

Organización CSA Ltda



Industria y Comercio
SUPERINTENDENCIA

Delegatura de propiedad Industrial

División de Nuevas Creaciones

PCT
SOLICITUD

PATENTE DE INVENCION

08-12827

21. EXPEDIENTE No.

54. TÍTULO

51. CLASIFICACIÓN INTERNACIONAL

71. SOLICITANTE

DOMICILIO

74. APODERADO

22. BOGOTÁ, D. C.,

202038

04

PETITORIO



12827

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 08-012827-00000-0000

Fecha: 2008-02-08 16:37:27 Dep. 2020 NUECREACIONE
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 75FORMULARIO 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: jllcco@lloredacamacho.com		IDENTIFICACIÓN C.C. ☐ NIT ☐ C.E. ☐ Otro ☐ Cual _____ Número _____
3 REPRESENTANTE O APODERADO	Nombre: ALICIA LLOREDA RICAURTE Dirección: Calle 72 No. 5-83 Piso 5º, Bogotá- Colombia Teléfono: 3264270 Fax: 6069701 E-mail: jllcco@lloredacamacho.com		C.C. ☒ NIT ☐ C.E. ☐ Otro ☐ Cual _____ Número 39.690.713 TP 53.215
4 INVENTOR(ES) (72)	Nombre: WILLEN, Dennis, E. y SUMMERFIELD, Philip, J. Dirección: 1003 Loire Lane, Houston, TX 77090; 20615 Quail Chase Drive, Katy, TX 77450. Nacionalidad o Domicilio: Estados Unidos de América.		
5 PCT (86) Solicitud Internacional No. <u>PCT/US2006/029087</u> Fecha: <u>26/07/06</u> Publicación Internacional No. <u>WO 2007/040743 A1</u> Fecha: <u>12/04/07</u>			
6 Título (54) MÉTODO PARA LLEVAR A CABO LA PROSPECCIÓN ELECTROMAGNÉTICA DE FUENTE CONTROLADA UTILIZANDO MÚLTIPLES TRANSMISORES			
7 Clasificación Internacional (51) <u>G01V 1/24</u>			
8 Prioridad SI ☒ NO ☐	(33) País de Origen <u>US</u>	(32) Fecha <u>19.09.05</u>	(31) Número de Solicitud. <u>60/718,473</u>
9 Comprobante de Pago No. <u>08-5.662</u> Fecha: <u>22 de Enero de 2008</u>			

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 (Declaración bajo las Reglas PCT 4.17 (i) y 51 bis.1 (a) (i) que acreditan el traspaso de los inventores al solicitante)
- ☐ 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 búsqueda internacional con su traducción.

11 FIGURA CARACTERISTICA:

12

Solicito la concesión de la patente,

NOMBRE: ALICIA LLOREDA RICAURTE

FIRMA:

C.C. 39.690.713 Usaquén

T.P. 53.215

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

NIT : 800176089-2

RECIBO OFICIAL DE CAJA : 08 - 5,662
FECHA : ENERO 22 DE 2008

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 08-012827- -00000-0000

Fecha: 2008-02-08 16:37:27 Dep. 2020 NUECREACIONI
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 75

***** CONSIGNACION *****

DEPOSITANTE	TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PGO	Vr. PAGO
LLOREDA Y CIA S. A	CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062754387	2663687	22/01/2008	7,198,000.00

***** CONCEPTO *****

CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	TOTAL CONCEPTO
1	50005-01-01	SOLICITUDES	
		1 TRAMITES DE SOL. DE PATENTE DE IN	501,000.00
		TOTAL :	\$ 501,000.00

SON: QUINIENTOS UN MIL PESOS

RESPONSABLE : _____

RECIBO DE CAJA APLICADO AL EXPEDIENTE No. _____

ANEXO

El documento que acredita la calidad de REPRESENTANTES LEGALES en Bogotá de los doctores ALICIA LLOREDADA 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 LLOREDADA RICAURTE

T.P. No. 53.215

TRADUCCIÓN 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.

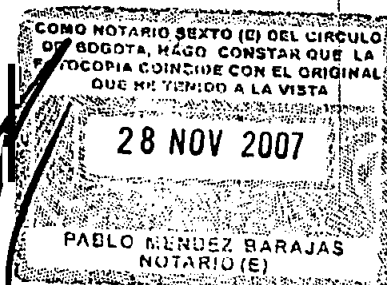
Certificado Notarial (Sociedad)

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 y legalmente constituida por un período 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



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

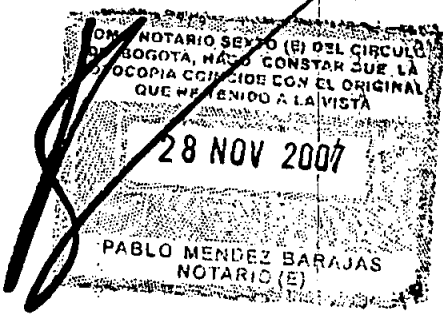
APOSTILLA

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

- 1. País: 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

TRADUCTOR OFICIAL
RESOLUCION 2177


ANITA ESCOBAR DE TAMAYO



6

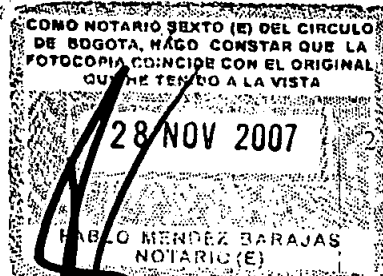
CERTIFICADO

- | | | | |
|----|--------------------------------------|-----|-----------------------------|
| 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.

TRADUCTOR OFICIAL
RESOLUCION 2177

Anita Escobar de Tamayo
ANITA ESCOBAR DE TAMAYO



NO SE ASUME
RESPONSABILIDAD DEL TEXTO

2004 SEP -2 A 11: 08

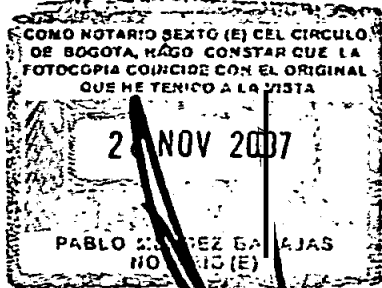
ULLS
JEFE DE LEGALIZACIONES
SANTAFE DE BOGOTA D.C.

MINISTERIO DE RELACIONES
EXTERIORES

primera copia

61226

CUYA FIRMA APARECE EN EL
DOCUMENTO DESEMPEÑA
LAS FUNCIONES INDICADAS





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

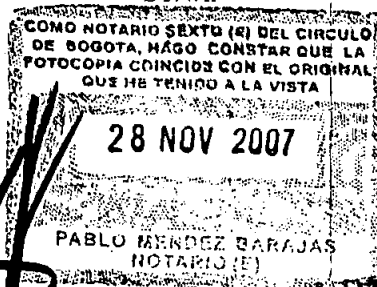
9. Seal

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.

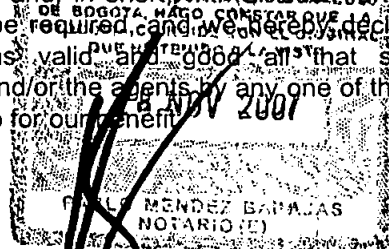
Dado y firmado

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 Bogotá, 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 installments 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 in full force and effect 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

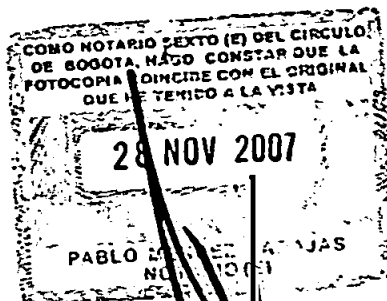
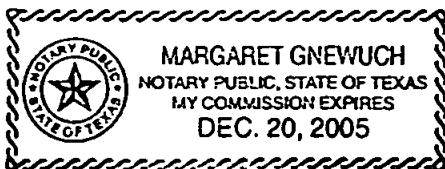
County of Harris

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: 08 - 128 27		(51) Int Cl: G01V 1/24	
22) Fecha de solicitud: 08-02-08		(71) Solicitante(s) EXXONMOBIL UPSTREAM RESEARCH COMPANY	
(30) Prioridad (31) No. Prioridad 32) Fecha (33) País 60/718,473 19-09-05 US		(72) Inventor(es) WILLEN, Dennis, E. y SUMMERFIELD, Philip, J.	
		(74) Apoderado: ALICIA LLOREDA RICAURTE	
(85) Fecha limite inicio fase nacional: 19-04-08		(87) Publicación internacional	
(86) Datos relativos a la presentación de la solicitud PCT		Fecha: 12-04-07	
Fecha de presentación de la solicitud: 26-07-06		N° publicación: WO2007/040743 A1	
No. de solicitud PCT/US2006/029087			
(54) Título: MÉTODO PARA LLEVAR A CABO LA PROSPECCIÓN ELECTROMAGNÉTICA DE FUENTE CONTROLADA UTILIZANDO MÚLTIPLES TRANSMISORES			

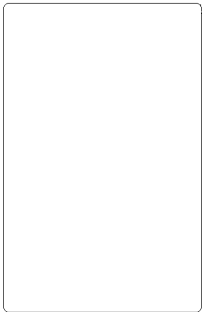
Resumen - Reivindicación(es):

Reivindicación número 1.-

Un método para llevar a cabo una prospección electromagnética de fuente controlada de una región subterránea utilizando dos o más transmisores electromagnéticos, de forma tal que las respuestas combinadas en un receptor puedan ser separadas de acuerdo con el transmisor, método éste que comprende:

- (a) la selección o construcción de *N* formas de onda mutuamente ortogonales, una para cada uno de los *N* transmisores, donde *N* = 2 o superior;
- (b) la energización de cada transmisor para repetitivamente transmitir su forma de onda, donde todos los transmisores transmiten de forma simultánea;
- (c) el registro de una respuesta electromagnética combinada a las múltiples transmisiones simultáneas en uno o más receptores; y
- (d) el envío de los datos de la respuesta combinada registrada para su procesamiento, a los efectos de separar los datos mediante su distribución a lo largo de un intervalo de tiempo predeterminado y la posterior transformación de los datos, período a período, al dominio de la frecuencia, donde el intervalo de tiempo de cada período es determinado por las periodicidades de estas formas de onda.





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 2005UR031	PARA FUTURAS ACCIONES ver Forma PCT/ISA/220 así como, donde aplique, el ítem 5 a continuación.	
Solicitud internacional No. PCT/US06/29087	Fecha de registro internacional (día/mes/año) 26 de julio 2006 (26.07.06)	Fecha de Prioridad (Primera) (día/mes/año) 19 de septiembre de 2005 (19.09.05)
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>3</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, ☒ El texto es aprobado según lo presenta el solicitante. ☐ Esta Autoridad ha establecido que el texto se lea así: 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>14</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.		

Se retiraron las folios 10 y 11
Tarjetas de Archivo
[Signature]

REPORTE DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Solicitud Internacional No.
PCT/US06/29087

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

El resumen es demasiado largo (Regla 8.1(b) PCT). El resumen debe ser de menos de 150 palabras, o 200 palabras cuando ninguna figura es publicada.

NUEVO RESUMEN

Método para la separación de las respuestas de múltiples transmisores en una prospección electromagnética de fuente controlada por medio de la utilización de formas de onda de los transmisores mutuamente ortogonales y de la transformación de la respuesta combinada al dominio de la frecuencia (144). La ortogonalidad mutua puede basarse en espectros de frecuencia disjuntos o en la codificación de fase de un elemento de la forma de onda común (Figura 14).

