	6,793,200.00

***** CONCEPTO *****

CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	TOTAL CONCEPTO
1	50005-01-01	SOLICITUDES	1
		TRAMITES DE SOL. DE PATENTE DE IN	463,000.00
		TOTAL :	\$ 463,000.00

CUATROCIENTOS SESENTA Y TRES MIL PESOS.

RESPONSABLE : 

RECIBO DE CAJA APLICADO AL EXPEDIENTE No. _____

22

3

ANEXO

El documento que acredita la calidad de REPRESENTANTES LEGALES en Bogotá de los doctores ALICIA LLOREDA y/o GUSTAVO TAMAYO y/o IGNACIO SANTAMARIA y/o ENRIQUE ALVAREZ para TODOS LOS ASUNTOS RELACIONADOS CON LA PROPIEDAD INDUSTRIAL de la sociedad peticionaria, que faculta a cada uno de dichos abogados para actuar individualmente, se esta presentando con esta solicitud. En consecuencia, ruego a usted reconocer la personería de cada uno de dichos Representantes Legales para actuar dentro del presente expediente, a fin de que cualquiera de ellos pueda intervenir en cualquier tiempo respecto de la solicitud en él contenida.



ALICIA LLOREDA RICAURTE

T.P. No. 53.215

7

4

TRADUCCION OFICIAL No 2004-09-01-429
DE LAS PARTES PERTINENTES DE UN DOCUMENTO

PODER

Legalización de un Poder de Representación Legal, documento escrito en inglés y en español

Certificado Notarial (Sociedad)

Estados Unidos de América

Estado de Texas) ss

Condado de Harris)

En este día 18 de agosto de 2004, compareció personalmente Gary D. Lawson, a quien conozco y quien sé que es la persona que firmó el documento anterior, quien habiendo sido debidamente juramentada por mí declaró y dijo que él es el Subsecretario de **EXXONMOBIL UPSTREAM RESEARCH COMPANY**, la compañía nombrada ahí, una Corporación organizada y existente bajo las leyes del Estado de Delaware, Estados Unidos de América, domiciliada en la Ciudad de Houston, Condado de Harris, Estado de Texas, Estados Unidos de América, legalmente constituida por un periodo de tenencia que aún no ha expirado, que ejerce sus propósitos corporativos de acuerdo con las leyes del Estado de Delaware, Estados Unidos de América, que el declarante está autorizado por

COMO NOTARIO SE LO LE OYÓ EL CIRCULO
DE FRENTE PARA CONSTAR QUE LA
FIRMA ES LA DEL TITULAR
PABLO MENDEZ
NOTARIO

5

dicha Compañía para conferir este poder, que el sello colocado sobre él por el declarante en nombre de dicha Corporación es el sello corporativo de ella, y que los propósitos para los cuales se otorga este instrumento se incluyen dentro de los propósitos corporativos de la Compañía.

El suscrito Notario Público ha visto los artículos de incorporación de dicha Corporación ejecutados en Wilmington, Estado de Delaware, el 12 de noviembre de 1964, y por el presente certifica que bajo las leyes de dicho Estado el reconocimiento anterior es prueba suficiente de que los datos contenidos en el presente son verdaderos lo cual ella certifica

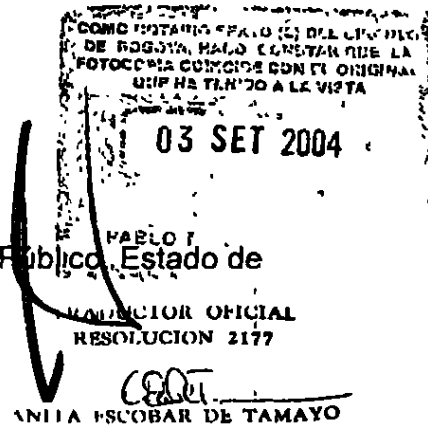
(Firma ilegible)

Margaret Gnewuch
Notario Público, Estado de Texas
Mi comisión expira el 20 de diciembre de 2005

. Estado de Texas
Secretario de Estado
APOSTILLA

(Convención de La Haya del 5 de octubre de 1961)

- 1 Pais Estados Unidos de América
- Este documento público
- 2 ha sido firmado por Margaret Gnewuch
- 3 actuando como Notario Público, Estado de Texas
- 4 lleva el sello/estampilla de Margaret Gnewuch, Notario Público, Estado de Texas, La Comisión Expira el 12-20-2005



CERTIFICADO

- | | | | |
|----|--------------------------------------|-----|-----------------------------|
| 5 | en Austin, Texas | 6. | el día 20 de agosto de 2004 |
| 7 | por el Secretario de Estado de Texas | | |
| 8. | Certificado No. N-422596 | | |
| 9 | Sello | 10. | Firma: (ilegible) |
| | El Estado de Texas | | Geoffrey S. Connor |
| | | | Secretario de Estado |

Traducido según mi mejor saber y entender, este día 1 de septiembre de 2004, en la ciudad de Bogotá, D C , por Anita Escobar de Tamayo, Traductora Oficial, Res 2177 de 1989, Ministerio de Justicia, República de Colombia.

TRADUCTORA OFICIAL
RESOLUCION 2177

Anita Escobar de Tamayo
ANITA ESCOBAR DE TAMAYO

COMO NOTARIO AGENCIA (2) DEL CÍRCULO
DE BOGOTÁ, HAGO CONSTAR QUE LA
FOTOCOPIA CONCORDA CON EL ORIGINAL
(HECHO TENIDO A LA VISTA)
03 SET 2004
PABLO E.

AB

MINISTERIO DE RELACIONES
EXTERIORES

Amir S. Camacho

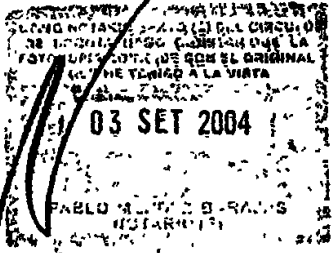
61226

CUYA FIRMA APARECE EN EL
DOCUMENTO DESEMPLEA
LAS FUNCIONES INDICADAS

NO SE ASUME
RESPONSABILIDAD DEL TEXTO

2004 SEP -2 A 11: 08

lls
JEFE DE LEGALIZACIONES
SANTAFE DE BOGOTA D.C.





The State of Texas

Secretary of State APOSTILLE

(Convention de La Haye du 5 Octobre 1961)

1. Country: United States of America

This public document

2. has been signed by MARGARET GNEWUCH

3. acting in the capacity of Notary Public, State of Texas

4. and bears the seal/stamp of MARGARET GNEWUCH, Notary Public, State of Texas, Commission Expires: 12-20-05

CERTIFIED

5. at Austin, Texas

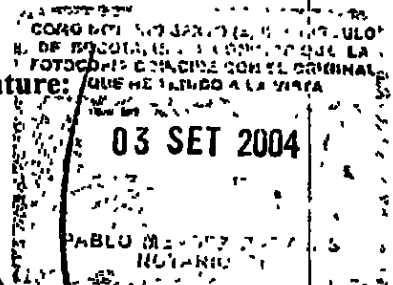
6. on August 20, 2004

7. by the Secretary of State of Texas

8. Certificate No. N-422596

9. Seal

10. Signature:



Geoffrey S. Connor
Secretary of State
ST/wn



Los abajo firmados, **EXXONMOBIL UPSTREAM RESEARCH COMPANY**, una sociedad organizada y existente de conformidad con las leyes del Estado de Delaware, Estados Unidos de América.

con domicilio en **3120 Buffalo, Speedway
P.O. Box 2189, Houston,
Texas 77252-2189,
Estados Unidos de América**

nombramos por el presente a **ALICIA LLOREDA y/o GUSTAVO TAMAYO y/o IGNACIO SANTAMARIA y/o ENRIQUE ALVAREZ**, domiciliados en Bogotá, Colombia, con oficinas en dicha ciudad, Calle 72 No 5-83, piso 6o, nuestros representantes legales y verdaderos en Bogotá, con facultades para recibir notificaciones y nombrar apoderados judiciales o extrajudiciales, con el fin de dar cumplimiento al parágrafo 1o del artículo 543 del decreto 410 de 1971

Los doctores **ALICIA LLOREDA y/o GUSTAVO TAMAYO y/o IGNACIO SANTAMARIA y/o ENRIQUE ALVAREZ**, o los apoderados que cualquiera de ellos designe, quedan especialmente facultados para representarnos ante las autoridades colombianas, administrativas, judiciales o de policía, en todos los trámites relativos a la propiedad industrial, a cuyo efecto les facultamos para dar ante dichas autoridades todos los pasos necesarios al objeto indicado; elevar solicitudes, declaraciones, reclamos, recursos y presentar desistimientos, formular descripciones, enmiendas, limitar el alcance de las solicitudes, presentar oposiciones y apelaciones; instaurar cancelaciones, renunciar total o parcialmente a los registros, abonar todos los impuestos y cuotas y efectuar todo otro pago determinado por la ley, recibir todos los documentos y valores, dando el descargo respectivo; llenar cualesquiera otros requisitos y tomar, en fin, todas las medidas que creyeran conducentes al resguardo de nuestros intereses, y en caso de producirse oposición, pasando los antecedentes a los tribunales, quedan facultados para tomar intervención como demandantes o demandados ante los jueces que sean competentes, pudiendo transar, someter a árbitros, desistir, percibir y apelar, con todas las demás facultades que resulten necesarias, y por el presente declaramos desde ahora válido y bueno cuanto dichos representantes y/o los apoderados que cualquiera de ellos nombre hicieren en nuestro beneficio

Asimismo, facultamos a los doctores **ALICIA LLOREDA y/o GUSTAVO TAMAYO y/o IGNACIO SANTAMARIA y/o ENRIQUE ALVAREZ**, para solicitar en la Oficina de Propiedad Industrial la protocolización de este documento y de cualquier poder que cualquiera de ellos otorgue a nombre nuestro

Dado y firmado

The undersigned, **EXXONMOBIL UPSTREAM RESEARCH COMPANY**, a corporation organized and existing under the laws of State of Delaware, United States of America.

domiciled at **3120 Buffalo, Speedway
P.O. Box 2189, Houston,
Texas 77252-2189,
United States of America**

hereby appoint, **ALICIA LLOREDA and/or GUSTAVO TAMAYO and/or IGNACIO SANTAMARIA and/or ENRIQUE ALVAREZ**, of Bogota, Colombia, with offices in said town, Calle 72 No 5-83, Sixth Floor, our true and legal representatives in Bogotá, with power to receive notifications and to appoint judicial or extrajudicial agents, so as to comply with paragraph 1o. of article 543 of decree 410 of 1971.

Doctors **ALICIA LLOREDA and/or GUSTAVO TAMAYO and/or IGNACIO SANTAMARIA and/or ENRIQUE ALVAREZ**, or the agents by any one of them appointed, are especially empowered to represent us before the administrative, judicial or police authorities of Colombia, in all proceedings pertaining to industrial property, for which purpose we authorize them to take before the said authorities all the necessary steps for the said end; to file petitions, declarations, claims, recourses and withdrawals, to draw up specifications; to file amendments, to limit the scope of applications, file oppositions, file cancellations total or partially waive registrations, to pay all instalments and effect all other payments prescribed by law, to receive proper receipts, to comply with all other requirements and, in short, to take all those measures which they may deem fit for the protection of our interests and in case of opposition, where the proceedings be passed over to the courts, we authorize said agents to act on our behalf, as complainants as well as defendants, before the competent judges, with full powers to make arrangements, to submit to arbitrators, to desist, to collect, to appeal and, in short, with all such further powers as may be required, and we hereby declare from now on as valid and good all that said representatives and/or the agents by any one of them appointed may do for our benefit

We also authorize doctors **ALICIA LLOREDA and/or GUSTAVO TAMAYO and/or IGNACIO SANTAMARIA and/or ENRIQUE ALVAREZ**, to apply for protocolization of this document and of any power of attorney by any one of them conferred in our name, before the Office of Industrial Property.

Given and signed this 18 day of August, 2004



Gary D. LAWSON, Assistant Secretary

NOTARIAL CERTIFICATE (CORPORATION)

United States of America

State of Texas {ss

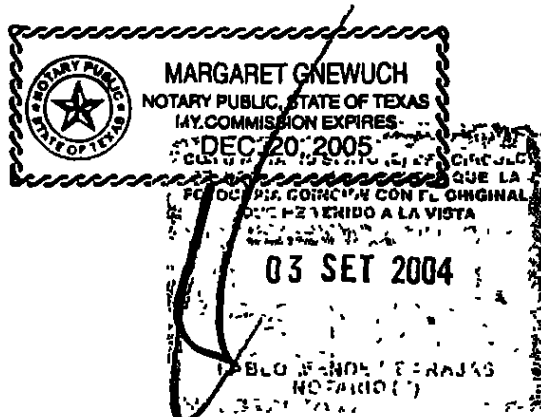
County of Harris

On this 18th day of August, 2004, personally
came Gary D. LAWSON,

to me known, and known to me to be the person who
signed the foregoing instrument, who being by me
duly sworn did depose and say that he is the
Assistant Secretary of EXXONMOBIL UPSTREAM
RESEARCH COMPANY, the company named within,
a Corporation organized and existing under the laws
of the State of Delaware, United States of America,
domiciled at the City of Houston, County of Harris,
State of Texas, United States of America and legally
constituted for a period of tenure not yet expired,
which exercises its corporate purposes according to
the laws of the State of Delaware, United States of
America; that the deponent is authorized by said
Company to confer this power of attorney, that the
seal affixed hereunto by the deponent in the name
and on behalf of said Corporation is the corporate
seal thereof; and that the purpose for which this
instrument is granted is included within the corporate
purposes of the Company

The undersigned Notary Public has seen the articles
of Incorporation of said Corporation executed at
Wilmington, State of Delaware, under date of
November 12, 1964, and hereby certifies that under
the laws of said State the foregoing acknowledgment
is sufficient proof that the facts therein contained are
true, which she attests.