REPORTE DE BUSQUEDA INTERNACIONAL		Solicitud Internacional No. PCT/US06/29087
A. CLASIFICACION DE MATERIA		
CPI: G01V 1/24 (2006.01) G01V 1/28 (2006.01)		
USPC: 702/1;367/48;181/111		
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.: 702/1; 367/48;181/111		
Documentación buscada fuera de documentación mínima hasta donde dichos documentos se incluyan en los campos buscados		
EIC para publicaciones en fuente vibrosis		
Base de datos electrónica consultada durante la búsqueda internacional (nombre de la base de datos y, donde sea práctico, buscar términos usados)		
ESTE para palabra y términos claves.		
C. DOCUMENTOS CONSIDERADOS RELEVANTES		
Categoría	Citación de documento, con indicación, donde sea apropiado, de los textos relevantes	Relevante a la reivindicación No.
A	US 5,715,213 A (ALLEN) 3 de febrero de 1998 (03.02.1998), ver figura 1 en combinación con la patente completa	1-19
A	US 5,822.269 A (ALLEN) 13 de octubre 1998 (13.10.1998), ver figura 1 en combinación con la patente completa	1-19
A	US 5,721,710 A (SALLAS y col), 24 de febrero 1998 (24.02.1998), ver figura 1 y figura 2 en combinación con el resumen y la patente completa.	1-19
☐ 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		
'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		
'E' documento anterior pero publicado en o después de la fecha de presentación internacional		
'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		
'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)		
'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		
'O' documento que se refiere a una revelación oral, uso, exhibición u otros medios		
'&' documento miembro de la misma familia de patentes		
'P' documento publicado antes de la fecha de presentación internacional pero después de la fecha de prioridad reivindicada		
Fecha de la terminación real de la búsqueda internacional		Fecha de envío por correo del reporte de búsqueda internacional
4 de Enero 2007 (04.01.2007)		22 ENE 2007
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

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

(PCT Article 18 and Rules 43 and 44)

Applicant's or agent's file reference 2005UR031	FOR FURTHER ACTION see Form PCT/ISA/220 as well as, where applicable, item 5 below.	
International application No. PCT/US06/29087	International filing date (day/month/year) 26 July 2006 (26.07.2006)	(Earliest) Priority Date (day/month/year) 19 September 2005 (19.09.2005)
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 9 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:

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. 14



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/US06/29087

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

The abstract is too long (PCT Rule 8.1(b)). The abstract must be less than 150 words, or 200 words when no figure is to be published.

NEW ABSTRACT

The method for separating responses of multiple transmitters in a controlled source electromagnetic survey by using mutually orthogonal transmitter waveforms and transforming the combined response to the frequency domain (144). The mutual orthogonally can be based on disjoint frequency spectra or on phase encoding of a common waveform element (Figure 14).

✓

orthogonality

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/US06/29087

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC: G01V 1/24(2006.01)
G01V 1/28(2006.01)

USPC: 702/1;367/48;181/111

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. : 702/1;367/48;181/111

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
BIC for publications on source vibrosis.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 5,715,213 A (ALLEN) 3 February 1998 (3.02.1998), see figure 1 in combination with entire document.	1-19.
A	US 5,822,269 A (ALLEN) 13 October 1998 (13.10.1998), see figure 1 in combination with entire patent.	1-19.
A	US 5,721,710 A (SALLAS et al.) 24 February 1998 (24.02.1998), see figure 1 and figure 2 in combination with the abstract and the entire patent.	1-19.

☐ 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

04 January 2007 (04.01.2007)

Date of mailing of the international search report

22 Jan 2007

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

Authorized officer

Victor J. Taylor

Telephone No. 571-272-1750

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

VERSIÓN CORREGIDA

(19) Organización Mundial de Propiedad Intelectual
Oficina Internacional



(43) Fecha de Publicación Internacional
12 de Abril de 2007 (12.04.2007)

(10) Número de Publicación Internacional
WO 2007/040743 A1

(51) Clasificación Internacional de Patentes⁷:
G01V 1/24 (2006.01) G01V 1/28 (2006.01)

(21) Número de Solicitud Internacional: PCT/US2006/029087

(22) Fecha de Registro Internacional: 26 de Julio de 2006
(26.07.2006)

(25) Idioma de registro: Inglés

(26) Idioma de Publicación: Inglés

(30) Información de Prioridad:
60/718,473 19 de Septiembre de 2005 (19.09.2005) US

(71) Solicitante (para todos los Estados designados, excepto US):
EXXONMOBIL UPSTREAM RESEARCH COMPANY
[US/US]; P.O. Box 2189 (Corp-urc-sw 337), Houston, TX
77252-2189 (US).

(72) Inventores : y

(75) Inventor/Solicitante (para US solamente): WILLEN, Dennis,
E. [US/US]; 1003 Loire Lane, Houston, TX 77090 (US).
SUMMERFIELD, Philip, J. [GB/US]; 20615 Quail Chase
Drive, Katy, TX 77450 (US).

(74) Agentes: PLUMMER, J., Paul y col; EXXONMOBIL
UPSTREAM RESEARCH COMPANY, P.O. Box 2189, (corp-
urc-sw 337), 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, GB, GD, GE, GH, GM, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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, LV, 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).

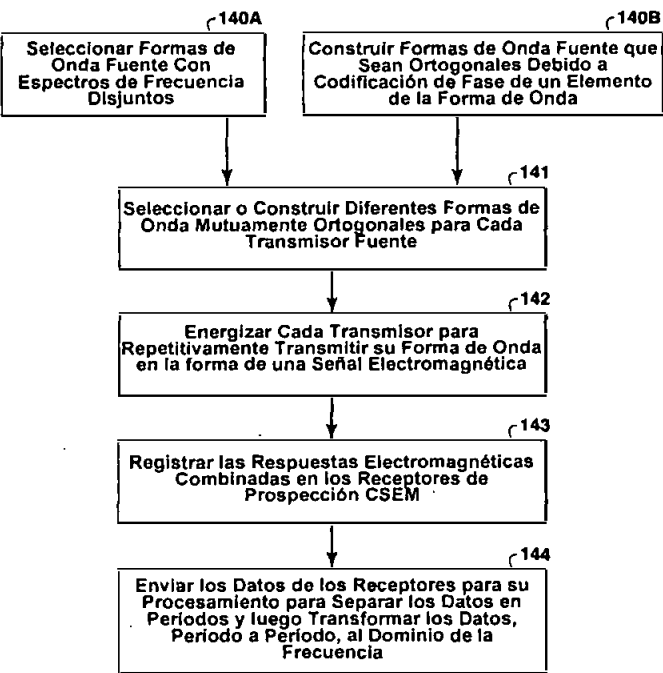
Declaraciones bajo la Regla 4.17:
- en cuanto a la facultad del solicitante para aplicar y obtener una patente (Regla 4.17 (ii))
- en cuanto a la facultad del solicitante de reivindicar la prioridad de la solicitud anterior (Regla 4.17 (iii))

Publicado:
- Con reporte de búsqueda internacional

(48) Fecha de publicación de esta versión corregida
16 de Agosto de 2007

(15) Información acerca de la corrección
ver Gaceta PCT No.33/2007 de 16 de Agosto de 2007
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 LLEVAR A CABO LA PROSPECCIÓN ELECTROMAGNÉTICA DE FUENTE CONTROLADA UTILIZANDO MÚLTIPLES TRANSMISORES



(57) Resumen: Método para la separación de las respuestas de múltiples transmisores en una prospección electromagnética de fuente controlada por medio de la utilización de formas de onda de los transmisores mutuamente ortogonales y de la transformación de la respuesta combinada al dominio de la frecuencia (144). La ortogonalidad mutua puede basarse en espectros de frecuencia disjuntos o en la codificación de fase de un elemento de la forma de onda común (Figura 14)

CORRECTED VERSION

(19) World Intellectual Property Organization
International Bureau



(43) International Publication Date
12 April 2007 (12.04.2007)

PCT

(10) International Publication Number
WO 2007/040743 A1

- (51) International Patent Classification:
G01V 1/24 (2006.01) G01V 1/28 (2006.01)

(21) International Application Number:
PCT/US2006/029087

(22) International Filing Date: 26 July 2006 (26.07.2006)

(25) Filing Language: English

(26) Publication Language: English

(30) Priority Data:
60/718,473 19 September 2005 (19.09.2005) US

(71) Applicant (for all designated States except US): EXXON-MOBIL UPSTREAM RESEARCH COMPANY [US/US]; P.o. Box 2189 (corp-urc-sw 337), Houston, TX 77252-2189 (US).

(72) Inventors; and

(75) Inventors/Applicants (for US only): WILLEN, Dennis, E. [US/US]; 1003 Loire Lane, Houston, TX 77090 (US).
- SUMMERFIELD, Philip, J. [GB/US]; 20615 Quail Chase Drive, Katy, TX 77450 (US).

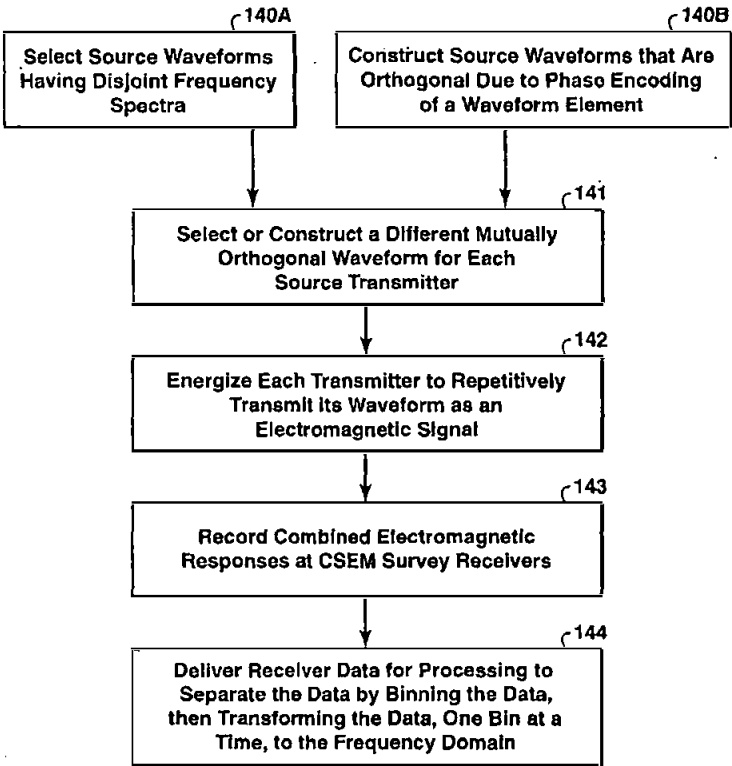
(74) Agents: PLUMMER, J., Paul et al.; EXXONMOBIL UPSTREAM RESEARCH COMPANY, P.o. Box 2189 (corp-urc-sw 337), Houston, TX 77252-2189 (US).

(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, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Designated States (unless otherwise indicated, for every kind of regional protection available): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM,

[Continued on next page]

(54) Title: METHOD FOR PERFORMING CONTROLLED SOURCE ELECTROMAGNETIC SURVEYING WITH MULTIPLE TRANSMITTERS



(57) Abstract: Method for separating responses of multiple transmitters in a controlled source electromagnetic survey by using mutually orthogonal transmitter waveforms and transforming the combined response to the frequency domain (144). The mutual orthogonality can be based on disjoint frequency spectra or on phase encoding of a common waveform element (Figure 14).

WO 2007/040743 A1

Published:

(48) Date of publication of this corrected version:

Declarations under Rule 4.17:

- (15) Information about Correction:**

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.

TRATADO DE COOPERACION DE PATENTES

De la
AUTORIDAD DE BUSQUEDA INTERNACIONAL

Para:
J. PAUL PLUMMER
EXXONMOBIL UPSTREAM RESEARCH COMPANY
P.O. Box 2189 (CORP-URC-SW 337)
HOUSTON, TX 77252-2189

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

		Fecha de correo (día/mes/año) 22 ENE 2007																									
Registro de referencia del solicitante o agente 2005UR031		PARA FUTURAS ACCIONES Ver párrafo 2 a continuación																									
Solicitud Internacional No. PCT/US06/29087	Fecha de registro internacional (día/mes/año) 26 de julio de 2006 (26.07.2006)	Fecha de prioridad (día/mes/año) 19 de septiembre de 2005 (19.09.2005)																									
Clasificación Internacional de Patentes (IPC) o clasificación nacional e IPC IPC: G01V 1/24 (2006.01) G01V 1/28 (2006.01) USPC: 702/1; 367/48; 181/111																											
Solicitante EXXONMOBILE UPSTREAM RESEARCH COMPANY																											
1. Esta opinión contiene indicaciones relacionadas con los siguientes ítems: <table><tr><td>☒</td><td>Casilla No. I</td><td>Bases de la opinión</td></tr><tr><td>☐</td><td>Casilla No. II</td><td>Prioridad</td></tr><tr><td>☐</td><td>Casilla No. III</td><td>No establecimiento de opinión respecto a novedad, nivel inventivo y aplicabilidad industrial</td></tr><tr><td>☐</td><td>Casilla No. IV</td><td>Falta de unidad de invención</td></tr><tr><td>☒</td><td>Casilla No. V</td><td>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</td></tr><tr><td>☐</td><td>Casilla No. VI</td><td>Ciertos documentos citados</td></tr><tr><td>☐</td><td>Casilla No. VII</td><td>Ciertos defectos en la solicitud internacional</td></tr><tr><td>☐</td><td>Casilla No. VIII</td><td>Ciertas observaciones sobre la solicitud internacional</td></tr></table> 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.				☒	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
☒	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																									
Nombre y dirección de correo de la ISA/US Mail Stop PCT, Attn: ISA/US Commissioner for Patents P.O Box 1450 Alexandria, Virginia 22313-1450 Facsimile No. (571) 273-3201		Fecha de finalización de esta opinión 4 de Enero de 2007 (04.01.2007)	Funcionario Autorizado Victor J. Taylor Teléfono No. 571-272-1750																								

Casilla No. I Bases de la 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:

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

1. Afirmación

Novedad (N)	Reivindicaciones	<u>1-19</u>	SI
	Reivindicaciones	<u>NINGUNA</u>	NO
Nivel inventivo (IS)	Reivindicaciones	<u>1-19</u>	SI
	Reivindicaciones	<u>NINGUNA</u>	NO
Aplicabilidad industrial (IA)	Reivindicaciones	<u>1-19</u>	SI
	Reivindicaciones	<u>NINGUNA</u>	NO

2. Citaciones y explicaciones

Las reivindicaciones 1-19 cumplen con los criterios expresados en el Artículo 33(2)-(3) PCT porque el estado del arte no enseña o expresamente sugiere la separación de respuestas de multiples fuentes en una exploración sísmica electromagnética controlada donde las formas de ondas ortogonales estan basadas en el espectro de frecuencias desacopladas o en la codificación de fase de un elemento común de forma de onda

Las reivindicaciones 1-19 cumplen con los criterios expresados en el Artículo 33(4), y por lo tanto aplicabilidad industrial porque la materia objeto reivindicada puede hacerse o usarse en la industria.