Margaret Gnewuch



 Industria y Comercio SUPERINTENDENCIA		SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO DIVISION DE NUEVAS CREACIONES EXTRACTO PARA PUBLICACIÓN SOLICITUD DE PATENTE DE INVENCION PCT	
(21) N° de solicitud: 22) Fecha de solicitud. 06-12-06 (30) Prioridad (31) No. Prioridad 32) Fecha (33) País 60/576,201 01-06-04 US		(51) Int Cl (71) Solicitante(s) EXXONMOBIL UPSTREAM RESEARCH COMPANY (72) Inventor(es) HORNBOSTEL, Scott y LU, Xinyou (74) Apoderado: ALICIA LLOREDA RICAURTE	
(85) Fecha límite inicio fase nacional 01-01-07 (86) Datos relativos a la presentación de la solicitud PCT Fecha de presentación de la solicitud 26-04-05 No de solicitud PCT/US2005/014143		(87) Publicación internacional Fecha 15-12-05 N° publicación WO2005/117540 A2	
(54) Título. ENFOQUE DE FILTRO KALMAN PARA PROCESAR DATOS ELECTROMAGNÉTICOS			

Resumen - Reivindicación(es)

Reivindicación número 1.-

Un método para rastrear variaciones de amplitud y cambios de fase de una señal electromagnética periódica transmitida en datos con ruido detectados con el tiempo por al menos un receptor, dicha señal siendo transmitida a una frecuencia conocida, dicho método comprendiendo los pasos de

- (a) seleccionar un algoritmo de rastreo para rastrear una señal de frecuencia conocida,
- (b) dividir el tiempo de detección en intervalos dentro de cada uno de los cuales se asume que la señal detectada y dicho por lo menos un parámetro relacionado no varían,
- (c) estimar unos valores iniciales para la señal detectada y dicho por lo menos un parámetro relacionado y asignar estos valores al primer intervalo de tiempo,
- (d) estimar la proyección de la señal inicial y cada parámetro relacionado un intervalo hacia delante en el tiempo,
- (e) revisar los estimados iniciales del paso (d) usando los datos y el algoritmo de rastreo,
- (f) repetir los pasos (d)-(e) hasta que todos los datos sean procesados

10

TRATADO DE COOPERACION DE PATENTES
PCT
REPORTE DE BUSQUEDA INTERNACIONAL
(PCT Artículo 18 y Reglas 43 y 44)

Registro de referencia del solicitante o agente 2004UR022	PARA FUTURAS ACCIONES ver Forma PCT/ISA/220 así como, donde aplique, el ítem 5 a continuación	
Solicitud internacional No PCT/US05/14143	Fecha de registro internacional (día/mes/año) 26 de abril de 2005 (26 04 2005)	Fecha de Prioridad (Primera) (día/mes/año) 01 de junio de 2004 (01 06 2004)
Solicitante EXXONMOBIL UPSTREAM RESEARCH COMPANY		
Este Reporte de Búsqueda Internacional ha sido preparado por esta Autoridad de Búsqueda Internacional y es transmitido al solicitante Según el Artículo 18 Una copia será transmitida a la Oficina Internacional Este Reporte de Búsqueda Internacional consta de un total de <u>4</u> hojas ☒ También está acompañado de una copia de cada documento técnico anterior citado en este reporte		
1 Bases del reporte a Respecto al lenguaje, la búsqueda internacional se llevó a cabo según ☒ la solicitud internacional en el lenguaje en el cual se presentó, ☐ la traducción de la solicitud internacional en _____, el cual es el lenguaje de la traducción proporcionada para el propósito de la búsqueda internacional (Reglas 12.3 (a) y 23.1(b)) b ☐ Respecto a una secuencia de ácido nucleótido y/o amino revelado en la solicitud internacional, ver casilla I 2 ☐ Ciertas reivindicaciones no pudieron localizarse (Ver Recuadro II) 3 ☐ Falta unidad de invención (ver Recuadro III) 4 Respecto al título, 3 ☐ El texto es aprobado según lo presenta el solicitante ☐ Esta Autoridad ha establecido que el texto se lea así Favor ver siguiente hoja 5 Respecto al resumen, ☐ El texto es aprobado según lo presenta el solicitante ☒ Esta Autoridad ha establecido el texto de acuerdo con la Norma 38.2(b), según aparece en el Recuadro IV El solicitante puede, un mes después de la fecha de haber enviado por correo este reporte de búsqueda internacional, presentar comentarios a esta Autoridad 6 Respecto a los dibujos, a la figura de los dibujos que se publicará con el resumen es la Figura No <u>1</u> ☐ como lo sugirió el solicitante ☐ como lo sugirió la Autoridad, porque el solicitante no sugirió una figura ☒ como lo sugirió la autoridad, porque esta figura caracteriza mejor a la invención- b ☐ Ninguna de las figuras se publicara en el resumen		

REPORTE DE BUSQUEDA INTERNACIONAL

Solicitud internacional No.
PCT/US05/14143

Casilla IV TEXTO DEL RESUMEN (Continuación del ítem 5 de la primera hoja)

NUEVO RESUMEN

El método para rastrear señales electromagnéticas sinusoidales detectadas en datos sísmicos ruidosos usando un filtro kalman y otro algoritmo 34 de rastreo usado para rastrear las variaciones de amplitud de la señal y detectar los cambios de fase de la señal con el tiempo. El método es usado para inspección electromagnética de fuentes sísmicas controladas donde desviaciones mayores del receptor de la fuente sísmica puede ocasionar que la señal de la fuente sísmica decaiga significativamente y puede dificultar la recuperación del magneto telúrico u otro fondo electromagnético 31.

REPORTE DE BUSQUEDA INTERNACIONAL

Solicitud Internacional No
PCT/US05/14143

A CLASIFICACION DE MATERIA
IPC (7) G01V 3/02
USCL 702/002, 324/354

Según la Clasificación de Patentes Internacional (CPI) o según la clasificación nacional y la CPI

B CAMPOS BUSCADOS

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de símbolos de clasificación)

U.S., 702/002, 324/354

Documentación buscada fuera de documentación mínima hasta donde dichos documentos se incluyan en los campos buscados

EIC para publicaciones en filtros kalman usado en detección de señal en ambientes ruidosos

Base de datos electrónica consultada durante la búsqueda internacional (nombre de la base de datos y, donde sea práctico, buscar términos usados)
East para palabra clave y términos

C DOCUMENTOS CONSIDERADOS RELEVANTES

Categoría *	Citación de documento, con indicación, donde sea apropiado, de los textos relevantes	Relevante a la reivindicación No
A	US 6,603,313 B1 (SRNKA) 5 de agosto 2003 (05.08.2003), ver patente completa	1-11
A	US 6,914,433 B2 (WRIGHT et al.) 5 de julio 2005 (05 07 2005), ver patente completa	1-11
A	US 6,944,546 B2 (XIAO et al) 13 de septiembre 2005 (13.09 2005), ver patente completa	1-11
--/--		

☐ En el recuadro C se enumeran más documentos

☐ En el anexo se enumeran miembros de la familia de patentes

* Categorías especiales de documentos citados

'A' documento que define el estado general de la técnica el cual no se considera de relevancia

'E' documento anterior pero publicado en o después de la fecha de presentación internacional

'L' documento que puede arrojar dudas sobre reivindicaciones de prioridad o que se cita para establecer la fecha de publicación de otra citación u otra razón especial (según se especifica)

'O' documento que se refiere a una revelación oral, uso, exhibición u otros medios

'P' documento publicado antes de la fecha de presentación internacional pero después de la fecha de prioridad reivindicada

'T' documento posterior publicado después de la fecha de presentación internacional o fecha de prioridad y que no está en conflicto con la solicitud pero citado para entender el principio o teoría que sustenta la invención

'X' documento de relevancia particular, la invención reivindicada no puede considerarse nueva o no puede considerarse que comprende un paso inventivo cuando el documento se toma solo

'Y' documento de relevancia particular, la invención reivindicada no puede considerarse que comprende un paso inventivo cuando el documento se combina con uno o más documentos, siendo dicha combinación obvia para una persona experta en la técnica

'&' documento miembro de la misma familia de patentes

Fecha de la terminación real de la búsqueda internacional

31 de enero de 2006 (31 01 2006)

Fecha de envío por correo del reporte de búsqueda internacional

10 de febrero de 2006

Nombre y dirección de correo de ISA/US

Mail Stop PCT, Attn ISA/US
Commissioner for Patents
P O Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450
Facsimile No (571) 273-3201

Funcionario autorizado

Victor, J Taylor
Teléfono No 571 -272-1750

REPORTE DE BUSQUEDA INTERNACIONAL

Solicitud internacional No.
PCT/US05/14143

Continuación del Item 4 de la primera hoja
Examinador, título demasiado largo

Nuevo Título:
ENFOQUE DE FILTRO KALMAN PARA PROCESAR DATOS ELECTROMAGNÉTICOS

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

(PCT Article 18 and Rules 43 and 44)

Applicant's or agent's file reference 2004UR022	FOR FURTHER ACTION see Form PCT/ISA/220 as well as, where applicable, item 5 below	
International application No PCT/US05/14143	International filing date (day/month/year) 26 April 2005 (26 04 2005)	(Earliest) Priority Date (day/month/year) 01 June 2004 (01 06 2004)
Applicant EXXONMOBILE UPSTREAM RESEARCH COMPANY		

This international search report has been prepared by this International Searching Authority and is transmitted to the applicant according to Article 18. A copy is being transmitted to the International Bureau

This international search report consists of a total of 4 sheets.



It is also accompanied by a copy of each prior art document cited in this report.

1. Basis of the Report

a With regard to the language, the international search was carried out on the basis of



the international application in the language in which it was filed.



a translation of the international application into _____, which is the language of a translation furnished for the purposes of international search (Rules 12 3(a) and 23 1(b))

b ☐ With regard to any nucleotide and/or amino acid sequence disclosed in the international application, see Box No I.

2 ☐ Certain claims were found unsearchable (See Box No II)

3 ☐ Unity of invention is lacking (See Box No III)

4 With regard to the title,



the text is approved as submitted by the applicant



the text has been established by this Authority to read as follows

Please See Continuation Sheet

5 With regard to the abstract,



the text is approved as submitted by the applicant



the text has been established, according to Rule 38 2(b), by this Authority as it appears in Box No IV The applicant may, within one month from the date of mailing of this international search report, submit comments to this Authority

6 With regard to the drawings,

a the figure of the drawings to be published with the abstract is Figure No 1



as suggested by the applicant



as selected by this Authority, because the applicant failed to suggest a figure



as selected by this Authority, because this figure better characterizes the invention.

b. ☐ none of the figures is to be published with the abstract

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/US05/14143

Box IV TEXT OF THE ABSTRACT (Continuation of Item 5 of the first sheet)

NEW ABSTRACT

The method for tracking sinusoidal electromagnetic signals detected in noisy seismic data using a Kalman filter or other tracking algorithm 34 used to track signal the amplitude variations and detect the signal phase changes over time The method is used for controlled seismic source electromagnetic surveying where longer seismic source receiver offsets can cause the seismic source signal to decay significantly and be difficult to retrieve from the magneto telluric or other electromagnetic background 31

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/US05/14143

A CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC(7) G01V 3/02 US CL 702/002, 324/354 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) U.S. 702/002; 324/354 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched EIC for publications on Kalman filters used in signal detection in noisy environments Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EAST for key word and terms		
C DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No
A	US 6,603,313 B1 (SRNKA) 5 August 2003 (5 08 2003), see entire patent	1-11
A	US 6,914,433 B2 (WRIGHT et al) 5 July 2005 (5 07 2005), see entire patent	1-11
A	US 6,944,546 B2 (XIAO et al) 13 September 2005 (13 09 2005), see entire patent	1-11
☐ 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 application or patent 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 "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 31 January 2006 (31 01 2006)		Date of mailing of the international search report 10 FEB 2006
Name and mailing address of the ISA/US Mail Stop PCT, Attn ISA/US Commissioner for Patents P O Box 1430 Alexandria, Virginia 22313-1430 Facsimile No (571) 273-3201		Authorized officer Victor J. Taylor Telephone No 571-272-1750

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

76

28

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/US05/14143

Continuation of Item 4 of the first sheet
Examiner, Title is too long

New Title
Kalman Filter Approach To Processing Electromagnetic Data

(12) SOLICITUD INTERNACIONAL PUBLICADA SEGÚN EL TRATADO DE COOPERACION DE PATENTES (PCT)

(19) Organización Mundial de Propiedad Intelectual
Oficina Internacional



(43) Fecha de Publicación Internacional

15 de Diciembre de 2005 (15.12.2005)