INTERNATIONAL COOPERATION TREATY

From the
INTERNATIONAL SEARCHING AUTHORITY

To:
J. PAUL PLUMMER
EXXONMOBIL UPSTREAM RESEARCH COMPANY
P.O. BOX 2189 (CORP-URC-SW 337)
HOUSTON, TX 77252-2189

PCT

WRITTEN OPINION OF THE
INTERNATIONAL SEARCHING AUTHORITY

(PCT Rule 43bis.1)

Date of mailing
(day/month/year) 22 SEP 2007

Applicant's or agent's file reference

2005UR031

FOR FURTHER ACTION

See paragraph 2 below

International application No.

PCT/US06/29087

International filing date (day/month/year)

26 July 2006 (26.07.2006)

Priority date (day/month/year)

19 September 2005 (19.09.2005)

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

IPC: G01V 1/24(2006.01) G01V 1/28(2006.01)

USPC: 702/1;367/48;181/111

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 04 January 2007 (04.01.2007)	Authorized officer <i>Rhonda Bell</i> 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/US06/29087

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/US06/29087

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 1-19	YES
	Claims NONE	NO
Inventive step (IS)	Claims 1-19	YES
	Claims NONE	NO
Industrial applicability (IA)	Claims 1-19	YES
	Claims NONE	NO

2. Citations and explanations:

Claims 1-19 meet the criteria set out in PCT Article 33(2)-(3), because the prior art does not teach or fairly suggest separating multiple source responses in a controlled electromagnetic seismic survey wherein the orthogonal waveforms are based on disjointed frequency spectra or on phase encoding of a common waveform element.

Claims 1-19 meet the criteria set out in PCT Article 33(4), and thus provide the industrial applicability because the subject matter claimed can be made or used in industry.

**MÉTODO PARA LLEVAR A CABO LA PROSPECCIÓN
ELECTROMAGNÉTICA DE FUENTE CONTROLADA
UTILIZANDO MÚLTIPLES TRANSMISORES**

RESUMEN

Método para la separación de las respuestas de múltiples transmisores en una prospección electromagnética de fuente controlada por medio de la utilización de formas de onda de los transmisores mutuamente ortogonales y de la transformación de la respuesta combinada al dominio de la frecuencia. La ortogonalidad mutua puede basarse en espectros de frecuencia disjuntos o en la codificación de fase de un elemento de la forma de onda común.

MÉTODO PARA LLEVAR A CABO LA PROSPECCIÓN ELECTROMAGNÉTICA DE FUENTE CONTROLADA UTILIZANDO MÚLTIPLES TRANSMISORES

La presente solicitud reivindica el beneficio de la Solicitud Provisional de los Estados Unidos de América No. 60/718.473, consignada el 19 de septiembre de 2.005.

CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención en general se relaciona con el campo de la prospección geofísica y, más particularmente, con la prospección electromagnética de fuente controlada. La invención específicamente se relaciona con un método para la utilización simultánea de múltiples transmisores.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Las prospecciones electromagnéticas de fuente controlada ("CSEM") constituyen una herramienta geofísica de importancia para la evaluación de la presencia de estratos contentivos de hidrocarburos en el interior de la tierra. Las prospecciones CSEM típicamente registran la señal electromagnética que es inducida en la tierra por una fuente (transmisor) y que es medida en uno o más receptores. El comportamiento de esta señal como una función de la ubicación del transmisor, de la frecuencia y de la separación (desviación) entre el transmisor y el receptor puede constituir un diagnóstico de las propiedades de las rocas asociadas con la presencia o ausencia de hidrocarburos. Las mediciones de la CSEM son específicamente utilizadas a los efectos de determinar la resistividad espacialmente variable de la subsuperficie.

En el ambiente marino, los datos CSEM son típicamente recopilados mediante el remolque de una antena transmisora dipolar eléctrica 10 entre diversos receptores autónomos 11 que están ubicados sobre el fondo del mar 12 (Figura 1). Los receptores están provistos de múltiples sensores que están diseñados de forma tal

de registrar diferentes componentes vectoriales de los campos eléctricos y/o magnéticos. El transmisor es típicamente remolcado 10-50 m por encima del fondo del mar. Algunas configuraciones alternativas incluyen transmisores estacionarios sobre el fondo del mar (Constable, "Sistema y Método para el Monitoreo de Yacimientos de Hidrocarburos Utilizando Campos Electromagnéticos de Fuente Controlada", WO 2.004/053528A1), al igual que antenas transmisoras magnéticas y transmisores verticales (Fielding y Lu, Solicitud de Patente Provisional de los Estados Unidos de América No. 60/544.564, "Sistema y Método para el Remolque de una Antena Vertical submarina"; MacGregor y colaboradores, "Prospección Electromagnética de Yacimientos de Hidrocarburos", publicación de la patente PCT No. WO 2.004/008183). Los sistemas de transmisión y recepción típicamente operan de forma independiente (en la ausencia de conexión alguna), de forma tal que los datos de los receptores deben ser sincronizados con las mediciones realizadas a bordo en relación con la posición del transmisor y con la forma de onda medida de la corriente del transmisor, mediante la comparación de los tiempos reales de los receptores y el tiempo de un sistema convencional a bordo o GPS (Sistema Global de Posicionamiento).

Los datos CSEM son típicamente interpretados en el dominio temporal de la frecuencia, donde cada señal representa la respuesta de la tierra a la energía electromagnética a esa frecuencia temporal. El término dominio temporal de la frecuencia significa que los datos son transformados, típicamente por transformación de Fourier, de forma tal que la dependencia de los datos del tiempo se convierta en una dependencia de la frecuencia. En los datos sin procesar, la intensidad de cada componente de la frecuencia varía dependiendo de cuánta energía transmite el transmisor (es decir, de la amplitud de cada componente del espectro de frecuencia del transmisor) y de la sensibilidad de los receptores a esa frecuencia. Estos efectos del transmisor y de los receptores son típicamente removidos de los datos antes de llevar a cabo su interpretación. Las Figuras 2A-B ilustran los datos no procesados de

los receptores 21, conjuntamente con la forma de onda del transmisor 22 que los originó. La Figura 2A ilustra los datos medidos en una escala de tiempo de diversas horas, mientras que la Figura 2B ilustra la señal recibida (y, a título de referencia, la señal transmitida) en una escala de tiempo mucho menor que es comparable con el período de la señal del transmisor, típicamente entre 4 y 32 segundos. (La escala vertical únicamente aplica a la señal de los receptores).

En la práctica, los datos de los receptores son convertidos a la frecuencia temporal mediante la división (o "división en períodos") de los datos registrados en el dominio del tiempo en intervalos de tiempo (x_1 , x_2 , y x_3 en la Figura 3A) iguales al período de la forma de onda del transmisor (Figura 3A) y por medio de la determinación del espectro incluido en cada período utilizando métodos convencionales basados en la Transformada de Fourier (Figura 3B). (No se ilustran las fases de los componentes espectrales). A cada período se le asocia un tiempo, típicamente la fecha juliana en el centro del período. Dado que la ubicación del transmisor como una función del tiempo es conocida, estos períodos pueden ser intercambiamente identificados de diversas maneras diferentes: por la fecha juliana del centro del período; por la posición del transmisor; por la distancia de compensación en signos entre la fuente y el receptor; o por la distancia acumulativa recorrida por el transmisor con respecto a algún punto de partida arbitrariamente seleccionado.

En términos generales, las señales recibidas están conformadas por componentes, tanto en fase como fuera de fase con respecto a la señal del transmisor. En consecuencia, las señales son convenientemente representadas en la forma de números complejos, ya sea en forma rectangular (~~real~~/imaginaria) o polar (amplitud-fase).

En la Figura 4 se ilustran más detalles de un transmisor CSEM marino típico. Además de generar las fuerzas necesarias para desplegar y remolcar el transmisor, el cable de remolque 43 suministra energía al transmisor desde la embarcación. Esa

rec.
do
proc
de
señal
o
datos

energía es típicamente suministrada a alto voltaje y baja corriente a los fines de disminuir las pérdidas óhmicas en el cable de remolque, el cual puede tener diversos kilómetros de longitud. El campo eléctrico que se genera en la tierra es proporcional a la corriente transmitida, razón por la cual el transmisor 40 incluye un transformador reductor con el objeto de suministrar energía a bajo voltaje y alta corriente a los electrodos de las antenas 41 y 42. Tomados en conjunto, los electrodos de las antenas y los cables que los conectan forman una antena transmisora dipolar eléctrica, con una longitud que típicamente se ubica en el rango comprendido entre 100 y 300 metros. En su operación típica, la antena inyecta 800-1.000 amperios de corriente a 100 Voltios o menos.

La señal del transmisor puede estar representada por una forma de onda más compleja que la onda cuadrada ilustrada en las Figuras 2 y 3. Por ejemplo, la forma de onda de tres picos ilustrada en las Figuras 5 y 6 está diseñada de forma tal de generar amplitudes aproximadamente iguales en el caso de la frecuencia fundamental, de la segunda armónica y de la cuarta armónica (X. Lu y L. J. Srnka, "Forma de Onda del Transmisor de Espectro Logarítmico para la Prospección Electromagnética de Fuente Controlada", Publicación de la Solicitud de Patente PCT No. WO/2.005/117326). Los siguientes son los tiempos de conmutación a los que se hace referencia en la Figura 5 en términos de la forma de onda de tres picos, expresados en fracciones del período T: $T_0 = 0$; $T_1 = 18/256$; $T_2 = 60/256$; $T_3 = 67/256$; $T_4 = 110/256$; $T_5 = 147/256$; $T_6 = 186/256$; $T_7 = 198/256$; $T_8 = 237/256$; y $T_9 = 1$. La forma de onda típicamente se repite luego del período indicado, T, lo que tiene como resultado una frecuencia fundamental $1/T$. Los tiempos de conmutación, T_1 , T_2 , etc. son convenientemente seleccionados para un transmisor que opera a una frecuencia portadora de 256 Hz. La amplitud depende de la cantidad de corriente que puede suministrar el transmisor. La Figura 6 ilustra las amplitudes en el dominio de la frecuencia de la forma de onda de tres picos ilustrada en la Figura 5. La mayor parte de la energía de la fuente aparece a las frecuencias $1/T$, $2/T$ y $4/T$.

Hz. Otros picos ($7/T$, $10/T$, $14/T$,...) igualmente incluyen cantidades útiles de la señal. Los picos muy reducidos ($3/T$, $5/T$, $8/T$,...) típicamente no generan una respuesta de utilidad en la tierra. Por el contrario, una forma de onda cuadrada carece de amplitud en las armónicas pares, mientras que las amplitudes de sus armónicas impares son proporcionales a $1/N$, donde N es el número de la armónica.

El transmisor descrito en la Figura 4 puede incluir componentes electrónicos con el propósito de rectificar o modificar la polaridad de la corriente sinusoidal que es suministrada desde la embarcación y de producir formas de onda que tengan las características deseadas de frecuencia y amplitud. Las técnicas para la generación de formas de onda se encuentran, por ejemplo, descritas en Chave y colaboradores, "Métodos de exploración eléctrica en el fondo del mar", en *Métodos Electromagnéticos en la Geofísica Aplicada*, tomo 2, M. Nabighian (ed), Soc. Explor. Geophys., Tulsa, 931-966 (1.991); Cox y colaboradores, "Sondeo electromagnético de fuente controlada de la litosfera oceánica", *Naturaleza*, **320**, 52-54 (1.986); y Sinha y MacGregor, publicación de la patente PCT WO 03/034096A1. En términos generales, estas técnicas operan suprimiendo la corriente de forma variable de la antena transmisora, dirigiendo un semiciclo de la alimentación a la antena o dirigiendo un semiciclo de la alimentación a la antena con polaridad eléctrica invertida. Este método resulta muy efectivo en la aproximación a formas de onda de baja frecuencia (por ejemplo, de 32 Hz e inferiores) a partir de las alimentaciones con una frecuencia portadora relativamente alta (por ejemplo, de 256 Hz y superior). Con la finalidad de ayudar a comprender este método, la Figura 7 ilustra cómo una forma de onda de tres picos y de 0,5 Hz puede ser conformada a partir de una corriente entrante a una frecuencia portadora de 16 Hz. La frecuencia portadora de 16 Hz tiene fines meramente ilustrativos; típicamente se utiliza una frecuencia muy superior. En la práctica, los efectos capacitivos del transmisor suavizan las fluctuaciones sinusoidales de alta frecuencia en cierto grado.

Entre los problemas que actualmente obstaculizan la prospección CSEM se encuentran los siguientes:

- la disminución del costo de las prospecciones CSEM mediante la reducción del tiempo consumido en la operación de las fuentes y receptores;
- la minimización del tiempo consumido en la recopilación de datos in situ a los efectos de superar las limitaciones impuestas por, por ejemplo, un clima aceptable, las temporadas de pesca o el tráfico de embarcaciones alrededor de las instalaciones de producción (las prospecciones CSEM son típica, más no necesariamente, llevadas a cabo en un ambiente marino);
- el mejoramiento de la calidad (relación señal-ruido) de los datos CSEM, por medio del incremento de la señal electromagnética total que es inyectada en la tierra; y
- el mejoramiento de la resolución de los datos CSEM, mediante el incremento del rango de frecuencias espaciales y temporales que pueden ser efectivamente transmitidas al interior de la tierra.

En los siguientes párrafos se describen algunas medidas actuales dirigidas a mitigar estos problemas.

El arrendamiento y la operación del buque de prospección constituyen una parte significativa del costo total de las prospecciones CSEM marinas. Aún cuando el porcentaje exacto variará de prospección a prospección, el tiempo consumido en la operación del transmisor puede fácilmente representar más de la mitad del costo de la prospección. Para transmitir la mayor señal posible al interior de los sedimentos submarinos, la antena es típicamente remolcada a una elevación de 50 metros o inferior por encima del fondo del mar. Para desplazar la antena con seguridad y efectivamente a esta elevación y simultáneamente mantener una resolución espacial

aceptable, la misma debe ser remolcada a velocidades relativamente bajas - típicamente de 2 nudos (≈ 1 m/s) o inferiores - razón por la cual las líneas de remolque largas pueden necesitar hasta todo un día para ser transportadas.

VM
al
reves

La señal electromagnética total que es inyectada en la tierra constituye un factor clave en la determinación del tamaño y profundidad de las acumulaciones de hidrocarburos que pueden ser identificadas utilizando los datos CSEM. Los niveles de ruido que son medidos por los receptores variarán de prospección a prospección y se dispone de algunos métodos para el procesamiento de datos que ayudan a disminuir este ruido; sin embargo, la capacidad de detectar la respuesta de la tierra a las señales inyectadas se ve finalmente limitada por este valor mínimo del ruido. La manera más directa de amplificar la señal por encima del ruido consiste en incrementar el momento dipolar del transmisor (corriente inyectada por longitud de la antena). La longitud de la antena se ve limitada por las capacidades de los equipos de lanzamiento y recuperación utilizados en la embarcación y por la necesidad mantener la antena neutralmente boyante. Un método más directo para incrementar el momento dipolar consiste en incrementar la corriente transmisora inyectada.

Conforme es ampliamente conocido a partir de la teoría del Análisis de Fourier y de consideraciones de profundidad de la corteza, la capacidad de resolver las características geológicas individuales utilizando una prospección CSEM se ve mejorada por la adición de más frecuencias temporales a la forma de onda del transmisor y por la ocupación de más ubicaciones espaciales con el transmisor. El rango de frecuencias temporales en uso es conocido como el ancho de banda de la fuente.

Conforme se indicó con anterioridad, Lu y Srnka diseñaron a la medida la forma de onda del transmisor de forma tal de esparcir más eficientemente la corriente disponible del transmisor entre las frecuencias de mayor importancia. Su forma de onda de tres picos es una secuencia de formas de onda del transmisor que equilibra

la amplitud de la corriente a tres frecuencias determinadas.

Los métodos de procesamiento tales como la sustracción del ruido estimado a las frecuencias no transmitidas (Willen, "Estimación del Ruido a Una Frecuencia mediante el Muestreo del Ruido a Otras Frecuencias", solicitud de patente internacional PCT PCT/US06/01555, consignada el 17 de enero de 2.006) y el apilamiento, han sido utilizados a los fines de mitigar el ruido en los datos CSEM.

Los trabajadores que laboran en el área de la exploración sísmica marina han hecho uso de múltiples fuentes sísmicas que son remolcadas a través de una única embarcación y de fuentes que son remolcadas por múltiples embarcaciones. Véase, por ejemplo, la figura 4 de la Patente de los Estados Unidos de América No. 5.924.049 otorgada a Beasley y colaboradores, "Métodos para la Recopilación y Procesamiento de Datos Sísmicos". El impacto inmediato que tiene la utilización de múltiples fuentes consiste en lograr una mejor resolución espacial de la subsuperficie, mediante la ocupación de una distribución más amplia de ubicaciones de la fuente y sin aumentar significativamente el tiempo consumido en la recopilación de los datos. Beasley y colaboradores adicionalmente describen un método para la energización de más de una fuente de forma simultánea, con el objeto de minimizar el costo de esta resolución espacial adicional. Su método consiste en reconstruir los datos que hubiesen sido recopilados si las fuentes hubiesen sido energizadas independientemente en el tiempo. Los mismos describen métodos para la reconstrucción de estos datos en base a la "inclinación" de los eventos sísmicos (la pendiente de funciones de actividades sísmicas de la desviación entre la fuente y el receptor) de diferentes fuentes. Véase igualmente la Solicitud de Patente del Reino Unido GB 2.411.006, consignada el 16 de febrero de 2.004, inventores: MacGregor y colaboradores, titulada "Prospección Electromagnética en Yacimientos de Hidrocarburos".

En el campo de la captación sísmica terrestre, la Patente de los Estados Unidos de

América No. 4.823.326 otorgada a Ward, agrupa las señales de barrido del vibrador en conjuntos de cuatro o más barridos e introduce un factor de fase a ser aplicado a cada barrido incluido en el conjunto. Al seleccionar apropiadamente estos factores de fase, Ward está en la capacidad de recuperar los datos que hubiesen sido recopilados de forma independiente por dos o más fuentes vibratoras a partir de los datos recolectados mientras las fuentes eran operadas simultáneamente. La técnica de Ward involucra la correlación de los datos del vibrador con las señales piloto, lo que tiene como resultado datos sísmicos en el dominio del tiempo.

Una serie de patentes otorgadas a Allen y a otros enfrentan el problema asociado con la separación de las respuestas sísmicas (ondas acústicas) de dos o más fuentes vibratorias que operan de forma simultánea. La Patente de los Estados Unidos de América No. 5.822.269 describe un método para la separación y preprocesamiento de los datos de las fuentes vibratorias por medio de la variación de la fase de las fuentes vibratorias de acuerdo con dos patrones. La Patente de los Estados Unidos de América No. 5.715.213 describe un método para el registro y preprocesamiento de los datos sísmicos vibratorios de alta fidelidad, método éste que incluye los pasos que consisten en medir el movimiento del vibrador asociado con la fuerza aplicada al vibrador por una función de transferencia de un sistema lineal, causal y de fase mínima que relaciona la salida real del vibrador con el movimiento medido del vibrador y en llevar a cabo la separación de las señales de acuerdo con la fuente de generación. La Patente de los Estados Unidos de América No. 5.721.710 describe un método para la separación de los efectos de la respuesta de la tierra sobre la energía vibratoria de los vibradores individuales de múltiples vibradores que son detectados por geófonos en el curso de una prospección sísmica.

Aún cuando los objetivos de cualquier prospección en particular y las condiciones halladas en las cercanías del fondo del mar pueden aportar cierta flexibilidad, existen limitaciones en torno a lo que se puede hacer para ahorrar tiempo mediante el

remolque del transmisor más rápidamente, ya que las velocidades superiores de remolque hacen más difícil controlar la elevación del transmisor sobre el fondo del mar.

Se puede lograr disponer de una considerable capacidad de generación de energía en el buque de remolque; sin embargo, la corriente global a la disposición de la antena se ve limitada por el tamaño físico del cable de remolque. La utilización de un cable de remolque de mayores dimensiones significaría utilizar grúas de mayores dimensiones para desplegar el cable y guinches de mayores dimensiones para dirigir el movimiento del transmisor a través de este cable más pesado. Un problema aún más grave consiste en mantener un mayor cable de remolque lo suficientemente frío como para evitar su deterioro mientras el mismo se encuentra en su carrete receptor.

Los métodos de procesamiento tales como el apilamiento están dirigidos al problema de incrementar la relación señal-ruido; sin embargo, los mismos únicamente afectan el costo o resolución de la prospección, ya que ambos criterios dependen de la relación señal-ruido. En términos generales, las técnicas para la recopilación de datos que están dirigidas a los problemas anteriormente identificados pueden ser puestas en práctica conjuntamente con una variedad de técnicas de procesamiento dirigidas a incrementar la relación señal-ruido.

Para poder reconstruir los datos que hubiesen sido recopilados por excitaciones independientes de las fuentes (no simultáneas), Beasley y colaboradores deben disponer de una separación física significativa de las fuentes, por ejemplo, ubicar una fuente en cualquiera de los extremos de un gallardete marino contentivo de los receptores. Únicamente disponiendo de esta separación física y de un ancho de banda relativamente alto (en comparación con las prospecciones CSEM), los mismos pueden establecer las trayectorias de desviación versus tiempo (sus Figuras 12 a 18) necesarias para separar los datos de cada fuente haciendo uso de técnicas de filtración multicanal, $f - k$, o de Radón. Los mismos deben emplear una técnica de

filtración que se sensible a estas trayectorias.

Ward identifica la oportunidad de codificar en fases los barridos independientes de los vibradores en un conjunto secuencial en el tiempo de barridos. Sin embargo, los barridos de los vibradores tienen un espectro continuo de la frecuencia bastante diferente de los espectros discretos de las fuentes CSEM tipificados por la Figura 6. En consecuencia, los conjuntos de barridos de los vibradores deben incluir un mínimo de cuatro barridos para poder separar los datos de dos vibradores. Se necesitan conjuntos de barrido aún mayores para poder emplear más vibradores.

RESUMEN DE LA INVENCIÓN

En una representación, ilustrada por el diagrama de flujo de la Figura 14, la invención se relaciona con un método para llevar a cabo una prospección electromagnética de fuente controlada de una región subterránea utilizando dos o más transmisores electromagnéticos, de forma tal que las respuestas combinadas en un receptor puedan ser separadas de acuerdo con el transmisor, método éste que comprende:

(a) la selección o construcción de N formas de onda mutuamente ortogonales, una para cada uno de los N transmisores, donde $N = 2$ o más (Paso 141); (b) la energización de cada transmisor para repetitivamente transmitir su forma de onda, donde todos los transmisores transmiten de forma simultánea (Paso 142); (c) el registro de una respuesta electromagnética combinada a las múltiples transmisiones simultáneas en uno o más receptores (Paso 143); y (d) el envío de los datos de la respuesta combinada registrada para su procesamiento a los efectos de separar los datos mediante su distribución a lo largo de un intervalo de tiempo predeterminado y la posterior transformación de los datos, período a período, al dominio de la frecuencia, donde el intervalo de tiempo de cada período es determinado por las periodicidades de estas formas de onda (Paso 144).