PCT

(10) Número de Publicación Internacional

WO 2005/117540 A2

(51) Clasificación Internacional de Patentes⁷: no clasificado

(21) Número de Solicitud Internacional: PCT/US2005/014143

(22) Fecha de Registro Internacional: 26 de abril de 2005
(26.04 2005)

(25) Idioma de registro:

Inglés

(26) Idioma de Publicación:

Inglés

(30) Información de Prioridad:

60/576,201 01 de junio de 2004 (01 06 2004) US

(71) Solicitante (para todos los Estados designados, excepto US)
EXXONMOBIL UPSTREAM RESEARCH COMPANY
[US/US], P O Box 2189, Houston, TX 77252-2189 (US)

(72) Inventores : y

(75) Inventor/Solicitante (para US solamente) HORNBOSTEL,
Scott [US/US], 4437 Clay Street, Houston, TX 77023 (US) LU,
Xinyou [CN/US], 4028 Alexis Tate Circle, Missouri City, TX
77459 (US)

(74) Agentes: PLUMMER, J., Paul et al, ExxonMobil
Upstream Research Company, P O Box 2189, Houston,
TX 77252-2189 (US)

(81) Estados Designados (a menos que sea indicado de otra manera,
para toda clase de protección nacional requerida) AE, AG, AL, AM, AT, AU,
AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GE, GD, GE, GH, GM, GR, GU, HT, HU, ID, IL, IN, IS, JP,
KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN,
MW, MX, MY, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE,
SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU,
ZA, ZM, ZW

(84) Estados Designados (a menos que sea indicado de otra manera
para toda clase de protección regional requerida)
ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA,
SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), Eurasiática
(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM)

Europea (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),
OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)

Declaraciones bajo la Regla 4.17:

- en cuanto a la facultad del solicitante para aplicar y obtener una patente (Regla 4 17 (ii)) para las siguientes designaciones AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GR, GU, HT, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW, Patente ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), Patente Eurasiática (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), Patente Europea (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, GU, HT, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), Patente OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)

- relativo al derecho del solicitante de reivindicar la prioridad de la solicitud anterior (Regla 4 17 (iii)) para todas las siguientes designaciones

- relativo al derecho del solicitante de reivindicar la prioridad de la solicitud anterior (Regla 4 17 (iii)) para las siguientes designaciones US

- relativo a la calidad de inventor (Regla 4 17 (iv)) para Estados Unidos de América solamente

Publicado:

- Sin reporte de búsqueda internacional y para ser republicado al recibo de este reporte

Para los códigos de dos letras y otras abreviaturas, refiérase a "Las Notas Guías sobre Códigos y Abreviaturas" que aparecen al comienzo de cada emisión regular de la Gaceta PCT

(54) Título: MÉTODO PARA USAR UN ENFOQUE DE FILTRO KALMAN PARA PROCESAR DATOS ELECTROMAGNÉTICOS

(57) Resumen: Un método para rastrear una señal electromagnética sinusoidal en datos con ruido usando un filtro Kalman u otro algoritmo de rastreo. El método es útil para el levantamiento electromagnético con fuentes controladas en donde unas separaciones fuente-receptor más largas pueden causar que la señal de la fuente decaiga significativamente y sea difícil de recuperar a partir de ambientes magnetotélúncos u otros ambientes electromagnéticos

(19) World Intellectual Property
Organization
International Bureau



19

(43) International Publication Date
15 December 2005 (15.12.2005)

PCT

(10) International Publication Number
WO 2005/117540 A2

(51) International Patent Classification: Not classified

(21) International Application Number:
PCT/US2005/014143

(22) International Filing Date: 26 April 2005 (26.04.2005)

(25) Filing Language: English

(26) Publication Language: English

(30) Priority Data:
60/576,201 1 June 2004 (01.06.2004) US

(71) Applicant (for all designated States except US): EXXON-MOBIL UPSTREAM RESEARCH COMPANY [US/US], P.O. Box 2189, Houston, TX 77252-2189 (US).

(72) Inventors; and

(75) Inventors/Applicants (for US only): HORNBOSTEL, Scott [US/US], 4437 Clay Street, Houston, TX 77023 (US). LU, Xinyou [CN/US], 4028 Alexis Tate Circle, Missouri City, TX 77459 (US).

(74) Agents: PLUMMER, J., Paul et al., ExxonMobil Upstream Research Company, P.O. Box 2189, Houston, TX 77252-2189 (US).

(81) Designated States (unless otherwise indicated, for every kind of national protection available): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, 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, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)

Declarations under Rule 4.17:

- as to applicant's entitlement to apply for and be granted a patent (Rule 4.17(ii)) for the following designations AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW, ARIPO patent (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), Eurasian patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), European patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)
- as to the applicant's entitlement to claim the priority of the earlier application (Rule 4.17(iii)) for all designations
- as to the applicant's entitlement to claim the priority of the earlier application (Rule 4.17(iii)) for the following designation US
- of inventorship (Rule 4.17(iv)) for US only

Published:

- without international search report and to be republished upon receipt of that report

For two-letter codes and other abbreviations, refer to the "Guidance Notes on Codes and Abbreviations" appearing at the beginning of each regular issue of the PCT Gazette

(54) Title: METHOD FOR USING A KALMAN FILTER APPROACH TO PROCESS ELECTROMAGNETIC DATA

(57) Abstract: A method for tracking a sinusoidal electromagnetic signal in noisy data using a Kalman filter or other tracking algorithm. The method is useful for controlled source electromagnetic surveying where longer source-receiver offsets can cause the source signal to decay significantly and be difficult to retrieve from magnetotelluric or other electromagnetic background

WO 2005/117540 A2

TRATADO DE COOPERACION DE PATENTES

no

De la
AUTORIDAD DE BUSQUEDA INTERNACIONAL

Para:
J. PAUL PLUMMER
EXXONMOBIL UPSTREAM RESEARCH COMPANY
P.O Box 2189
HOUSTON, TX 77252-2189

PCT
OPINION ESCRITA DE LA
AUTORIDAD DE BUSQUEDA
INTERNACIONAL
(PCT Regla 43bis.1)

		Fecha de correo (día/mes/año) 10 de Febrero de 2006	
Registro de referencia del solicitante o agente 2004UR022		PARA FUTURAS ACCIONES Ver párrafo 2 a continuación	
Solicitud Internacional No PCT/US05/14143	Fecha de registro internacional (día/mes/año) 26 de Abril de 2005 (26.04.2005)	Fecha de prioridad (día/mes/año) 01 de Junio de 2004 (01.06.2004)	
Clasificación Internacional de Patentes (IPC) o clasificación nacional e IPC IPC(7): G ¹ V 3/02 y US CL.: 702/002; 324/354			
Solicitante EXXONMOBIL UPSTREAM RESEARCH COMPANY			
1. Esta opinión contiene indicaciones relacionadas con los siguientes ítems: ☒ Casilla No I Bases de la opinión ☐ Casilla No. II Prioridad ☐ Casilla No III No establecimiento de opinión respecto a novedad, nivel inventivo y aplicabilidad industrial ☐ Casilla No IV Falta de unidad de invención ☒ Casilla No V Afirmación razonada de conformidad con la Regla 43bis 1(a)(i) con respecto a novedad, nivel inventivo o aplicabilidad industrial, citas y explicaciones que sustentan dicha afirmación ☐ Casilla No VI Ciertos documentos citados ☐ Casilla No VII Ciertos defectos en la solicitud internacional ☐ Casilla No VIII Ciertas observaciones sobre la solicitud internacional 2. ACCIONES FUTURAS Si se hace una demanda para examen preliminar internacional, esta opinión generalmente será considerada como una opinión escrita de la Autoridad Examinadora Preliminar ("IPEA") Sin embargo, esto no aplica cuando el solicitante escoge una Autoridad diferente a ésta para que sea la IPEA y la IPEA escogida le ha notificado a la Oficina Internacional de conformidad con la Regla 66 1bis(b) que no se considerarán las opiniones escritas de esta Autoridad de Búsqueda Internacional Si esta opinión es, según se estipula anteriormente, considerada una opinión escrita de la IPEA, se invita al solicitante a presentar ante la IPEA una respuesta escrita junto, cuando sea apropiado, con modificaciones, antes de la fecha de expiración de tres meses desde la fecha de envío por correo de la Forma PCT/ISA/220 o antes de la fecha de expiración de 22 meses desde la fecha de prioridad, la que expire más tarde Para opciones futuras, ver la Forma PCT/ISA/220 3 Para detalles adicionales, ver las notas a la Forma PCT/ISA/220			
Nombre y dirección de correo de la ISA/US Mail Stop PCT, Attn. ISA/US Comisionado para Patentes P O Box 1450 Alexandria, Virginia 22313-1450 Fac No. (571) 273-3201		Fecha de finalización de esta opinión 30 de Enero de 2006 (30 01 2006)	Funcionario Autorizado Victor, J Taylor Teléfono No 571-272-1750

Forma PCT/ISA/237 (carátula) (Abril 2005)

82

OPINION ESCRITA DE LA
AUTORIDAD DE BUSQUEDA INTERNACIONAL

Solicitud Internacional No.
PCT/US05/14143

Casilla No. I Bases de esta opinión

1. Respecto al idioma, esta opinión se ha establecido con base en
 - ☒ La solicitud internacional en el idioma en el cual se presentó
 - ☐ Una traducción de la solicitud internacional al _____, que es el lenguaje de una traducción entregada para propósitos de la búsqueda internacional (Reglas 12 3(a) y 23.1(b)).
2. Respecto a cualquier nucleótido y/o secuencia aminoácida revelada en la solicitud internacional y necesaria para la invención reivindicada, esta opinión se ha establecido según
 - a tipo de material:
 - ☐ un listado de secuencia
 - ☐ tabla(s) relacionada con el listado de secuencia
 - b formato de material.
 - ☐ en formato escrito
 - ☐ en formato legible por computador
 - c. tiempo de presentación/suministro
 - ☐ contenido en la solicitud internacional según se registró
 - ☐ registrada junto con la solicitud internacional en formato legible por computador
 - ☐ proporcionada subsiguientemente a esta Autoridad para la búsqueda
- 3 ☐ Además, en el caso en que más de una versión o copia de un listado de secuencia y/o tabla relacionada con ello se haya registrado o proporcionado, las declaraciones requeridas de que la información en las copias subsiguientes o adicionales es idéntica a aquella en la solicitud según se presentó o no va más allá de la solicitud según se registró, según lo apropiado, fueron suministradas
- 4 Comentarios adicionales:

22

Casilla No. V Afirmación razonada bajo la Regla 43bis.1(a)(i) respecto a novedad, nivel inventivo o aplicabilidad industrial; citas y explicaciones que sustentan dicha afirmación

1 Declaración

Novedad (N)	Reivindicaciones	1-11	SI
	Reivindicaciones	Ninguna	NO
Nivel Inventivo (IS)	Reivindicaciones	1-11	SI
	Reivindicaciones	Ninguna	NO
Aplicabilidad Industrial (IA)	Reivindicaciones	1-11	SI
	Reivindicaciones	Ninguna	NO

2 Citaciones y explicaciones

Las reivindicaciones 1-11 cumplen con los criterios establecidos en el Artículo 33(2)-(3) del PCT, porque el arte previo no enseña o sugiere medianamente el sistema para modelar la resistividad geofísica con el algoritmo del filtro de Kalman para rastrear los cambios de amplitud y rastrear los cambios de fase usando vectores y haciendo ajuste de mínimos cuadrados para el desarrollo de la covarianza del ruido, para detectar las señales sísmicas encajadas.

Las reivindicaciones 1-11 cumplen con los criterios establecidos en el Artículo 33(4) del PCT, y por ende cumplen con el modelamiento para la covarianza del ruido y el rastreo de amplitud y cambios de fase en los datos sísmicos y proveen la aplicabilidad industrial dado que la materia objeto reivindicada puede ser hecha o usada en la industria

23

PATENT COOPERATION TREATY

From the
INTERNATIONAL SEARCHING AUTHORITY

To
J. PAUL PLUMMER
EXXONMOBIL UPSTREAM RESEARCH COMPANY
P.O. BOX 2189
HOUSTON, TX 77252-2189

PCT

WRITTEN OPINION OF THE
INTERNATIONAL SEARCHING AUTHORITY

(PCT Rule 43bis.1)

Date of mailing
(day/month/year) **10 FEB 2006**

Applicant's or agent's file reference

FOR FURTHER ACTION

See paragraph 2 below

2004UR022

International application No

International filing date (day/month/year)

Priority date (day/month/year)

PCT/US05/14143

26 April 2005 (26.04.2005)

01 June 2004 (01.06.2004)

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

IPC(7) G01V 3/02 and US Cl 702/002, 324/354

Applicant

EXXONMOBILE UPSTREAM RESEARCH COMPANY

1. This opinion contains indications relating to the following items.

- ☒ Box No I Basis of the opinion
- ☐ Box No II Priority
- ☐ Box No III Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability
- ☐ Box No IV Lack of unity of invention
- ☒ Box No V Reasoned statement under Rule 43bis 1(a)(i) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement
- ☐ Box No VI Certain documents cited
- ☐ Box No VII Certain defects in the international application
- ☐ Box No VIII Certain observations on the international application

2 FURTHER ACTION

If a demand for international preliminary examination is made, this opinion will be considered to be a written opinion of the International Preliminary Examining Authority ("IPEA") except that this does not apply where the applicant chooses an Authority other than this one to be the IPEA and the chosen IPEA has notified the International Bureau under Rule 66 1bis(b) that written opinions of this International Searching Authority will not be so considered

If this opinion is, as provided above, considered to be a written opinion of the IPEA, the applicant is invited to submit to the IPEA a written reply together, where appropriate, with amendments, before the expiration of 3 months from the date of mailing of Form PCT/ISA/220 or before the expiration of 22 months from the priority date, whichever expires later

For further options, see Form PCT/ISA/220

3 For further details, see notes to Form PCT/ISA/220.

Name and mailing address of the ISA/ US

Mail Stop PCT, Attn: ISA/US
Commissioner for Patents
P O Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450

Facsimile No (571) 273-3201

Date of completion of this
opinion

30 January 2006 (30.01.2006)

Authorized officer

Victor J Taylor

Telephone No 571-272-1750

Form PCT/ISA/237 (cover sheet) (April 2005)

WRITTEN OPINION OF THE
INTERNATIONAL SEARCHING AUTHORITY

International application No

PCT/US05/14143

Box No. I Basis of this opinion

- 1 With regard to the language, this opinion has been established on the basis of
- ☒ the international application in the language in which it was filed
- ☐ a translation of the international application into _____, which is the language of a translation furnished for the purposes of international search (Rules 12.3(a) and 23 1(b)).
- 2 With regard to any nucleotide and/or amino acid sequence disclosed in the international application and necessary to the claimed invention, this opinion has been established on the basis of
- a type of material
- ☐ a sequence listing
- ☐ table(s) related to the sequence listing
- b format of material
- ☐ on paper
- ☐ in electronic form
- c. time of filing/furnishing
- ☐ contained in the international application as filed
- ☐ filed together with the international application in electronic form
- ☐ furnished subsequently to this Authority for the purposes of search
- 3 ☐ In addition, in the case that more than one version or copy of a sequence listing and/or table(s) relating thereto has been filed or furnished, the required statements that the information in the subsequent or additional copies is identical to that in the application as filed or does not go beyond the application as filed, as appropriate, were furnished
- 4 Additional comments

WRITTEN OPINION OF THE
INTERNATIONAL SEARCHING AUTHORITY

International application No
PCT/US05/14143

Box No. V Reasoned statement under Rule 43 bis.1(a)(i) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

1 Statement

Novelty (N)

Claims 1-11 YES

Claims NONE NO

Inventive step (IS)

Claims 1-11 YES

Claims NONE NO

Industrial applicability (IA)

Claims 1-11 YES

Claims NONE NO

2. Citations and explanations:

Claims 1-11 meet the criteria set out in PCT Article 33(2)-(3), because the prior art does not teach or fairly suggest the system for geophysical resistivity modeling with the Kalman filter algorithm for tracking the amplitude changes and tracking the phase changes using vectors and fitting the least-squares to development of noise covariance to detect the embedded seismic signals

Claims 1-11 meet the criteria set out in PCT Article 33(4), and thus meet the modeling for the noise covariance and tracking of the amplitude and phase changes in the seismic data and provide the industrial applicability because the subject matter claimed can be made or used in industry

26

ENFOQUE DE FILTRO KALMAN
PARA PROCESAR DATOS ELECTROMAGNÉTICOS

RESUMEN, OBJETO Y FINALIDAD DE LA INVENCION

El método para rastrear señales electromagnéticas sinusoidales detectadas en datos sísmicos ruidosos usando un filtro kalman y otro algoritmo 34 de rastreo usado para rastrear las variaciones de amplitud de la señal y detectar los cambios de fase de la señal con el tiempo. El método es usado para inspección electromagnética de fuentes sísmicas controladas donde desviaciones mayores del receptor de la fuente sísmica puede ocasionar que la señal de la fuente sísmica decaiga significativamente y puede dificultar la recuperación del magneto telúrico u otro fondo electromagnético 31.

24

ENFOQUE DE FILTRO KALMAN
PARA PROCESAR DATOS ELECTROMAGNÉTICOS

Esta solicitud reclama el beneficio de la Solicitud de Patente Provisional de EE.UU. N° 60/576.201 consignada el 1° de junio de 2004.

CAMPO DE LA INVENCION

Esta invención se refiere en general al campo de la prospección geofísica y, de manera particular, a métodos electromagnéticos usados para explorar por hidrocarburos. Específicamente, la invención es un método para rastrear señales de fuentes electromagnéticas usadas en la prospección electromagnética con fuentes controladas, de tal modo que la señal pueda ser recuperada desde el ruido.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Los levantamientos geofísicos electromagnéticos con fuentes controladas ("CSEM" por sus siglas en inglés) usan fuentes activas (creadas por el hombre) para generar campos electromagnéticos para excitar la tierra, y despliegan instrumentos receptores sobre la superficie de la tierra, el lecho marino o en el interior de barrenos para medir los campos eléctricos y magnéticos resultantes, es decir, la respuesta de la tierra a la excitación de la fuente. La Figura 1 ilustra los elementos básicos de un levantamiento CSEM a distancia de la costa. Una embarcación remolca un transmisor CSEM sumergido 11 sobre un área del lecho submarino 13. Los campos eléctricos y magnéticos medidos por los receptores 12 son entonces analizados para determinar la resistividad eléctrica de las estructuras terrestres (formaciones bajo la superficie) por debajo de la superficie o el lecho marino. Esta tecnología ha sido aplicada para la exploración mineral en tierra, estudios tectónicos oceánicos y exploración de petróleo y recursos minerales a distancia de la costa.

Las señales de fuentes electromagnéticas activas pueden ser tratadas como una suma de señales sinusoidales (por ejemplo, una

28

señal de onda cuadrada compuesta por una frecuencia fundamental con armónicos impares). Un ejemplo de tal fuente es el dipolo eléctrico horizontal usado en muchos trabajos CSEM. A medida que la separación, es decir, la distancia entre tal fuente de dipolo 11 y los receptores 12 aumenta, la señal sinusoidal puede decaer significativamente. Además, las separaciones distantes son a menudo críticas para determinar estructuras de resistividad profunda de interés. Como resultado, existe la necesidad de obtener la mejor relación de señal a ruido posible para esta señal sinusoidal.

Los métodos de procesamiento típicos para mejorar el ruido de la señal para estos datos EM involucran fragmentar los datos en ventanas de tiempo sobre las cuales un análisis de Fourier o un método similar es usado para calcular la amplitud y fase de una o más componentes de frecuencia seleccionadas. Véase, por ejemplo, Constable y Cox, "Sondeo electromagnético marino con fuentes controladas, 2. El Experimento PEGASO", *Journal of Geophysical Research* 101, 5519-5530 (1996). Estas ventanas no pueden ser demasiado grandes debido a que la amplitud de la señal y la fase relativa pueden cambiar sustancialmente dentro de la ventana de análisis. Una ventanas pequeñas, sin embargo, permiten solamente una mejora mínima de la relación señal a ruido. Los métodos actuales requieren un compromiso entre estos dos extremos.

Otro problema con los métodos existentes es que no aprovechan las correlaciones de señales y ruido. Los ruidos magnetotelúricos ("MT") de baja frecuencia, en particular, son un problema significativo para la imagenología EM marina con fuentes activas, debido a que pueden disfrazarse como señal. (El ruido MT representa emisiones electromagnéticas desde fuentes naturales, no activas.) Las correlaciones entre diferentes detectores podrían ser usadas para ayudar a separar de estos ruidos las señales de fuentes activas. Otras correlaciones de señales y ruido (por ejemplo, correlaciones de señales sobre las

dos componentes horizontales) no son usadas de manera óptima en enfoques actuales.

El algoritmo de filtro Kalman tiene sus orígenes en problemas de determinación de posición en navegación y es particularmente adecuado para el tipo de problemas de rastreo (Kalman, 1960). Publicado originalmente por Kalman en *Trans. of the ASME - J. of Basic Engr.*, 35-45 (1960), se ha publicado mucho desde entonces sobre modificaciones y aplicaciones del filtro Kalman básico como lo resume, por ejemplo, Brown en *Introducción al Análisis de Señales Aleatorias y Filtración Kalman*, John Wiley & Sons, N.Y. (1983). Unas pocas de estas modificaciones son significativas para algunas realizaciones de la presente invención.

El filtro Kalman estándar opera en una dirección y filtra datos en esta secuencia de dirección (o tiempo). Por lo tanto solamente los datos previos influyen el resultado del filtro. Una modificación importante debida a Rauch y colaboradores proporciona un tratamiento óptimo que usa el registro de tiempo entero: Rauch, "Soluciones al problema de corrección lineal", *IEEE Trans. On Auto. Control*, AC-8, 371 (1963); y Rauch y colaboradores, "Estimados de probabilidad máxima de sistemas dinámicos lineales", *AIAA J.* 3, 1445 (1965). Szilag describe otra modificación algorítmica que permite que el filtro rastree señales sinusoidales de una frecuencia conocida; véase "Un algoritmo de predicción a corto plazo para servir la demanda de líneas principales", *The Bell System Technical Journal* 61, 67-96 (1982). Éste fue desarrollado para rastrear ciclos anuales en valores de carga de líneas principales telefónicas.

La Figura 2 es un diagrama de flujo que ilustra el algoritmo de Kalman. Se puede hacer referencia al tratado de Brown, página 200, para más detalles.

La Scala y colaboradores describen el uso de un filtro Kalman extendido conocido para rastrear una frecuencia que varía con el tiempo. ("Diseño de un rastreador de frecuencia de filtro Kalman extendido", *IEEE Transactions on Signal Processing* 44, N° 3, 739-

130

742 (Marzo 1996)). La formulación asume que la señal permanece constante en amplitud. El algoritmo Kalman particular usado apunta por lo tanto al rastreo de una señal de frecuencia desconocida, en donde la frecuencia puede experimentar cambios considerables. Lagunas y colaboradores describen un filtro Kalman extendido para rastrear sinusoides complejas en la presencia de ruido y cambios de frecuencia, tales como desviaciones Doppler. (High Order Learning in Temporal Referente Array Beamforming " Signal Proc. VI, Theories and Applications, Elsevier Sci. Pub. B.V., pp. 1085-1088 (1992)) Al igual que el método de La Scala, el algoritmo de Lagunas es diseñado para rastrear sinusoides de frecuencia desconocida. Ambos métodos serán por lo tanto sub-óptimos si son aplicados para rastrear una señal con frecuencia constante o casi constante. El método de Lagunas es capaz de rastrear también cambios de amplitud, a condición de que los cambios sean relativamente pequeños. Ninguna de las invenciones está dirigida a procesar datos de levantamientos electromagnéticos obtenidos usando una fuente electromagnética que transmite formas de onda conocidas a una frecuencia conocida. Existe la necesidad de un método para rastrear grandes variaciones de amplitud y pequeños cambios de fase acerca de una senoide conocida, usando grandes ventanas de los datos electromagnéticos o incluso todos ellos. La presente invención satisface esta necesidad.

SUMARIO DE LA INVENCION

En una realización, la invención es un método para rastrear variaciones de amplitud y cambios de fase de una señal electromagnética periódica transmitida en datos con ruido detectados con el tiempo por al menos un receptor, dicha señal siendo transmitida a una frecuencia conocida, dicho método comprendiendo los pasos de: (a) seleccionar un algoritmo de rastreo para rastrear una señal de frecuencia conocida; (b) dividir el tiempo de detección en intervalos dentro de cada uno de los cuales se asume que la señal detectada y dicho por lo

130

31

menos un parámetro relacionado no varían; (c) estimar unos valores iniciales para la señal detectada y dicho por lo menos un parámetro relacionado y asignar estos valores al primer intervalo de tiempo; (d) estimar la proyección de la señal inicial y cada parámetro relacionado un intervalo hacia adelante en el tiempo; (e) revisar los estimados iniciales del paso (d) usando los datos y el algoritmo de rastreo; y (f) repetir los pasos (d)-(e) hasta que todos los datos sean procesados.

En algunas realizaciones de la invención, el algoritmo de rastreo es un algoritmo Kalman, que involucra un vector de estado especificado por una ecuación de estado y una ecuación de medición. En algunas de esas realizaciones, el vector de estado tiene dos componentes, la amplitud de la señal y la señal de cuadratura. En otras realizaciones, particularmente útiles para situaciones en las cuales la señal experimenta grandes cantidades de atenuación, el vector de estado tiene dos componentes adicionales que pueden ser usadas para rastrear más fácilmente la señal: la tasa de cambio de la amplitud de la envolvente de la señal y la tasa de cambio de la fase relativa de la señal.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La presente invención y sus ventajas serán mejor comprendidas mediante referencia a la siguiente descripción detallada y los dibujos anexos, en los cuales:

la Fig. 1 ilustra la disposición de campo para un típico levantamiento electromagnético con fuentes controladas;

la Fig. 2 es un diagrama de flujo que muestra los pasos primarios en el algoritmo Kalman;

la Fig. 3 es un diagrama de flujo que muestra los pasos primarios de una realización del presente método inventivo usando el filtro Kalman como el algoritmo de rastreo;

la Fig. 4 es un diagrama de flujo de una realización más general de la presente invención; y

132

las Figs. 5-10 muestran los resultados del presente método inventivo con el algoritmo Kalman aplicado a datos de modelo con frecuencia de señal de 0,25 Hz y ruido aleatorio aditivo.