La ortogonalidad mutua de las formas de onda se basa en una de las siguientes o en

una combinación de ambas:

- (i) la selección de las formas de onda que carecen de frecuencias comunes con amplitudes asociadas no despreciables en sus espectros de frecuencia, utilizando un criterio predeterminado de insignificancia (Paso **140A**);
- (ii) la construcción de las formas de onda a partir de la repetición de un determinado elemento de la forma de onda aplicando uno o más desplazamientos de fase predeterminados al elemento seleccionado, donde los desplazamientos de fase son seleccionados de forma tal que, cuando los datos combinados son divididos a lo largo de un intervalo de tiempo determinado y son luego transformados período a período al dominio de la frecuencia, los datos de cada transmisor pueden ser separados en virtud de los desplazamientos de fase y donde el intervalo de tiempo periódico seleccionado es un determinado múltiplo entero (al menos dos) de la duración del elemento de la forma de onda (Paso **140B**).

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

La presente invención y sus ventajas serán comprendidas con mayor claridad haciendo referencia a la siguiente descripción detallada y a las figuras adjuntas, en las cuales:

La Figura 1 ilustra un despliegue típico de los equipos utilizados en una prospección CSEM marina;

Las Figuras 2A-B ilustran ejemplos de las señales CSEM recibidas;

Las Figuras 3A-B ilustran el proceso de división de la señal de un receptor en el tiempo y de determinación del espectro de la frecuencia incluido en cada período de tiempo por análisis de Fourier;

La Figura 4 ilustra algunos detalles de una fuente CSEM marina;

La Figura 5 ilustra la forma de onda de tres picos;

La Figura 6 ilustra el espectro de la frecuencia de la forma de onda de tres picos;

La Figura 7 ilustra cómo se puede construir una forma de onda de tres picos utilizando una onda portadora de 16 Hz;

Las Figuras 8A-B ilustran un ejemplo de dos formas de onda que pueden ser utilizadas en la presente invención y que son ortogonales en virtud de carecer de frecuencias comunes en sus espectros de la frecuencia, donde cada espectro de este ejemplo en particular contiene una única frecuencia;

Las Figuras 9A-B ilustran un ejemplo de dos formas de onda que pueden ser utilizadas en la presente invención y que son ortogonales entre sí en virtud de ser construidas a partir del mismo elemento de la forma de onda (un único ciclo de una senoide de un periodo de 4 segundos), donde se aplica un desplazamiento de fase apropiado a los elementos que conforman la forma de onda de la Figura 9B;

Las Figuras 10A-B ilustran un ejemplo de dos formas de onda que no pueden ser utilizadas en la presente invención;

Las Figuras 11A-C ilustran un ejemplo de tres formas de onda mutuamente ortogonales, cuya ortogonalidad mutua depende de una combinación de espectros disjuntos y codificación de fase;

Las Figuras 12A-B ilustran un ejemplo de dos formas de onda no sinusoidales que son ortogonales en virtud de tener espectros disjuntos, es decir, ninguna frecuencia común en sus espectros de frecuencia;

Las Figuras 13A-B ilustran un ejemplo de dos formas de onda no sinusoidales que son sometidas a codificación de fase para hacerlas ortogonales; y

La Figura 14 es un diagrama de flujo que ilustra los pasos básicos del presente

método inventivo.

La invención será descrita en relación con sus representaciones preferentes. Sin embargo, en la medida en que la siguiente descripción detallada sea específica en términos de una representación en particular o de un uso en particular de la invención, se prevé que lo anterior sea meramente ilustrativo y no deberá ser interpretado como limitante del alcance de la invención. Por el contrario, se prevé abarcar todas las alternativas, modificaciones y equivalentes que puedan ser incluidos dentro del espíritu y alcance de la invención definida por las reivindicaciones adjuntas.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS REPRESENTACIONES PREFERENTES

La presente invención se relaciona con un método para la utilización simultánea de múltiples transmisores electromagnéticos en una prospección CSEM. Las transmisiones simultáneas son admitidas a través de la utilización de formas de onda ortogonales, de forma tal que los datos que hubiesen sido recopilados a partir de transmisiones independientes puedan ser recuperados durante el procesamiento de los datos.

Existen tres maneras de construir formas de onda ortogonales que puedan ser utilizadas en la presente invención:

- 1) Se pueden seleccionar formas de onda individuales, de forma tal que las frecuencias significativas de sus espectros no se solapen. Es decir, se seleccionan las formas de onda que carezcan de frecuencias en común o cuyas frecuencias comunes sean tan débiles como para ser irrelevantes. Este enfoque puede ser identificado con el término "espectros disjuntos".
- 2) Se pueden formar conjuntos de formas de onda a partir de una serie de formas de onda en el tiempo y aplicar desplazamientos de fase predeterminados a

las formas de onda individuales incluidas en un conjunto. De procesarse la totalidad de los conjuntos de formas de onda y contabilizarse apropiadamente los factores de desplazamiento de fase, se pueden recuperar los datos que hubiesen sido recopilados a partir de las fuentes individuales. Este enfoque puede ser identificado con el término "codificación de fase".

3) Una combinación de los métodos (1) y (2) en la cual algún transmisor transmite formas de onda que son ortogonales en virtud de sus espectros de frecuencia, mientras que otros transmisores transmiten conjuntos de formas de onda que son ortogonales producto de sus factores de fase.

Las Figuras 8A-B ilustran un ejemplo de espectros disjuntos donde un transmisor está transmitiendo una forma de onda sinusoidal de 1/4 Hz (Figura 8A) y el segundo transmisor está simultáneamente transmitiendo una forma de onda sinusoidal de 3/4 Hz (Figura 8B). Cuando los datos de estas formas de onda son divididos en intervalos de 4 segundos (o en un intervalo múltiple de 4 segundos), el paso de descomposición espectral (análisis de Fourier) especificado en las Figuras 3A-B producirá dos amplitudes correspondientes a los datos que hubiesen sido recopilados si los transmisores hubiesen sido operados de forma independiente.

Las Figuras 9A-B ilustran un ejemplo de codificación de fase donde los conjuntos de formas de onda son contruidos mediante el acoplamiento de dos formas de onda. La Figura 9A ilustra dos formas de onda cosenoidales consecutivas de 1/4 Hz. La Figura 9B ilustra dos formas de onda sinusoidales consecutivas de 1/4 Hz, donde se aplica un desplazamiento de fase de 180° a la segunda forma de onda del conjunto. Cuando los datos producto de estas dos fuentes son divididos en intervalos de 8 segundos (o 16 segundos, 24 segundos, etc.), el paso de descomposición espectral recuperará los datos correspondientes a la señal de la fuente de la Figura 9A y cancelará los datos correspondientes a la señal de la fuente de la Figura 8B. Lo anterior ocurre ya que cualquier otra forma de onda de la señal de la Figura 9B ha

sido multiplicada por un factor de -1, lo que corresponde a un desplazamiento de fase de 180° . Alternativamente, si este factor de fase es primero removido de los datos multiplicando cualquier otro intervalo de 4 segundos por -1, el paso de descomposición espectral utilizando un período de 8 segundos cancelará los datos correspondientes a la transmisión superior y recuperará los datos de la transmisión inferior.

No es posible utilizar la misma frecuencia en cada una de dos o más formas de onda ortogonales, sin emplear factores de fase en combinación con conjuntos de formas de onda. La Figura 10A (una onda cosenoidal de $\frac{1}{4}$ Hz) y la Figura 10B (una onda sinusoidal de $\frac{1}{4}$ Hz) ilustran dos formas de onda que *no* pueden ser utilizadas en la transmisión simultánea. Debido tanto a su naturaleza resistiva como a su falta de uniformidad, la respuesta de la tierra a las ondas electromagnéticas contiene componentes que están tanto en fase como fuera de fase con la fuente. En consecuencia, cuando los datos producto de la utilización simultánea de ambas señales fuente son espectralmente descompuestos en períodos de 4 segundos (u 8 segundos, 12 segundos, etc.), los datos fuera de fase del transmisor de la Figura 10A (coseno) no pueden ser diferenciados de los datos en fase del transmisor de la Figura 10B (seno). De igual forma, los datos fuera de fase de la forma de onda de la Figura 10B se verán irrecuperablemente entrelazados con los datos en fase de la forma de onda de la Figura 10A.

Las Figuras 11A-C ilustran un ejemplo que utiliza el Método (3) y que puede ser utilizado para excitar tres transmisores simultáneamente. El conjunto de formas de onda de cada figura tiene una longitud de 8 segundos y las formas de onda individuales son de ya sea 4 segundos (formas de onda A y C) o $\frac{4}{3}$ de segundo (forma de onda B). Los conjuntos de formas de onda A y B son ortogonales en virtud de sus espectros de frecuencia disjuntos, al igual que los conjuntos de formas de onda B y C. Los conjuntos de formas de onda A y C son ortogonales en virtud del

factor de fase de 180° que es aplicado durante la segunda mitad del conjunto de formas de onda C.

La forma de onda de un transmisor individual puede ser expresada de la siguiente manera:

$$\sum_f A(f) \sin(2\pi ft) + \sum_f B(f) \cos(2\pi ft)$$

donde f es la frecuencia, t es el tiempo y A y B expresan la porción de la corriente del transmisor presente a cada frecuencia. Sin embargo, esta forma de una expansión de Fourier en serie resulta inconveniente en términos del procesamiento de los datos CSEM. Conforme se describió con anterioridad, la respuesta de la tierra a una señal CSEM transmitida contiene dos componentes: una respuesta que está en fase con la señal transmitida y una respuesta que está fuera de fase con la señal transmitida. En consecuencia, si la señal transmitida estuviese totalmente conformada por una función cosenoidal, la respuesta estaría conformada por funciones tanto senoidales como cosenoidales. Por el contrario, si la señal transmitida estuviese en su totalidad conformada por una función senoidal, la respuesta estaría conformada por funciones tanto senoidales como cosenoidales. Para que el procesador de los datos CSEM pueda directamente reconocer tanto los componentes en fase como los fuera de fase de la respuesta de la tierra, resulta conveniente definir

$$\tan(\phi) = -\frac{A(f)}{B(f)}$$

$$C(f) = \sqrt{A^2(f) + B^2(f)}$$

y expresar la forma de onda de un transmisor individual de la siguiente manera

$$\begin{aligned}
& \sum_f A(f) \sin(2\pi ft) + \sum_f B(f) \cos(2\pi ft) \\
&= -\sum_f \sqrt{A^2 + B^2} \sin(\phi) \sin(2\pi ft) + \sum_f \sqrt{A^2 + B^2} \cos(\phi) \cos(2\pi ft) \\
&= \sum_f \sqrt{A^2 + B^2} \cos(2\pi ft + \phi) \\
&= \sum_f C(f) \cos(2\pi ft + \phi)
\end{aligned}$$

En consecuencia, una secuencia de formas de onda consecutivas (un "conjunto de formas de onda") puede ser expresada de la siguiente manera

$$\sum_f W_m^n(f) \cos(2\pi ft + \phi_{nm}) \quad (1)$$

donde n identifica el conjunto de formas de onda en sí y m identifica una forma de onda individual incluida dentro del conjunto. Esta expresión representa la expansión de Fourier de la totalidad del conjunto de formas de onda y W son los coeficientes de expansión o puede ser alternativamente considerado como la amplitud de la forma de onda en el dominio de la frecuencia. Aquellos diestros en este arte sabrán cómo calcular los coeficientes en serie de Fourier para una determinada función del tiempo, es decir, la forma de onda de la señal fuente. W es diferente de cero únicamente a valores específicos de f de las formas de onda de interés en la presente invención. Por ejemplo, la amplitud de una forma de onda cuadrada es diferente de cero a las frecuencias $f_0, 3 f_0, 5 f_0, 7 f_0, \dots$ donde $1/f_0$ es el período de la onda cuadrada. El factor de fase que es aplicado a la forma de onda m del conjunto n es ϕ_{nm} . Se presume que la totalidad del conjunto de formas de onda abarca un tiempo T , luego del cual el mismo se repite. A título de otro ejemplo, la expansión de la forma de onda de la Figura 8A sólo tendrá un único término con $f = 1/4$ Hz y $\phi = -\pi/2$, es decir, $W(f)$ será igual a cero para todas las frecuencias a excepción de $1/4$ Hz, donde será igual a 150 (la amplitud de la onda cosenoidal). Existe únicamente una forma de onda en este conjunto. El conjunto de formas de onda de la Figura 9B es un ejemplo donde existen dos formas de onda en el conjunto. En el caso de la forma de onda m

= 1, el desplazamiento de fase $\phi = -\pi/2$ pero, en el caso de $m = 2$, $\phi = \pi$. Tanto $W_1(1/4)$ como $W_2(1/4) = 150$ Amperios en este ejemplo. A título de un ejemplo adicional, en el caso de la forma de onda de tres picos de la Figura 5, los valores de $W(f)$ pueden ser leídos en el eje vertical de la Figura 6.

El término "conjunto de formas de onda" (a diferencia de la forma de onda individual incluida en el conjunto) es utilizado en el presente documento y fue definido con anterioridad. Esta terminología es de utilidad para describir las formas de onda ortogonales con codificación de fase, por estar las mismas conformadas por una secuencia de "formas de onda individuales" con codificación de fase. Esta terminología no tiene un valor agregado en particular al ser aplicada a las señales fuente que son ortogonales debido a espectros disjuntos. En conformidad, en las reivindicaciones adjuntas y en un esfuerzo por utilizar una terminología más auto-explicativa, esta terminología (conjunto de formas de onda / forma de onda individual) es sustituida por "forma de onda" y "elemento de la forma de onda". En consecuencia, en el caso de las formas de onda del transmisor con codificación de fase de las Figuras 9A-B, el elemento de la forma de onda es un único ciclo de una senoide de $1/4$ Hz. Cada forma de onda fuente es construida a partir de dos elementos de la forma de onda con desplazamiento de fase (el desplazamiento de fase puede ser igual a cero). En el caso de las señales fuente del ejemplo de espectros disjuntos de las Figuras 8A-B, los sinusoides ilustrados son la "forma de onda" y no existe un "elemento" de forma de onda independiente. Alternativamente, la forma de onda y el elemento de la forma de onda pueden ser considerados sinónimos en el caso de los espectros disjuntos. La forma de onda (conjunto de formas de onda) es una unidad de señal que es repetida por cada una de las múltiples fuentes CSEM en la presente invención.

Los diferentes métodos de descomposición espectral (transformación al dominio de la frecuencia y separación por transmisor) varían en detalle; sin embargo, los datos

de los receptores asociados con el conjunto i de formas de onda (es decir, el transmisor i) pueden ser generalmente extraídos (en el caso de los conjuntos de formas de onda fuente de acuerdo con la presente invención) mediante la ejecución de la transformada ponderada de Fourier.

$$\begin{aligned} D_{en\ fase}^i(f) &= \frac{2}{T} \int_0^T dt \tilde{W}_j^i(f) \cos(2\pi ft + \varphi_{ij}) D(t) \\ D_{fuera\ de\ fase}^i(f) &= \frac{2}{T} \int_0^T dt \tilde{W}_j^i(f) \sin(2\pi ft + \varphi_{ij}) D(t) \end{aligned} \quad (2)$$

donde $D(t)$ son los datos de los receptores recopilados en el dominio del tiempo con todos los N transmisores activos, D^i son los datos a la frecuencia f que hubiesen sido recopilados a partir de cualquier transmisor individual en operación por sí solo y $\tilde{W}_j^i(f) = W_j^i(f)^{-1}$ donde W es diferente de cero y $\tilde{W}_j^i(f) = 0$ en cualquier otro caso. En consecuencia, la transformación de Fourier de los datos electromagnéticos al dominio temporal de la frecuencia debe ser llevada a cabo utilizando métodos numéricos y un ordenador. Sin embargo, este cálculo no necesita ser llevado a cabo para todas las frecuencias ya que las señales de los transmisores han sido diseñadas de forma tal que sólo incluyan unas pocas frecuencias con amplitudes significativas asociadas en su espectro de frecuencia y se puede prever que lo anterior se vea igualmente reflejado en los datos medidos. En consecuencia, en la práctica, es decir, en las representaciones preferentes (más no en todas) de la presente invención, la transformación de los datos al dominio de la frecuencia se reduce a calcular los coeficientes de Fourier para la expansión de Fourier de los datos, sólo a aquellas frecuencias a las cuales se puede esperar un coeficiente de expansión significativo diferente de cero. El término $\tilde{W}$ aporta normalización de la fuente a los resultados. En el caso del ejemplo de las dos señales de los transmisores de las Figuras 8A-B, se sabe que se debe llevar a cabo la integración que antecede sólo a las dos frecuencias: $\frac{1}{4}$ Hz y $\frac{3}{4}$ Hz y los dos resultados serán las dos respuestas de fuente independiente en el dominio de la frecuencia. (De ser

necesario, cada respuesta individual puede ser posteriormente sometida a transformación inversa con el objeto de obtener datos independientes en el dominio del tiempo). La integral que antecede será calculada (en el caso de las dos señales de los transmisores de la Figura 8A-B) durante los primeros cuatro segundos de recopilación de datos, luego nuevamente durante los siguientes cuatro segundos y así sucesivamente, con el propósito de calcular el espectro de la frecuencia en periodos de tiempo consecutivos. Adicionalmente, en este ejemplo, $\tilde{W}(1/4) = 1/150$ y $\phi = 0$.

En un método alternativo de descomposición espectral, los datos de los receptores recopilados a partir del conjunto de formas de onda del transmisor en la expresión (1), pueden ser descompuestos utilizando un proceso de ajuste de los datos, por ejemplo, por mínimos cuadrados (entre otros). Para comprender la descomposición por ajuste de los datos, nótese que la forma de onda de los receptores debe ser periódica y tener un período T y puede ser expresada de la siguiente manera

$$D(t) = \sum_f A(f) \text{ sen}(2\pi ft) + \sum_f B(f) \cos(2\pi ft).$$

Para extraer el espectro de frecuencia en fase de los receptores utilizando un ajuste por mínimos cuadrados, se pueden sumar los valores en el tiempo y hallar

$$\min \frac{1}{T} \int_0^T dt \left[C(f) W_m''(f) \cos(2\pi ft + \phi_{mm}) - \sum_f A(f) \text{ sen}(2\pi ft) - \sum_f B(f) \cos(2\pi ft) \right]^2$$

Para minimizar esta función, la misma es diferenciada con respecto a C y se iguala el resultado a cero:

$$\begin{aligned}
0 &= \frac{\partial}{\partial C} \frac{1}{T} \int_0^T dt \left[\begin{aligned} &C^2(f') W_m^n(f)^2 \cos^2(2\pi f t + \phi_{nm}) \\ &- 2C(f') W_m^n(f) \cos(2\pi f t + \phi_{nm}) \sum_f \{A(f) \sin(2\pi f t) + B(f) \cos(2\pi f t)\} \\ &+ \text{términos independientes de } C \end{aligned} \right] \\
&= C(f') W_m^n(f) \frac{1}{T} \int_0^T dt \cos^2(2\pi f t + \phi_{nm}) \\
&\quad - \frac{1}{T} \int_0^T dt \cos(2\pi f t + \phi_{nm}) \sum_f \{A(f) \sin(2\pi f t) + B(f) \cos(2\pi f t)\} \\
&= \frac{1}{2} C(f) W_m^n(f) - \frac{1}{T} \int_0^T dt \cos(2\pi f t + \phi_{nm}) \sum_f \{A(f) \sin(2\pi f t) + B(f) \cos(2\pi f t)\}
\end{aligned}$$

de forma tal que

$$C(f) = \frac{2}{T} \int_0^T dt \tilde{W}_m^n(f) \cos(2\pi f t + \phi_{nm}) \sum_f \{A(f) \sin(2\pi f t) + B(f) \cos(2\pi f t)\}$$

el mismo resultado de las ecuaciones de los componentes en fase (2). Por el contrario, para extraer el espectro de frecuencia fuera de fase de los receptores utilizando un ajuste de mínimos cuadrados, se determina

$$\min \frac{1}{T} \int_0^T dt \left[E(f) W_m^n(f) \sin(2\pi f t + \phi_{nm}) - \sum_f A(f) \sin(2\pi f t) - \sum_f B(f) \cos(2\pi f t) \right]^2$$

obteniéndose el mismo resultado de las ecuaciones de los componentes fuera de fase (2):

$$E(f) = \frac{2}{T} \int_0^T dt \tilde{W}_m^n(f) \sin(2\pi f t + \phi_{nm}) \sum_f \{A(f) \sin(2\pi f t) + B(f) \cos(2\pi f t)\}$$

Aquellos expertos en este arte comprenderán que la descomposición espectral mediante el ajuste de los datos puede ser utilizada como una manera de transformar los datos al dominio de la frecuencia. Como un asunto práctico, la descomposición espectral es típicamente implementada informáticamente, es decir, llevada a cabo con la ayuda de un ordenador.

Se puede apreciar que las ecuaciones (2) pueden ser interpretadas como que utilizan

la inversa (recíproca) de los términos (diferentes de cero) en la expansión de Fourier, es decir, la expresión (1), de la señal teórica del transmisor en la integral, a los efectos de extraer los datos de los receptores correspondientes a esa frecuencia. En lugar de utilizar la señal teórica en este respecto, en algunas representaciones de la presente invención, la forma de onda real que es transmitida es medida y se utiliza la inversa de la forma de onda medida en la ecuación (2). La señal realmente transmitida puede en cierto modo variar de señal teórica debido a factores tales como las limitaciones del generador de la señal y los cortocircuitos en la antena transmisora. Los resultados de este enfoque son valores ligeramente diferentes del coeficiente de expansión W y del factor de fase ϕ . La medición de la señal realmente transmitida puede ser llevada a cabo utilizando un receptor, por ejemplo, uno de los receptores de prospección. Sin embargo, el receptor debe estar ubicado cerca del transmisor, de forma tal que la respuesta medida sea inalterada por la transmisión a través de los medios circundantes.

Para poder ser utilizados como conjuntos de formas de onda CSEM simultáneos, la totalidad de los conjuntos deben ser matemáticamente ortogonales entre sí y con su cuadratura o deben ser versiones fuera de fase. Es decir, en el caso de cualesquiera dos conjuntos diferentes de formas de onda i y k tomados entre N conjuntos ortogonales, debe ser cierto para todos los componentes de las formas de onda j y l que

$$\int_0^T dt \sum_j \tilde{W}_j^i(f) \cos(2\pi f t + \phi_{ij}) W_i^k(f) \cos(2\pi f t + \phi_{kl}) = 0 \quad (3)$$

y que

$$\int_0^T dt \sum_j \tilde{W}_j^i(f) \sin(2\pi f t + \phi_{ij}) W_i^k(f) \cos(2\pi f t + \phi_{kl}) = 0 \quad (4)$$

donde $1 \leq i, k \leq N$, y $i \neq k$. La ecuación (3) proviene de la simple ortogonalidad

matemática de los conjuntos de formas de onda y la ecuación (4) del aseguramiento que tanto las respuestas en fase como fuera de fase de la tierra puedan ser extraídas de los datos. A partir de estas ecuaciones, es evidente que los conjuntos de formas de onda pueden ser ortogonales ya sea porque las W no compartan frecuencias o porque los valores de ϕ han sido seleccionado de forma tal de forzar las integrales a ser iguales a cero con el tiempo.

Las Figuras 12A-B y 13A-B ilustran dos ejemplos adicionales de conjuntos de formas de onda ortogonales que son creados a partir de formas de onda cuadradas y de tres picos. La Figura 12A ilustra cuatro ciclos de la forma de onda de tres picos y la Figura 12B ilustra dos ciclos de una onda cuadrada. La onda de tres picos tiene un período de 4 segundos y la onda cuadrada tiene un periodo de 8 segundos. Estas dos formas de onda son ortogonales debido a que sus espectros de frecuencia no se solapan. La forma de onda de tres picos tiene el espectro $1/4$ Hz, $2/4$ Hz, $7/4$ Hz, $10/4$ Hz, etc. La onda cuadrada tiene un espectro $1/8$ Hz, $3/8$ Hz, $5/8$ Hz, etc. Las respuestas resultantes de la tierra pueden ser separadas en los datos por análisis de Fourier, cuando los datos son distribuidos sobre un intervalo de 8 segundos.

Las Figuras 13A y 13B ilustran dos conjuntos de formas de onda más complicados en los cuales las formas de onda individuales han sido sometidas a codificación de fase a los fines de lograr su ortogonalidad. Aún cuando las formas de onda base son iguales (triple pico de 4 segundos), los conjuntos de formas de onda son ortogonales durante un periodo de 8 segundos y pueden ser separados por descomposición espectral en un período de 8 segundos.