La invención será descrita en conexión con sus realizaciones preferidas. Sin embargo, en la medida de que la siguiente descripción detallada sea específica para una realización particular o un uso particular de la invención, está destinada a ser ilustrativa solamente, y no debe ser considerada como limitativa del alcance de la invención. Por el contrario, se tiene la intención de cubrir todas las alternativas, modificaciones y equivalentes que puedan ser incluidas dentro del espíritu y alcance de la invención, según lo definido por las reivindicaciones anexas.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS REALIZACIONES PREFERIDAS

La presente invención es un método para usar un filtro de rastreo, tal como el algoritmo Kalman, para rastrear una señal sinusoidal y recuperar la señal desde el ruido electromagnético. El enfoque de filtro Kalman descrito en la presente encara los problemas con los enfoques existentes discutidos previamente. Para comenzar, una gran porción del registro de datos puede ser usada para obtener un estimado en cada instante. Esto es importante debido a que los datos electromagnéticos pueden ser altamente correlacionados durante largos períodos de tiempo debido a la tasa lenta de cambio de fase con relación a una onda de seno de referencia. En otras palabras, la información en un momento particular proporciona información acerca de la señal mucho más tarde. El análisis de Fourier sobre ventanas de tiempo aisladas, por otra parte, no usa información alguna afuera de la ventana actual. En particular, las amplitudes y fases estimadas pueden ser discontinuas entre ventanas. El método Kalman puede también incorporar características de señal y ruido tales como: correlaciones de ruido entre detectores distantes (o diferentes componentes en el mismo detector), correlaciones de señal entre

132

33

componentes, cambios de amplitud de señal y ruido que varían con el tiempo, y efectos predecibles de la geología sobre los datos.

Con el fin de usar el filtro Kalman, el proceso debe ser expresado por medio de dos ecuaciones lineales: la ecuación de estado y la ecuación de medición. En casos que se ajustan a esta suposición, el algoritmo Kalman proporciona el estimado de señal óptima de mínimos cuadrados con su covarianza de error asociada. La suposición lineal será válida para la mayoría de las aplicaciones. Unos ejemplos en donde pudiera fallar incluyen ruido de medición que no es aditivo, por ejemplo algunos tipos de recorte o distorsión de señales o ruido multiplicativo. Similarmente, la ecuación de estado pudiera fallar la suposición de linealidad si, por ejemplo, la señal es totalmente impredecible de una muestra a la siguiente o si el sistema es casi inestable en donde el tamaño de la señal influencia la matriz de transición. Unas situaciones que son suavemente no lineales pueden ser aún modeladas usando expansiones u otras aproximaciones como se hace más adelante.

La ecuación de estado requerida contiene un vector de estado x_k que puede ser establecido de diversas maneras para el procesamiento de datos electromagnéticos. Por lo mínimo, x_k contendrá dos componentes. Éstas son la señal (por ejemplo, campo eléctrico horizontal en un lugar particular) y su señal de cuadratura correspondiente. La cuadratura es la señal después de un desplazamiento de fase de 90° . Para señales sinusoidales, la cuadratura es proporcional a la derivada de la señal. Se requieren dos componentes ya que una senoide es la solución de una ecuación diferencial de segundo orden. Unos pares de componentes adicionales serían necesarios para que cada señal sea estimada en cada localización de detector. Unas derivadas adicionales también pueden ser modeladas, si se desea, para cada señal estimada. Las derivadas adicionales son útiles, ya que las actualizaciones a una derivada proporcionan una corrección más suave al estimado de la señal.

SS

34

El filtro Kalman requiere la especificación de matrices de covarianza de ruido y covarianza de transmisión de señal. Las entradas de covarianza de ruido serían usadas, por ejemplo, para indicar el nivel de ruido y las correlaciones debidas al ruido MT. Las entradas de covarianza de transmisión de señal indican la tasa de ajuste requerido del filtro y cualquier correlación de señal entre componentes.

Después de que los parámetros del filtro son especificados, los datos pueden ser preprocesados antes de comenzar el algoritmo de filtro. Para comenzar, los datos pueden ser puestos a escala de tal modo que la porción de señal esperada tenga una amplitud relativamente plana. En otras palabras, las separaciones distantes son aumentadas progresivamente usando una predicción aproximada de la tasa de declinación de la señal con la separación. El algoritmo de filtro es solamente requerido para rastrear cambios a partir de esta tasa de declinación esperada, lo cual es más manejable que rastrear la rápida declinación de la amplitud con la separación. A medida que estos datos son aumentados progresivamente para balancear la señal, el ruido aleatorio también será aumentado progresivamente. Esto puede ser especificado en la matriz de covarianza de ruido de modo que se establezca en el algoritmo que los datos de separación distante tienen más ruido.

En otras realizaciones del método de la invención, los grandes cambios en amplitud son abordados modelando las tasas de declinación de la amplitud en vez de las amplitudes propiamente dichas. Las tasas de declinación (o elevación) pueden ser similares en amplitud incluso cuando la señal propiamente dicha varía en varios órdenes de magnitud.

Unas descargas de ruido o unos datos faltantes, pueden ser también identificados de tal modo que el filtro lleve una senoide a través de estas zonas sin requerir datos. El ruido de medición también puede ser ajustado para satisfacer el requerimiento de ruido blanco. Estos ajustes incluirían filtros

35

35

igualadores, métodos de corte de DC, filtros para remover el ruido armónico (si no es tratado como una señal), y modelado del ruido coloreado usando una o más variables de estado separadas.

Para una señal de onda cuadrada típica, hay armónicos impares además de la frecuencia fundamental nominal. Estos armónicos pueden ser removidos por filtración (usando filtros de paso de banda) y procesados como señales separadas o pueden ser modelados simultáneamente con la fundamental. El modelado simultáneo tendría sentido si se espera que los ajustes de señales armónicas estén correlacionados con los ajustes de la señal fundamental.

Después de la especificación del modelo y el preprocesado, el algoritmo de filtro Kalman puede ser usado para determinar las componentes del vector de estado como una función del tiempo y las barras de error de estimación asociadas. Este estimado óptimo puede ser entonces usado en una interpretación electromagnética ulterior por comparación con modelos paramétricos o usándolo como una entrada a una inversión para estructura de resistividad como se enseña en la Patente de EE.UU. 6.603.313 de Srnka.

La Figura 3 muestra los pasos primarios en una realización de la presente invención. En esta realización, el filtro Kalman rastrea los cambios de amplitud y fase de una señal electromagnética recibida como una función del tiempo. En la discusión que sigue, se asume que la fuente y/o el receptor se están moviendo y así la separación fuente a receptor está cambiando como una función del tiempo (como en la Figura 1, la cual ilustra una fuente en movimiento). La presente invención puede igualmente ser aplicada a una fuente y unos receptores estacionarios, aún cuando ésta no es una forma eficiente para conducir un levantamiento CSEM.

Los aumentos en la separación fuente a receptor conducen a una atenuación sustancial de la señal recibida. Éste es un problema potencial para un algoritmo de rastreo ya que la señal esperada y las correcciones a la misma pueden variar en varios

órdenes de magnitud. En el paso 31 de la Fig. 3, ciertos pasos preliminares son realizados para preparar los datos medidos por los receptores. Uno de tales pasos aborda el problema de la amplia variación en la señal sobre el intervalo de separación usado en el levantamiento.

Existen por lo menos dos formas para abordar este problema. En un enfoque, los datos pueden ser puestos previamente a escala para compensar las típicas tasas de declinación de la amplitud con la separación. Unos resultados modelo que cubren un intervalo de conductividades esperadas deben ser consultados para determinar esta declinación de la amplitud. Después de la puesta a escala, la tarea del filtro es simplificada ya que solamente se están rastreando variaciones de este caso de línea de base y el tamaño de las correcciones es relativamente constante.

En un enfoque alternativo para el asunto de la variación de la amplitud, unas variables de estado que corresponden a las tasas de cambio de amplitud y fase son añadidas. Estas tasas son más fáciles de modelar ya que son relativamente constantes en valor para amplitudes que están declinando o elevándose exponencialmente. Otros enfoques al problema de amplitud pueden ser imaginados, incluyendo no hacer nada acerca de la variación de la amplitud, y se tiene la intención que todos ellos estén dentro del alcance de la presente invención.

También en el paso 31, el ruido esperado en la matriz de covarianza de ruido (discutida más adelante) es especificado preferiblemente de tal modo que el algoritmo pueda usar de manera óptima varias calidades de datos. Por ejemplo, puede haber descargas aleatorias de ruido (breves ruidos de amplitud elevada). Éstas pueden ser señaladas en el preprocesamiento de modo que el filtro Kalman pueda llevar las sinusoides de la señal a través de estas zonas sin usar los datos.

Otro paso deseable de preprocesamiento involucra la filtración de frecuencia para balancear el espectro de ruido de modo que la suposición de ruido blanco aditivo sea exacta. Esto

32

puede involucrar típicamente la reducción progresiva de las componentes de frecuencia muy baja (es decir, inferior a la frecuencia de señal fundamental) ya que el ruido MT ambiental tiende a ser el mayor a estas frecuencias.. Además, los datos pueden ser tratados con filtro de paso bajo para remover los ruidos de frecuencia superior y para permitir el remuestreo a un intervalo mayor de muestras. El remuestreo mejora los requerimientos de computación del algoritmo.

Una señal de fuente de onda cuadrada típica incluirá los armónicos impares además de la frecuencia fundamental nominal. Estos armónicos pueden ser removidos por filtración (usando filtros de paso de banda o de escalonamiento) y procesados como señales separadas o pueden ser modelados simultáneamente con la fundamental. El modelado simultáneo puede ser preferido si se espera que los ajustes de señal de armónicos estén correlacionados con los ajustes de señal fundamental.

Resumiendo, en el paso 31, diversas técnicas de preparación de datos, incluyendo aquéllas descritas anteriormente, son usadas en realizaciones preferidas de la invención, pero ninguna de ellas es crítica para la invención.

En el paso 32 de la Fig. 3, el filtro Kalman es dispuesto para la aplicación. En otras realizaciones de la invención, unos algoritmos de rastreo diferentes al filtro Kalman pueden ser usados. La Fig. 4 muestra los pasos básicos que son efectuados por tal realización más genérica de la invención. En el paso 41, unos estimados iniciales de la señal y parámetros asociados son introducidos al algoritmo. Típicamente, estos valores iniciales tiempo-muestra incluirían la señal de interés y su derivada. Estos valores iniciales pueden ser determinados a partir de datos de separación cercana con alta relación de señal a ruido. Alternativamente, una conjetura inicial arbitraria puede ser usada bajo la suposición de que el algoritmo convergirá rápidamente sobre valores correctos. En el paso 42, éstos son proyectados hacia adelante una muestra usando, por ejemplo, la

32

matriz de rotación discutida más adelante en conexión con el filtro Kalman. En el paso 43, la nueva muestra es ajustada en base a los datos medidos y los datos específicos del algoritmo de rastreo particular. El paso 44 concluye un ciclo de la espira, el cual es repetido hasta que se agotan los datos, es decir, hasta que la señal ha sido proyectada hacia adelante por el período de tiempo para el cual los datos fueron recopilados. Esta explicación es breve debido a que los detalles adicionales que siguen en conexión con el filtro Kalman también se aplicarán al algoritmo genérico.

El filtro Kalman es la solución preferida para una formulación estado-espacio del problema de rastreo de señales electromagnéticas. Esta formulación tiene dos ecuaciones de matriz: la ecuación de "estado" y la ecuación de "medición". La ecuación de estado es:

$$x_{k+1} = \Phi_k x_k + w_k \quad (1)$$

en donde x_k es el vector de estado en la muestra k , Φ_k es la matriz de transición de estado, y w_k es la función de forzamiento de estado. La escala de tiempo es dividida en intervalos finitos, y la medición por cada receptor es convertida en un solo número (llamado z_k en la ecuación de medición más adelante) para cada intervalo de tiempo. La muestra k de datos se refiere a la salida digitalizada para el intervalo de tiempo k ésimo, en donde k es un índice entero que denota intervalos de tiempo secuenciales. La función de forzamiento es una secuencia blanca que representa las diferencias en la siguiente muestra de vector de estado con respecto a lo que sería predicho de otro modo por la matriz de transición aplicada a la muestra actual. La matriz de transición proporciona el vector de estado predicho en la siguiente muestra en ausencia de cualquier innovación (en donde w_k es cero). El método de Szilag fue adaptado para modelar una señal de oscilación. Szilag usó un vector de estado de dos elementos con componentes para la señal de oscilación y su señal de cuadratura (proporcional a la derivada). Unas componentes adicionales

pueden ser usadas para modelar derivadas adicionales de la señal en otras realizaciones de la invención. Para el caso de dos componentes, la matriz de transición que produciría una oscilación a la frecuencia f es proporcionada por

$$\Phi = \begin{pmatrix} \cos 2\pi fT & \sin 2\pi fT \\ -\sin 2\pi fT & \cos 2\pi fT \end{pmatrix} \quad (2)$$

en donde f es la frecuencia de la señal y T es el intervalo de muestreo.