La presente invención se relaciona con la separación de los datos medidos en respuesta a múltiples fuentes electromagnéticas simultáneas. Los problemas prácticos que deben ser superados al desplegar más de un transmisor de forma simultánea no están incluidos dentro del alcance de la presente invención; sin embargo, algunos de estos problemas son no obstante y brevemente tocados

conforme se indica a continuación:

- *Las formas de onda complejas del transmisor, por ejemplo, las de triple pico y de cuatro picos, tienen una rica estructura armónica que incluye numerosas armónicas (múltiples de $1/T$). Por ejemplo, la forma de onda de tres picos ilustrada en la Figura 6 tiene una armónica 40^{a} (frecuencia = $40/T$) cuya amplitud es alrededor de $1/15$ tan fuerte como las armónicas a $1/T$, $2/T$ y $4/T$. Dado que las señales electromagnéticas decaen a medida que se propagan en la tierra y que las frecuencias más altas decaen muy rápidamente debido al efecto de la profundidad de la corteza, puede resultar sumamente difícil identificar las señales asociadas con las armónicas superiores. A los fines de crear conjuntos de formas de onda aproximadamente ortogonales y a título de una representación preferente, se pueden ignorar las frecuencias cuyas amplitudes teóricas o medidas son inferiores a algún valor mínimo o umbral (por ejemplo, 0,05 veces las amplitudes pico de la forma de onda).*
- *Los transmisores reales son imperfectos y sus espectros difieren de las idealizaciones matemáticas ilustradas en las Figuras 5, 6 y 7. Por ejemplo, los transmisores reales no conmutan sus ciclos portadores instantáneamente conforme se ilustra en la Figura 7. Lo anterior tiene como resultado que el contenido espectral de la forma de onda difiera del ideal matemático. Nuevamente y a los fines de imponerle una ortogonalidad aproximada a los conjuntos de formas de onda, de ser posible, es preferible utilizar los espectros medidos, al igual que ignorar las frecuencias cuyas amplitudes sean inferiores a 0,05 (o algún otro valor límite) veces la amplitud pico de la forma de onda.*
- *En el caso en el cual un transmisor se está desplazando, las formas de onda incluidas en un conjunto de formas de onda en efecto guardan correspondencia con las diferentes posiciones del transmisor. Este movimiento a su vez disminuye la resolución espacial de los datos a medida que la misma es distribuida a lo largo de*

un intervalo de tiempo mayor. En la situación extrema de un conjunto de formas de onda sumamente largo, los datos pueden ser promediados a lo largo de un área espacial demasiado grande como para ser de valor. Por estas razones, las velocidades de las antenas son preferiblemente mantenidas inferiores a aproximadamente de 2 nudos (alrededor de 1 m/s) y la duración de los conjuntos de formas de onda es preferiblemente limitada a, por ejemplo, 96 segundos o menos. Estas limitaciones aún son lo suficientemente flexibles como para permitir la utilización de la presente invención (es decir, múltiples transmisores transmitiendo múltiples conjuntos de formas de onda) para sondear las frecuencias comúnmente utilizadas de entre 1/32 y 1/2 segundos.

- *Existen riesgos únicos en términos de los equipos y de la infraestructura submarina ("peligros") asociados con el desplazamiento de múltiples transmisores CSEM a través del agua.* Independientemente de si los transmisores son desplegados desde una o múltiples embarcaciones, con el objeto de minimizar el riesgo de enredo, es preferible mantener una separación física entre cualesquiera dos transmisores igual a al menos la longitud del electrodo de mayor longitud. En el caso de las antenas transmisoras típicas de 300 metros, el electrodo de mayor longitud puede tener 320 metros y tener la correspondiente separación física mínima. En algunas configuraciones, por ejemplo, de las antenas verticalmente separadas, la separación mínima será menor.

- *Cada antena transmisora fungirá como un receptor y, en consecuencia, captará la señal generada por las demás antenas.* Este efecto es muy dependiente de la ubicación, ya que el recorrido dominante de la señal pudiese ser a través del agua, a través de la tierra, en agua poco profunda o a través de la atmósfera. Este efecto se ve adicionalmente complicado por la variación en la intensidad de la señal con la frecuencia y por la capacidad incierta del hardware del transmisor de mantener una forma de onda estable en la presencia de esta señal. En aquellos casos donde

la captación constituye una preocupación, es preferible restringir la separación entre dos antenas de forma tal que sea superior a la máxima proyección de cualquiera de los electrodos de mayor longitud a lo largo de la línea definida por la otra antena. En términos generales, la anterior es una limitación menos severa que el criterio de riesgo del párrafo anterior y únicamente se aproxima al criterio de riesgo cuando las antenas son paralelas.

- *La invención puede ser utilizada con antenas transmisoras cuyas posiciones son controladas por cualquier medio, ya sea en desplazamiento o estacionario.* Lo anterior incluye la utilización de paravanes, barovanes, guinches, cables, grúas y poleas, con el propósito de controlar múltiples fuentes sísmicas y receptores. Véase, por ejemplo, Sheriff, Robert, E., *Diccionario Enciclopédico de Geofísica Aplicada*, Sociedad de Geofísicos de Exploración, 4ta edición (2.002); y la Patente de los Estados Unidos de América No. 4.798.156 otorgada a Langeland y colaboradores (1.989).

A partir de las observaciones que anteceden, se apreciará que el requerimiento de la presente invención de ortogonalidad mutua de las formas de onda deberá ser interpretado como que significa una ortogonalidad sustancial, tanto debido a que una ortogonalidad perfecta no puede ser lograda en la práctica, como debido a que no es en todo caso necesario que la invención trabaje satisfactoriamente. La presente invención puede ser fácilmente puesta en práctica por cualquier experto en el arte de la recopilación y procesamiento de datos CSEM. Los métodos necesarios para sincronizar los relojes asociados con múltiples receptores y transmisores no difieren de aquellos métodos utilizados para recopilar y procesar los datos de un único transmisor. Adicionalmente, aquellos expertos en estos métodos apreciarán que la invención puede ser utilizada:

- con antenas transmisoras desplegadas desde múltiples embarcaciones superficiales, lo que incluye los escenarios donde una o más de las embarcaciones o

antenas son estacionarias durante la transmisión y donde una o más de las embarcaciones o antenas se desplazan durante la transmisión;

- con formas de onda transmisoras que son creadas por cualquier medio, lo que incluye la conmutación y la rectificación;
- con tres o más formas de onda ortogonales de forma tal de utilizar más de dos transmisores (conforme se ilustra en la Figura 11);
- con cualquier combinación de antenas transmisoras, ya sea eléctricas o magnéticas; y
- en conjunto con otras técnicas de captación y procesamiento del tipo CSEM.

La aplicación que antecede está dirigida a representaciones particulares de la presente invención a los fines de ilustrarla. Sin embargo, resultará evidente para aquellos expertos en este arte que son posibles numerosas modificaciones y variaciones a las representaciones descritas en el presente documento. Por ejemplo, aún cuando la descripción que antecede utiliza ejemplos donde la invención es aplicada en un ambiente marino, lo anterior no constituye una restricción de la invención. Aquellos expertos en este arte fácilmente comprenderán que la invención tiene puede ser igualmente aplicada a las prospecciones electromagnéticas que son llevadas a cabo en tierra. Se prevé que todas estas modificaciones y variaciones se ubiquen dentro del alcance de la presente invención, alcance éste que es definido por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES:

1. Un método para llevar a cabo una prospección electromagnética de fuente controlada de una región subterránea utilizando dos o más transmisores electromagnéticos, de forma tal que las respuestas combinadas en un receptor puedan ser separadas de acuerdo con el transmisor, método éste que comprende:

- (a) la selección o construcción de N formas de onda mutuamente ortogonales, una para cada uno de los N transmisores, donde $N = 2$ o superior;
- (b) la energización de cada transmisor para repetitivamente transmitir su forma de onda donde todos los transmisores transmiten de forma simultánea;
- (c) el registro de una respuesta electromagnética combinada a las múltiples transmisiones simultáneas en uno o más receptores; y
- (d) el envío de los datos de la respuesta combinada registrada para su procesamiento, a los efectos de separar los datos mediante su distribución a lo largo de un intervalo de tiempo predeterminado y la posterior transformación de los datos, período a período, al dominio de la frecuencia, donde el intervalo de tiempo de cada período es determinado por las periodicidades de estas formas de onda.

2. El método de la reivindicación 1, donde la ortogonalidad mutua de las formas de onda se basa en una de las siguientes o en una combinación de ambas:

- (i) la selección de las formas de onda que carecen de frecuencias comunes con amplitudes asociadas no despreciables en sus espectros de frecuencia, utilizando un criterio predeterminado de

?

no es lo mismo

?

exp? f. d. t.

no tiene este tipo de respuesta son 0 puede ser

insignificancia;

- (ii) la construcción de las formas de onda a partir de la repetición de un determinado elemento de la forma de onda aplicando uno o más desplazamientos de fase predeterminados al elemento seleccionado, donde los desplazamientos de fase son seleccionados de forma tal que, cuando los datos combinados son divididos a lo largo de un intervalo de tiempo determinado y son luego transformados período a período al dominio de la frecuencia, los datos de cada transmisor pueden ser separados en virtud de los desplazamientos de fase y donde el intervalo de tiempo periódico seleccionado es un determinado múltiplo entero (al menos dos) de la duración del elemento de la forma de onda.
3. El método de la reivindicación 1, donde los datos son transformados al dominio de la frecuencia por transformación de Fourier.
4. El método de la reivindicación 1, donde los datos son transformados al dominio de la frecuencia haciendo uso de una técnica de ajuste de datos.
5. El método de la reivindicación 4, donde la técnica de ajuste de datos es por mínimos cuadrados.
6. El método de la reivindicación 1, donde las N formas de onda son la misma forma de onda periódica, salvo que las mismas tienen N frecuencias diferentes, donde todos los N periodos (recíprocos de la frecuencia) incluyen un múltiplo entero común.
7. El método de la reivindicación 6, donde la misma forma de onda periódica es una senoide.
8. El método de la reivindicación 6, donde la misma forma de onda periódica es

Se dosifica
de la
ant.
P. no
plano
ambae
lofric
on las
proc.

una onda cuadrada.

9.

El método de la reivindicación 1, el cual adicionalmente incluye la colocación de un receptor cerca de cada transmisor, la medición y registro de la señal real del transmisor y el envío de las señales reales registradas, conjuntamente con los datos de la respuesta combinada, de forma tal que las respuestas independientes puedan ser extraídas de la respuesta combinada utilizando las señales reales medidas.

10. Un método para llevar a cabo una prospección electromagnética de fuente controlada de una región subterránea utilizando dos o más transmisores electromagnéticos, de forma tal que las respuestas combinadas en un receptor puedan ser separadas de acuerdo con el transmisor, método éste que comprende:

- (a) la selección o construcción de N formas de onda mutuamente ortogonales, una para cada uno de los N transmisores, donde $N = 2$ o superior;
- (b) la energización de cada transmisor para repetitivamente transmitir su forma de onda, donde todos los transmisores transmiten de forma simultánea;
- (c) el registro de una respuesta electromagnética combinada a las múltiples transmisiones simultáneas en uno o más receptores; y
- (d) la separación de los datos mediante su distribución a lo largo de un intervalo de tiempo predeterminado y la posterior transformación de los datos, período a período, al dominio de la frecuencia, donde el intervalo de tiempo de cada período es determinado por las periodicidades de estas formas de onda.

A

N

2

?

11. El método de la reivindicación 10, donde la ortogonalidad mutua de las formas de onda se basa en una de las siguientes o en una combinación de ambas:

- (i) la selección de las formas de onda que carecen de frecuencias comunes con amplitudes asociadas no despreciables en sus espectros de frecuencia, utilizando un criterio predeterminado de insignificancia;
- (ii) la construcción de las formas de onda a partir de la repetición de un determinado elemento de la forma de onda aplicando uno o más desplazamientos de fase predeterminados al elemento seleccionado, donde los desplazamientos de fase son seleccionados de forma tal que, cuando los datos combinados son divididos a lo largo de un intervalo de tiempo determinado y son luego transformados período a período al dominio de la frecuencia, los datos de cada transmisor pueden ser separados en virtud de los desplazamientos de fase y donde el intervalo de tiempo periódico seleccionado es un determinado múltiplo entero (al menos dos) de la duración del elemento de la forma de onda.

12. El método de la reivindicación 10, donde los datos son transformados al dominio de la frecuencia por transformación de Fourier.

13. El método de la reivindicación 10, donde los datos son transformados al dominio de la frecuencia haciendo uso de una técnica de ajuste de datos.