En una realización preferida de la invención, esta simple formulación es expandida para rastrear en cambio la amplitud y la fase relativa, ya que la amplitud y la fase relativa cambiarán gradualmente con el tiempo (separación) para el problema CSEM típico. Esta formulación usa un vector de estado de cuatro componentes:

$$x = [x_s \quad x_q \quad \Delta A \quad v]; \quad (3)$$

en donde x_s es la señal de oscilación, x_q es la señal de cuadratura, ΔA es la tasa de cambio de la amplitud de la envolvente de la señal, y v es la tasa de cambio de la fase relativa de la señal (es decir, el desplazamiento de frecuencia). Ya que la amplitud y la fase no están relacionadas linealmente con la señal, una linearización por corrección pequeña de la ecuación de estado es implementada en una realización de la invención. Debido a que se espera que las variaciones en v y ΔA sean pequeñas, se puede esperar que la suposición lineal sea válida.

Este proceso de linearización es comenzado estimando los valores de x_s y x_q para la muestra $(k + 1)$ dados los valores en la muestra k para los cuatro elementos del vector de estado. Si no hay cambios en amplitud o fase relativa, la simple matriz de rotación Φ de la Ecuación (2) proporciona los valores proyectados de x_s y x_q en la siguiente muestra:

$$\begin{aligned} x_s(k + 1) &= C \cdot x_s(k) + S \cdot x_q(k), \text{ y} \\ x_q(k + 1) &= -S \cdot x_s(k) + C \cdot x_q(k), \end{aligned} \quad (4)$$

en donde:

$$C = \cos 2\pi fT, \text{ y} \quad (5)$$

$$S = \sen 2\pi fT.$$

En esta realización de la invención, se asume a continuación que la amplitud (envolvente de la señal) aumenta a una tasa de ΔA por segundo. En otras palabras, la amplitud es multiplicada por $(1 + T \cdot \Delta A)$ al pasar a la siguiente muestra. Esto le ocurrirá a la envolvente de la señal si tanto x_s como x_q son llevados a escala por este factor:

$$x_s(k+1) = (1 + T \cdot \Delta A) \cdot (C \cdot x_s(k) + S \cdot x_q(k)), \text{ y} \quad (6)$$

$$x_q(k+1) = (1 + T \cdot \Delta A) \cdot (-S \cdot x_s(k) + C \cdot x_q(k)).$$

A continuación, se considera un pequeño cambio de fase relativa que ocurre a una tasa de ν radianes/segundo. Esto causaría un desplazamiento de fase de νT cuando se pasa a la siguiente muestra. Esto puede ser incorporado en la ecuación de estado modificando las sinusoides de rotación de las ecuaciones (5) como sigue:

$$\hat{C} = \cos(2\pi fT + \nu T), \text{ y} \quad (7)$$

$$\hat{S} = \sen(2\pi fT + \nu T).$$

Con el fin de linearizar esto, se usa el hecho de que $\nu T \ll 1$ para reescribir la Ecuación (7) como:

$$\hat{C} = \cos 2\pi fT - \nu T \sen 2\pi fT, \text{ y} \quad (8)$$

$$\hat{S} = \sen 2\pi fT + \nu T \cos 2\pi fT.$$

Combinando las ecuaciones (6) y (8) y manteniendo solamente las correcciones de primer orden se produce la ecuación de estado modificada:

$$x_{k+1} = \Phi_k x_k + w_k \quad (9)$$

en donde

$$x = [x_s \quad x_q \quad \Delta A \quad \nu]^T, \quad (10)$$

$$\Phi = \begin{pmatrix} C & S & T(Cx_s + Sx_q) & T(-Sx_s + Cx_q) \\ -S & C & T(-Sx_s + Cx_q) & T(-Cx_s - Sx_q) \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}, \text{ y}$$

$$w = [0 \quad 0 \quad w_{\Delta A} \quad w_v]'$$

Se puede notar que los cambios desde una senoide de amplitud constante ocurren solamente a través de los elementos ΔA y v ya que solamente a estos elementos es w_k diferente de cero.

La matriz de covarianza asociada con w_k también debe ser especificada. Éste es el medio para controlar la tasa de adaptación del filtro: una gran covarianza en w_k significa que se requieren cambios más grandes en ΔA y v . Cuando diversas componentes de datos están siendo modeladas, las correlaciones de señal pueden ser indicadas por los elementos fuera de la diagonal en la matriz de covarianza de estado.

Otras modificaciones a la ecuación de estado también son posibles. Por lo mínimo, x_k contendrá dos componentes. Éstas serían la señal (por ejemplo, el campo eléctrico horizontal en un lugar particular) y su señal de cuadratura correspondiente (proporcional a la derivada). Dos componentes adicionales fueron usadas anteriormente para modelar los cambios de amplitud y fase. Unas componentes adicionales serían necesarias para que cada señal fuera estimada en cada localización de detector. Unas derivadas adicionales también pueden ser modeladas, si se desea, para cada señal estimada. Las derivadas adicionales pueden ser útiles, ya que las actualizaciones a una derivada proporcionan una corrección más suave al estimado de la señal.

La ecuación de medición para el filtro Kalman en la realización antes descrita es proporcionada por

$$z_k = H_k x_k + v_k \tag{11}$$

en donde z_k son los datos medidos en la muestra k , $H = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}'$ es la matriz de medición que selecciona x_1 en el vector de estado, y v_k es el ruido de medición. El algoritmo de Kalman trabaja bien para el ruido que es blanco, o aproximadamente blanco. Si el ruido es de banda angosta, por ejemplo sinusoidal, puede ser modelado como una componente de señal separada y removido. La matriz de covarianza asociada para v_k proporciona

47

la varianza y correlación de ruido esperada. La varianza puede variar en el tiempo como ocurriría cuando se trabaja con datos a escala (es decir, el ruido cambiaría exponencialmente para datos puestos a escala exponencialmente). Las zonas particularmente ruidosas también podrían ser especificadas con grandes varianzas para minimizar los efectos de las descargas de ruido. La matriz de covarianza para v_k es también el lugar en donde se incluiría información sobre el ruido correlacionado para el caso de componentes múltiples. Esto sería de ayuda, por ejemplo, cuando un detector distante contiene información sobre ruido MT.

Concluyendo la discusión del paso 32 de la Fig. 3, se puede observar que el enfoque de filtro Kalman descrito en la presente encara los problemas indicados anteriormente en la sección de Antecedentes. Para comenzar, una gran ventana de datos efectivos puede ser usada para obtener un estimado en cada instante. Esto es importante debido a que los datos electromagnéticos pueden ser altamente correlacionados por largos períodos de tiempo debido a la tasa lenta de cambio de fase con relación a una onda de seno de referencia. En otras palabras, la información en un momento particular proporciona información acerca de la señal mucho más tarde. El análisis de Fourier sobre ventanas de tiempo aisladas, por otra parte, no usa información alguna afuera de la ventana actual. En particular, las amplitudes y fases estimadas pueden ser discontinuas entre ventanas. El método Kalman puede también incorporar características de señal y ruido tales como las siguientes: correlaciones de ruido entre detectores distantes (o diferentes componentes en el mismo detector), correlaciones de señal entre componentes, cambios de amplitud de señal y ruido que varían con el tiempo, y efectos predecibles de la geología sobre los datos.

En el paso 33 de la Fig. 3, la ecuación de estado, la ecuación de medición y las matrices de covarianza asociadas son usadas para aplicar el filtro Kalman en la forma indicada en la Fig. 2. El filtro Kalman opera normalmente en una dirección.

Existen por lo menos dos formas de usar la información hacia delante de la muestra actual, es decir, datos medidos posteriormente en el tiempo. Una opción es comenzar hasta cierto punto en los datos y operar hacia atrás para obtener un estimado inicial para la operación hacia delante. Otra opción es emplear las modificaciones de filtro de Rauch y colaboradores previamente mencionadas, que incluyen todos los datos hacia delante de la muestra actual. El enfoque de Rauch tiene problemas con la ecuación de estado modificada (9) y (10) debido a la dependencia de los datos de la matriz de transición Φ .

La salida del filtro Kalman serán los valores de vector de estado óptimos (error cuadrado promedio mínimo) y las matrices de covarianza de error de señal asociadas (barras de error). Un algoritmo de rastreo diferente pudiera usar un criterio diferente de minimización de errores.

Se puede hacer referencia nuevamente a la Fig. 2 para un resumen de la forma en que el filtro Kalman trabaja en el presente método inventivo. En el paso 21, unos valores iniciales son estimados para el vector de estado y su covarianza en alguna muestra de tiempo. En el paso 22, el algoritmo Kalman calcula la ganancia Kalman K_k evaluando la ecuación mostrada. La ganancia Kalman especifica cómo modificar los datos medidos con el fin de fusionarlos mejor con la conjetura del vector de estado. Esta fusión de datos es realizada en el paso 23. En el paso 24, la covarianza de error para el nuevo estimado es evaluada. Finalmente, en el paso 25, el nuevo estimado es usado para proyectar hacia delante en el tiempo a la siguiente muestra, y el proceso es repetido. Cuando cada muestra es procesada, la solución de mínimos cuadrados para esa muestra es determinada en ese momento por evaluación directa de las ecuaciones en el proceso de solución. Las ecuaciones de estado y medición especifican la forma en que el estado del sistema progresa y la forma en que las mediciones se relacionan con el estado del sistema. Las matrices de covarianza Q_k y R_k en la Fig. 2

corresponden a las cantidades w_k y r_k en las ecuaciones de estado y medición. Los valores para Q_k son típicamente determinados por tanteo; determinan cuán rápidamente reacciona el filtro a los cambios en los datos. Los valores de R_k son determinados a partir de la varianza de ruido (valor esperado del cuadrado del ruido) y covarianza (correlaciones entre componentes de ruido, si es necesario). Además de la mejor solución de mínimos cuadrados para el vector de estado x_k , el algoritmo Kalman también proporciona la covarianza de error relacionada para esta solución. Por supuesto, la naturaleza óptima de tal solución depende de la especificación precisa de la ecuación de estado y la ecuación de medición, incluyendo las matrices de covarianza requeridas para los ruidos de estado y medición.

El estimado óptimo del vector de estado puede ser usado de varias maneras durante la fase de interpretación (Paso 34 de la Fig. 3). Por ejemplo, el estimado de la señal x_s puede ser comparado con modelos paramétricos para seleccionar entre varias estructuras modeladas de resistividad. Alternativamente, x_s puede ser usada como una entrada a una inversión para estructura de resistividad. ΔA y v podrían ser también usadas en vez de x_s en estudios paramétricos o inversión.

Otro enfoque de interpretación es el uso de ΔA y v en una inversión 1D o 2D "rápida". En tal realización, estos elementos de vector de estado son bloqueados para proporcionar funciones de amplitud exponencial en pedazos que corresponderían a capas individuales en una geología simplificada.

Ejemplo

Un ejemplo con datos modelados de dipolo eléctrico horizontal es ilustrado en las Figuras 5 a 10. La Figura 5 muestra los datos modelados con ruido aleatorio aditivo. La frecuencia de la señal es 0,25 Hz y decae bastante exponencialmente desde la posición de tiempo cero. El ruido aditivo es tomado del ruido magnetoteléurico ambiental registrado. La Figura 6 ilustra una ampliación de estos datos de entrada con ruido (señal inicial más

ruido aditivo) 61 a aproximadamente 5000 segundos. En la misma figura se traza la porción de señal libre de ruido 62 de los datos del modelo y un estimado 63 de la señal, efectuado usando el método de la presente invención. El estimado 63 es casi igual a la señal libre de ruido 62, y difícil de distinguir de la misma en la Fig. 6. Esta estrecha similitud es una medida del éxito del presente método inventivo, debido a que el método no "conoce" la señal modelo. Se le proporcionan solamente los datos con ruido como entrada pero es capaz de recuperar la porción de señal. La realización de la presente invención que fue usada en este ejemplo emplea el filtro Kalman como el algoritmo de rastreo, y de otro modo es la que se describió anteriormente como preferida. La separación que corresponde a la porción representada en la Fig. 6 es aproximadamente 4000 m.

La Figura 7 muestra la tasa de cambio de amplitud ΔA de la señal libre de ruido (línea sólida 71) y el valor estimado de ΔA (línea dentada 72) obtenido por el filtro Kalman usando los datos con ruido. Se puede notar que la calidad de este estimado es mejor en las porciones centrales de los datos en donde la fuerza de la señal es la mayor.

La Figura 8 muestra la tasa de cambio de fase relativa v de la señal libre de ruido (línea sólida 81) y el valor estimado de v (línea dentada 82) obtenido por el filtro Kalman usando los datos con ruido. Nuevamente, la calidad de este estimado es mejor en las porciones centrales de los datos en donde la fuerza de la señal es la mayor.

La Fig. 9 ilustra la amplitud de la señal de los datos de entrada libres de ruido (curva sólida 91) comparada con el estimado Kalman (curva de guiones 92). El gráfico semilogarítmico muestra el cambio de más de tres órdenes de magnitud en la fuerza de la señal. La Figura 10 muestra una comparación de fase relativa similar de la señal de entrada 101 versus el estimado Kalman 102.

.La descripción precedente está dirigida a unas realizaciones particulares de la presente invención con el fin de ilustrarla. Será evidente, sin embargo, para aquéllos versados en el arte, que muchas modificaciones y variaciones a las realizaciones descritas en la presente son posibles. Se tiene la intención de que todas esas modificaciones y variaciones estén dentro del alcance de la presente invención, según lo definido por las reivindicaciones anexas.

REIVINDICACIONES

1. Un método para rastrear variaciones de amplitud y cambios de fase de una señal electromagnética periódica transmitida en datos con ruido detectados con el tiempo por al menos un receptor, dicha señal siendo transmitida a una frecuencia conocida, dicho método comprendiendo los pasos de:

(a) seleccionar un algoritmo de rastreo para rastrear una señal de frecuencia conocida;

(b) dividir el tiempo de detección en intervalos dentro de cada uno de los cuales se asume que la señal detectada y dicho por lo menos un parámetro relacionado no varían;

(c) estimar unos valores iniciales para la señal detectada y dicho por lo menos un parámetro relacionado y asignar estos valores al primer intervalo de tiempo;

(d) estimar la proyección de la señal inicial y cada parámetro relacionado un intervalo hacia delante en el tiempo;

(e) revisar los estimados iniciales del paso (d) usando los datos y el algoritmo de rastreo;

(f) repetir los pasos (d)-(e) hasta que todos los datos sean procesados.

2. El método de la reivindicación 1, en el cual el algoritmo de rastreo es un algoritmo Kalman que involucra un vector de estado especificado por una ecuación de estado y una ecuación de medición, dicho vector de estado teniendo por lo menos los siguientes dos componentes: la amplitud de la señal detectada y dicho por lo menos un parámetro relacionado seleccionado.

3. El método de la reivindicación 2, en el cual el vector de estado tiene dos componentes y dicho por lo menos un parámetro relacionado es proporcional a la derivada en el tiempo de la señal (la señal de cuadratura).

4. El método de la reivindicación 2, en el cual el vector de estado tiene cuatro componentes: la amplitud de la señal; la

amplitud de la señal de cuadratura; la tasa de cambio en el tiempo de la amplitud de la envolvente de la señal y la tasa de cambio en el tiempo de la fase relativa de la señal, dichos últimos dos componentes siendo usados para rastrear una señal que experimenta una atenuación sustancial.

5. El método de la reivindicación 2, en el cual el algoritmo Kalman está adaptado para usar datos detectados posteriormente en el tiempo en el paso de revisión.

6. El método de la reivindicación 1, que comprende adicionalmente un paso de puesta a escala de datos iniciales.

7. El método de la reivindicación 1, en el cual la señal transmitida es una componente de Fourier de una señal de fuente en un levantamiento electromagnético de una formación bajo la superficie.

8. El método de la reivindicación 7, que comprende un paso final de determinar la estructura de resistividad de la formación bajo la superficie a partir de los estimados de la señal o dicho por lo menos un parámetro relacionado.

9. El método de la reivindicación 2, en el cual una linearización de corrección pequeña es implementada en la ecuación de estado.

10. El método de la reivindicación 2, en el cual un estimado de la señal y su error asociado es obtenido para cada intervalo de tiempo.

11. El método de la reivindicación 4, en el cual el algoritmo Kalman es modificado para permitir la adición de ΔA (la tasa de cambio en el tiempo de la amplitud de la envolvente de la señal), y v (la tasa de cambio en el tiempo de la fase relativa de la señal) al vector de estado usando una suposición de linearización de corrección pequeña, dicha suposición de linearización comprendiendo: (i) se asume que la amplitud de la envolvente de la señal es multiplicada por $(1 + T \cdot \Delta A)$ en donde ΔA es la tasa de cambio en el tiempo de la amplitud de la envolvente de la señal y T es el intervalo de tiempo, y (ii) se asume que la señal

169

experimenta un desplazamiento de fase de νT en donde ν es la tasa de cambio de la fase relativa de la señal, y se asume que νT es $\ll 1$.

57

1/6

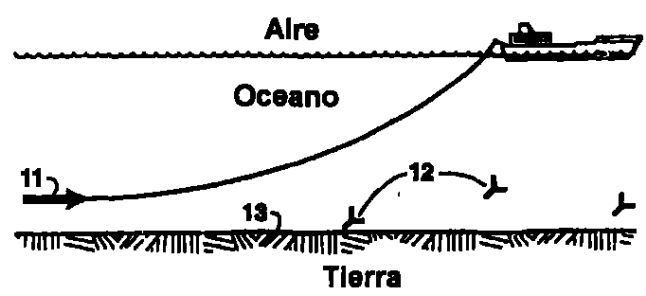


FIG. 1
(Arte Previo)

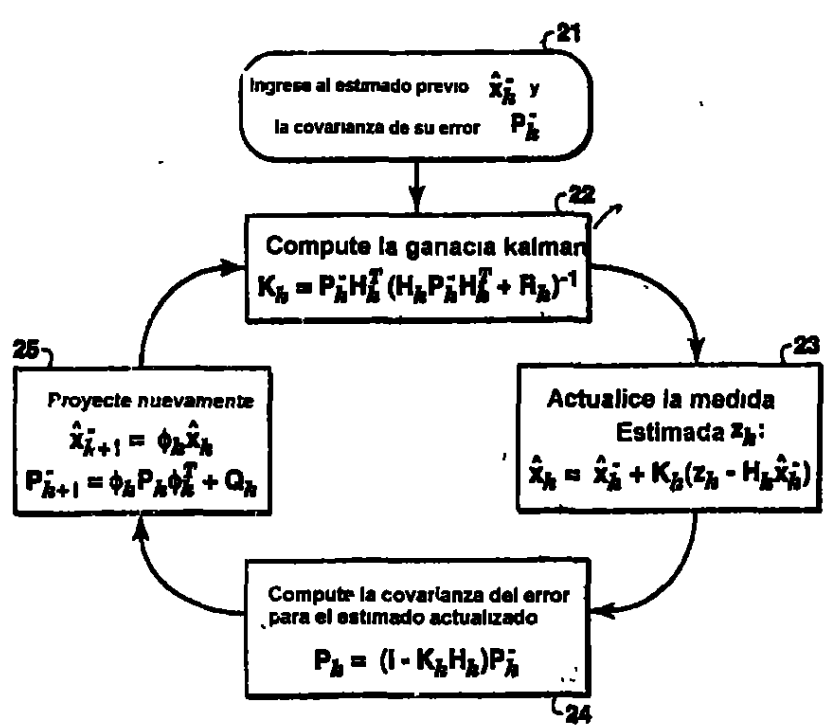


FIG. 2
(Arte Previo)

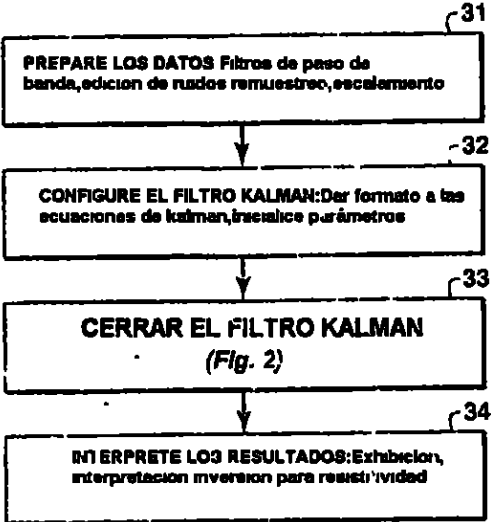


FIG. 3

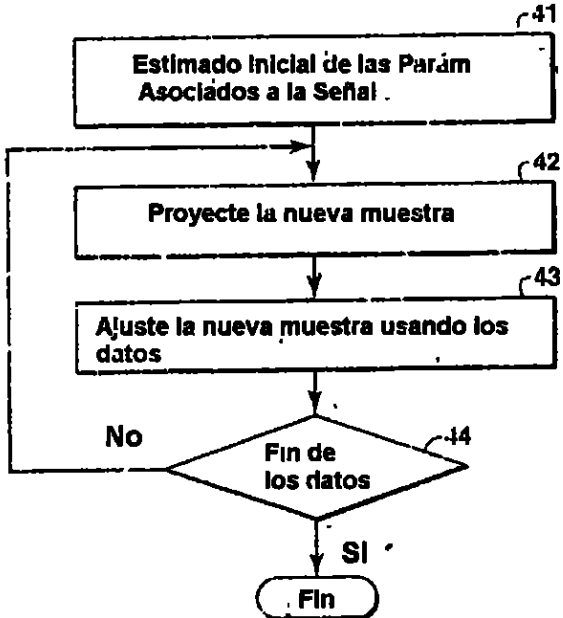


FIG. 4

3/6

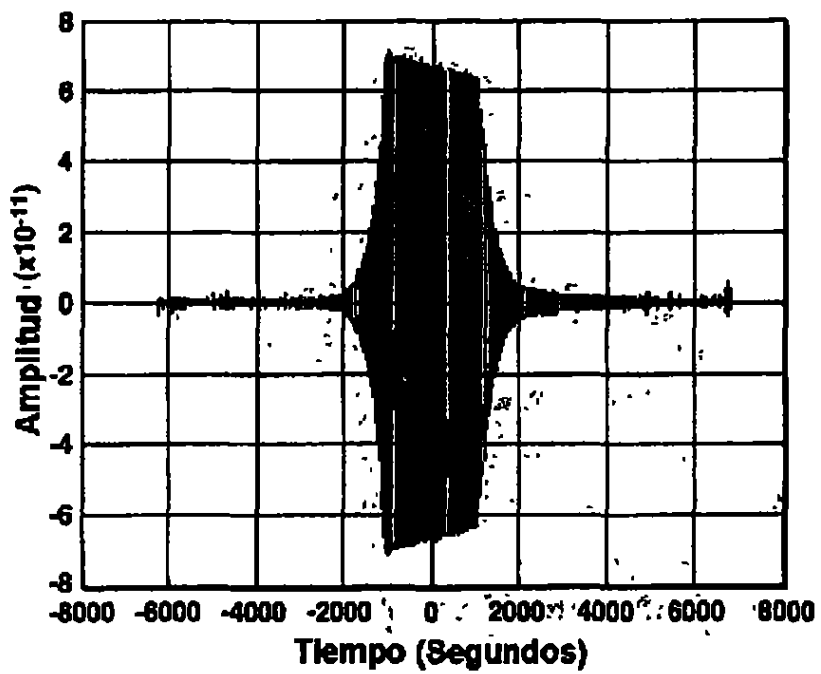


FIG. 5

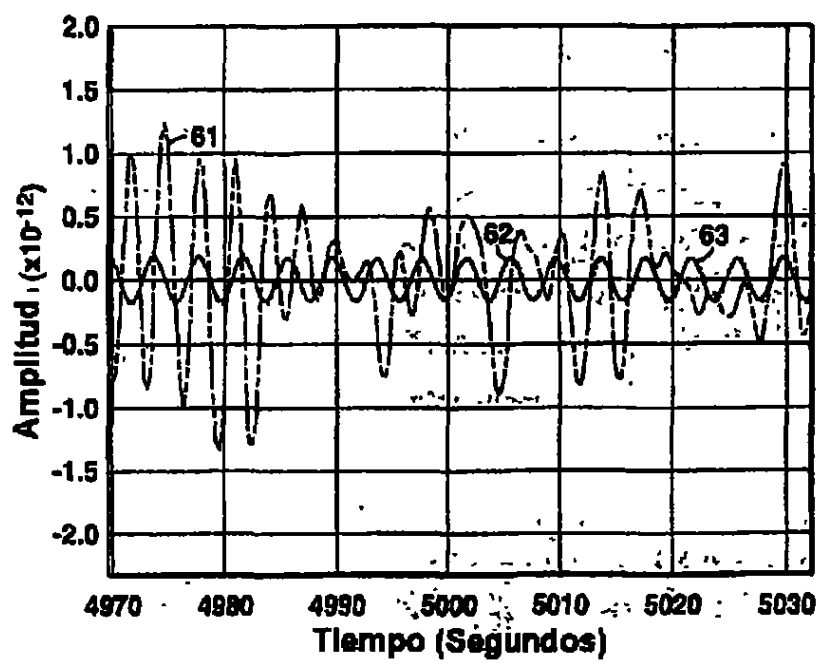


FIG. 6

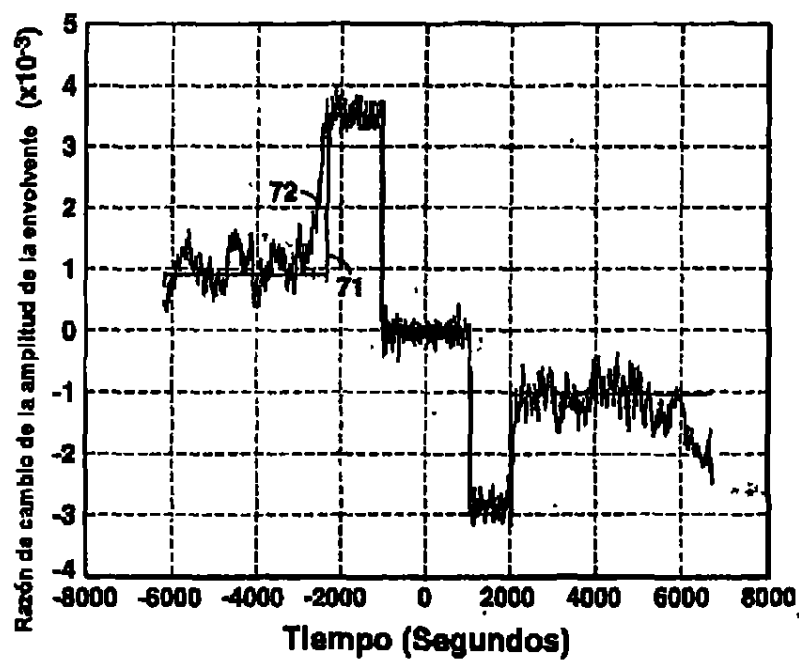


FIG. 7

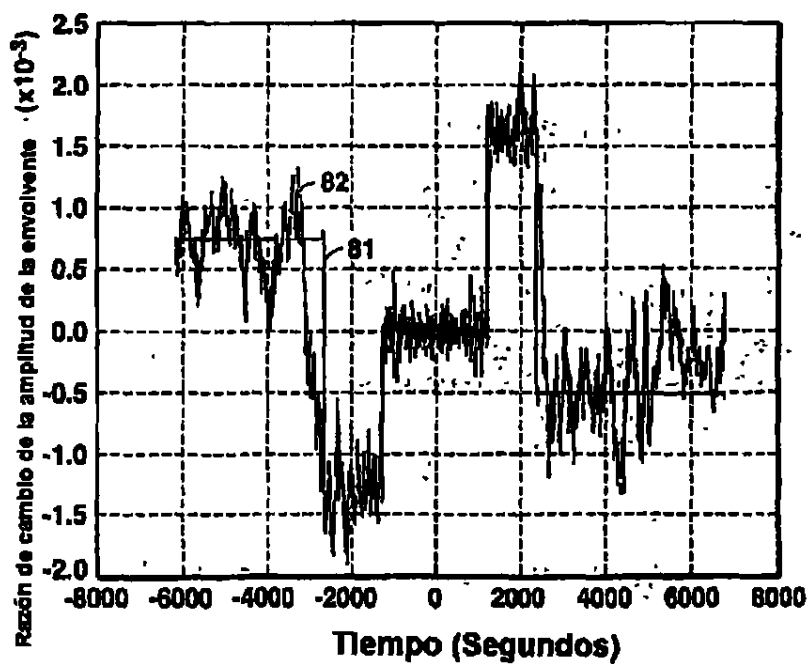


FIG. 8

5/6

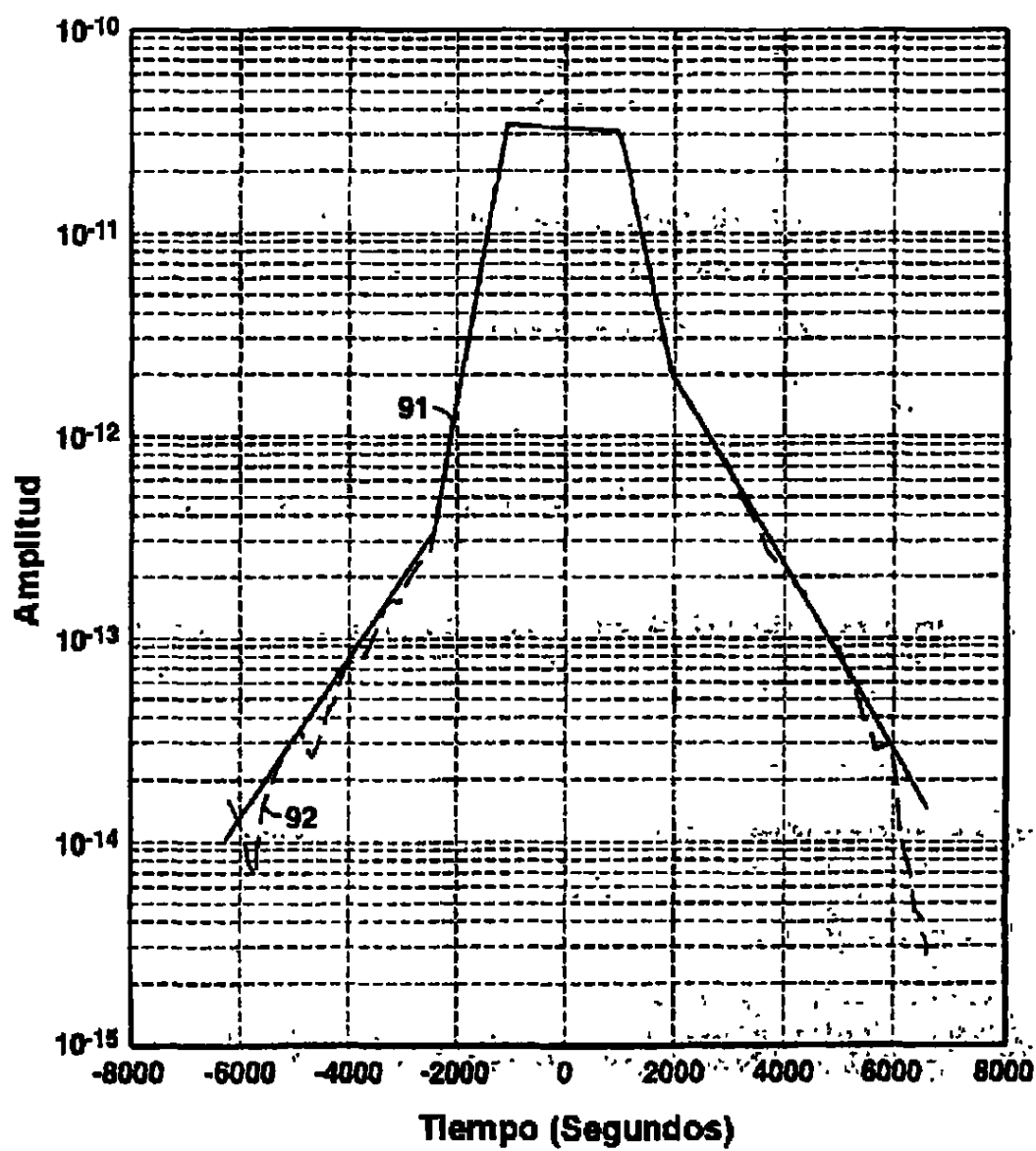


FIG. 9

*

6/6

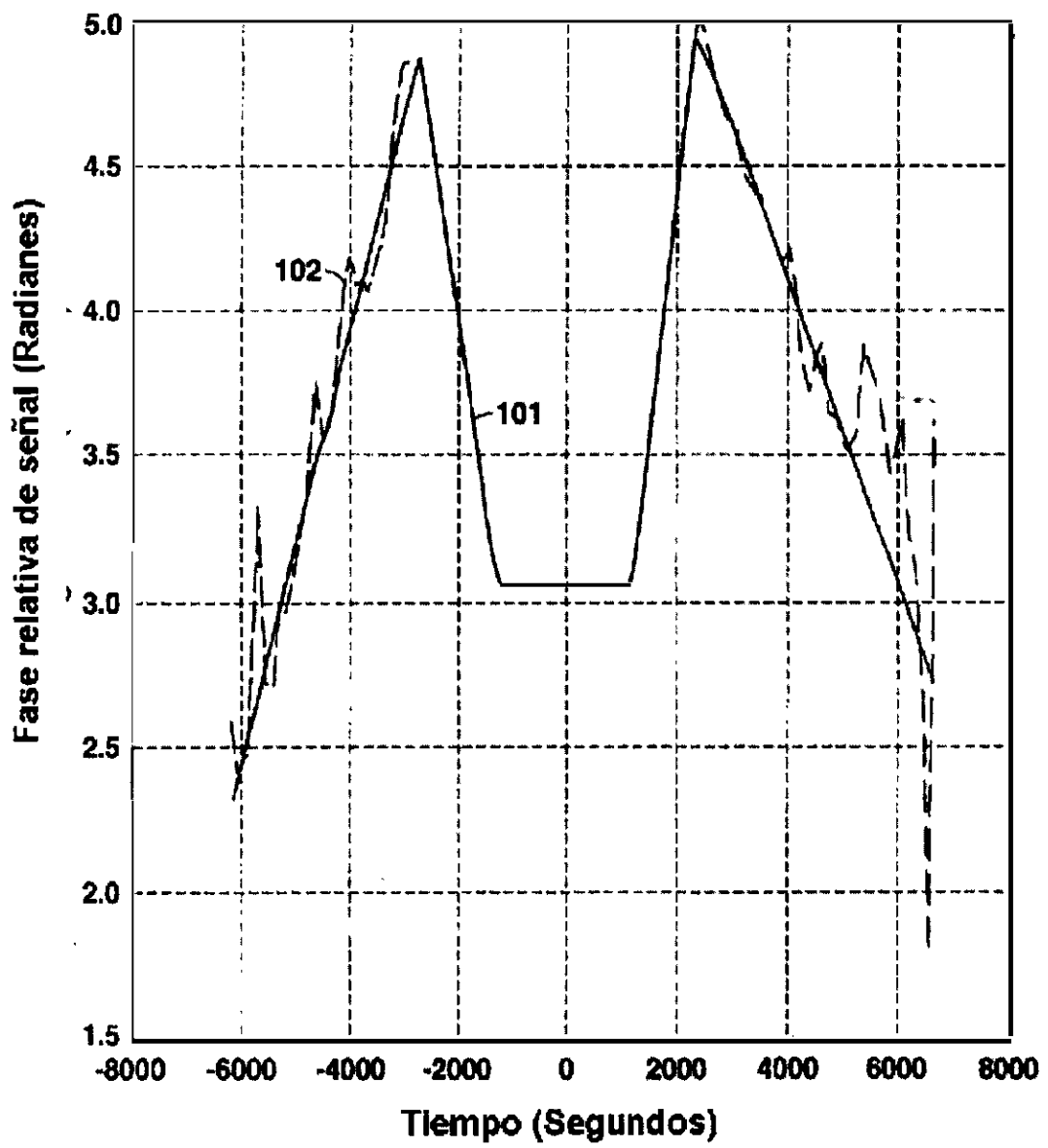


FIG. 10



Industria y Comercio
SUPERINTENDENCIA

**REQUISITOS MINIMOS PARA ADMISION A TRAMITE
PCT**

PATENTE DE INVENCION [x]

MODELO DE UTILIDAD []

- ◆ Indicación de que se solicita la concesion de una patente [X] 1
- ◆ Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud [X] 1
- ◆ Descripción de la invencion [X] 28
- ◆ Dibujos de ser estos pertinentes [X] 52
- ◆ Comprobante de pago de las tasas establecidas [X] 2

COMPLETA [X]

INCOMPLETA []

DISEÑO INDUSTRIAL []

- ◆ Indicación de que se solicita el registro de Diseño Industrial []
- ◆ Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud []
- ◆ Representacion grafica y fotográfica del Diseño Industrial o muestra del material que incorpora el diseño []
- ◆ Comprobante de pago de las tasas establecidas []

COMPLETA []

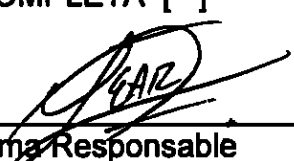
INCOMPLETA []

ESQUEMA DE TRAZADO []

- ◆ Indicación de que se solicita el registro de un Esquema de Trazado []
- ◆ Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud []
- ◆ Representación gráfica del esquema trazado []
- ◆ Comprobante de pago de las tasas establecidas []

COMPLETA []

INCOMPLETA []


Firma Responsable

Fecha **06** **12** 2006
Conmutador 3 82 08 40

Carrera 13 No 27-00 Piso 5 7 y 10

Fax 350 52 20
E-mail info@sic.gov.co
www.sic.gov.co
Bogotá, D C Colombia

ST

REPUBLICA DE COLOMBIA
SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

Bogotá,
2020

Doctor(a)
LLOREDA RICAURTE ALICIA
Apoderado(a) y/o Representante de
EXXONMOBIL UPSTREAM RESEARCH COMPANY

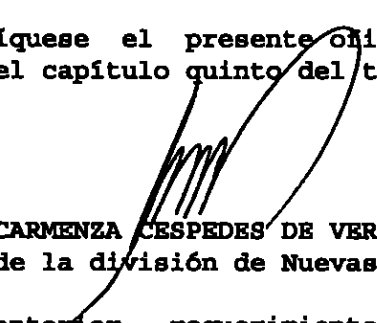
REFERENCIA	Radicación No.	6 122704
	Solicitud internacional	PCT/US2005/014143
	Fecha inicio fase nacional	01/01/2007
	Trámite	11
	Evento	378
	Actuación	430
	Oficio No.	831

Como resultado del examen de forma, realizado con fundamento en el artículo 38 de la Decisión 486 de la Comisión de la Comunidad Andina, artículo 27 del Tratado de Cooperación en Materia de Patentes (PCT), regla 51 bis del Reglamento y Circular Única de la Superintendencia de Industria y Comercio, se le comunica que:

1. La solicitud no contiene la copia del documento en que consta la cesión del derecho a la patente del inventor al solicitante o a su causante, (Art. 26-k) Decisión 486.

En cumplimiento de lo dispuesto por el artículo 39 de la Decisión 486, se le requiere para que dentro del término de dos meses siguientes a la fecha de notificación del presente oficio, complete los requisitos anteriormente enunciados. En caso de no dar cumplimiento al presente requerimiento, la solicitud se considerará abandonada y perderá su prelación.

Notifíquese el presente oficio conforme a lo dispuesto en el numeral 5.2, literal e), del capítulo quinto del título primero de la Circular Unica No.10 de 2001.


ALIX CARMENZA CESPEDES DE VERGEL
Jefe de la división de Nuevas Creaciones

El anterior requerimiento fue notificado por fijación en lista de
fecha 26 ENE. 2007
adpall