14. El método de la reivindicación 13, donde la técnica de ajuste de datos es por mínimos cuadrados.

15. El método de la reivindicación 10, donde las N formas de onda son la misma

forma de onda periódica, salvo que las mismas tienen N frecuencias diferentes, donde todos los N periodos (recíprocos de la frecuencia) incluyen un múltiplo entero común. = 6

16. El método de la reivindicación 15, donde la misma forma de onda periódica es una senoide. = 7

17. El método de la reivindicación 15, donde la misma forma de onda periódica es una onda cuadrada. = 8

18. El método de la reivindicación 10, el cual adicionalmente incluye la colocación de un receptor cerca de cada transmisor, la medición y registro de la señal real del transmisor y el envío de las señales reales registradas, conjuntamente con los datos de la respuesta combinada, de forma tal que las respuestas independientes puedan ser extraídas de la respuesta combinada utilizando las señales reales medidas. = 9

19. Un método para la producción de hidrocarburos a partir de una región subterránea, método éste que incluye los siguientes pasos:

(a) la ejecución de una prospección electromagnética de fuente controlada de la región subterránea, donde se utilizan dos o más transmisores electromagnéticos de forma tal que las respuestas combinadas en un receptor puedan ser separadas de acuerdo con el transmisor, utilizando un método que incluye:

- (i) la selección o construcción de N formas de onda mutuamente ortogonales, una para cada uno de los N transmisores, donde $N = 2$ o superior;
 - (ii) la energización de cada transmisor para repetitivamente transmitir su forma de onda, donde todos los transmisores
- = 8

transmiten de forma simultánea;

- (iii) el registro de una respuesta electromagnética combinada a las múltiples transmisiones simultáneas en uno o más receptores; y
 - (iv) el envío de los datos de la respuesta combinada registrada para su procesamiento a los fines de separar los datos mediante su distribución a lo largo de un intervalo de tiempo predeterminado y la posterior transformación de los datos, período a período, al dominio de la frecuencia, donde el intervalo de tiempo de cada período es determinado por las periodicidades de estas formas de onda; y
- (b) la obtención de los datos procesados de la prospección y la identificación de al menos una acumulación de hidrocarburos en la región subterránea utilizando los datos procesados de la prospección; y
- (c) la perforación de un pozo y la producción de hidrocarburos a partir de la acumulación identificada.

1/8

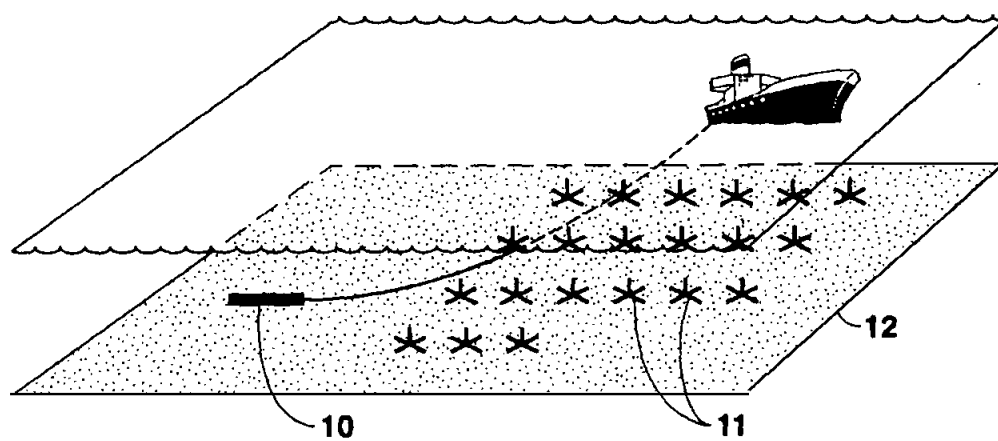


FIG. 1
(Arte Previo)

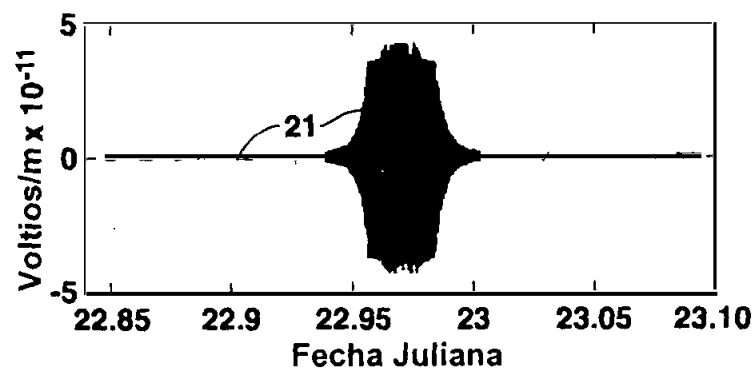


FIG. 2A
(Arte Previo)

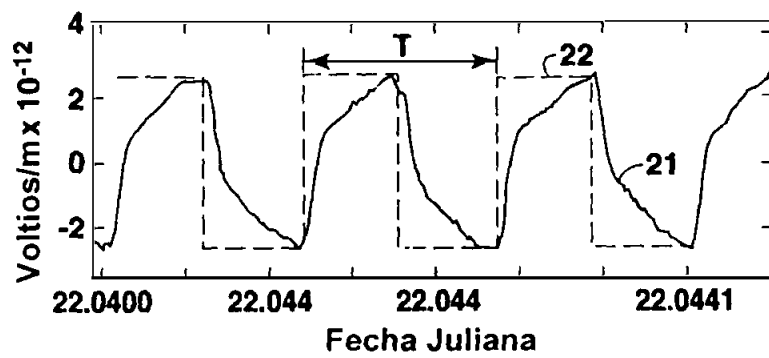


FIG. 2B
(Arte Previo)

2/8

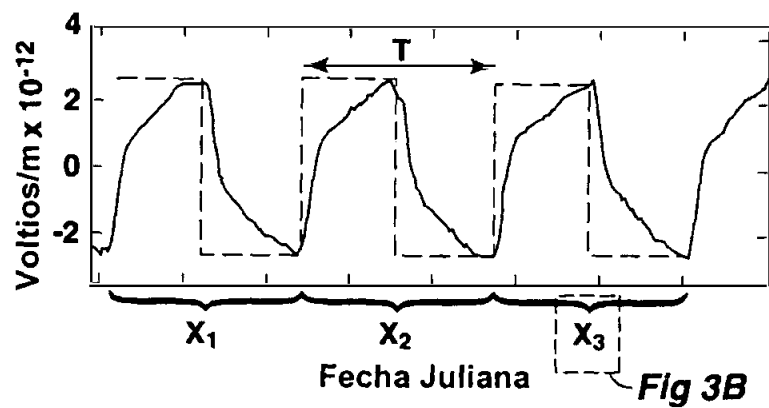


FIG. 3A
(Arte Previo)

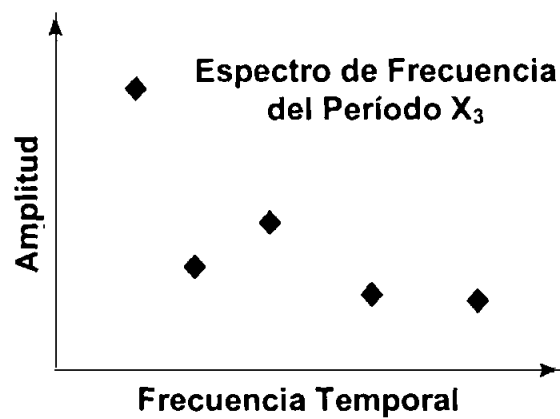


FIG. 3B
(Arte Previo)

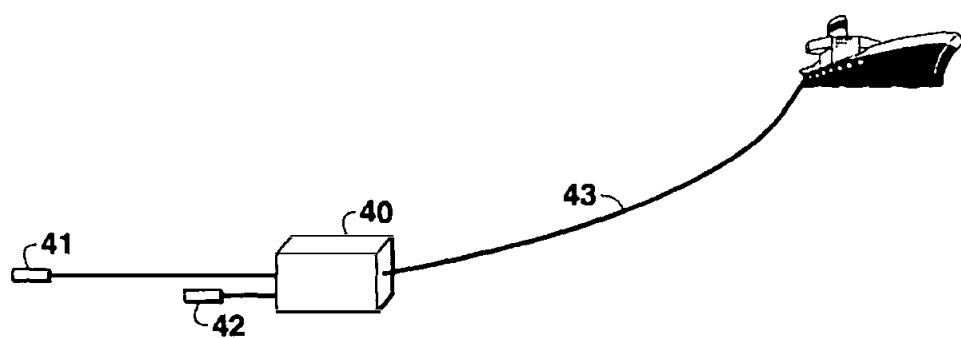


FIG. 4
(Arte Previo)

3/8

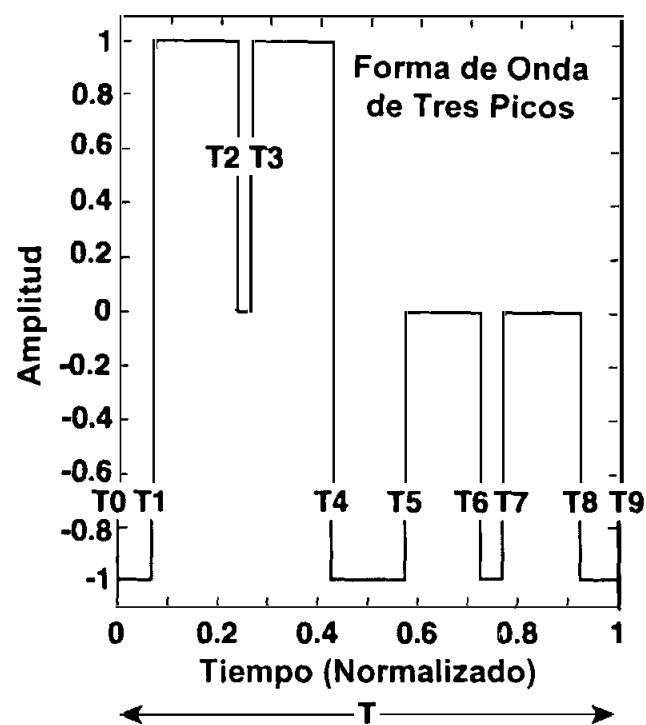


FIG. 5
(Arte Previo)

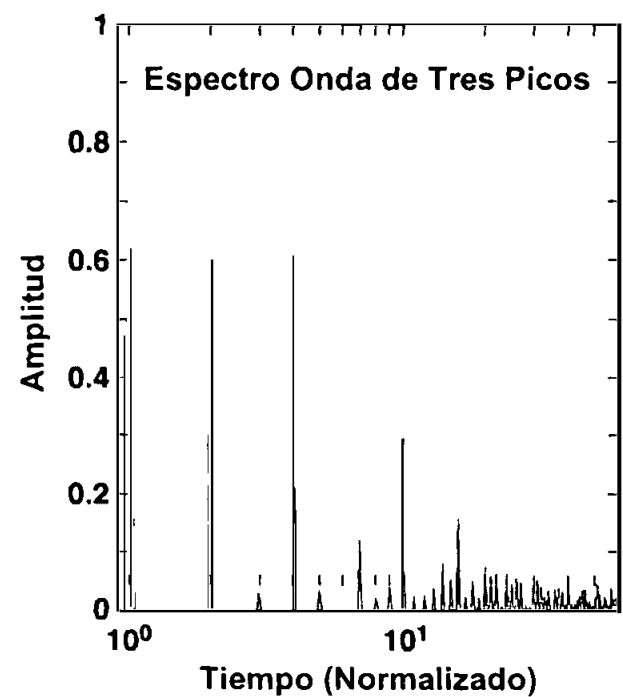


FIG. 6
(Arte Previo)

4/8

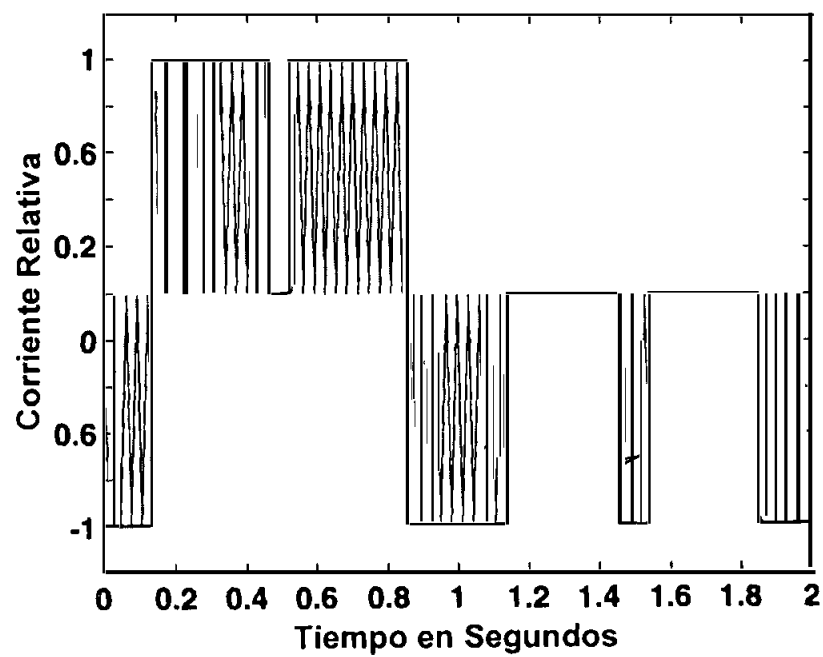


FIG. 7
(Arte Previo)

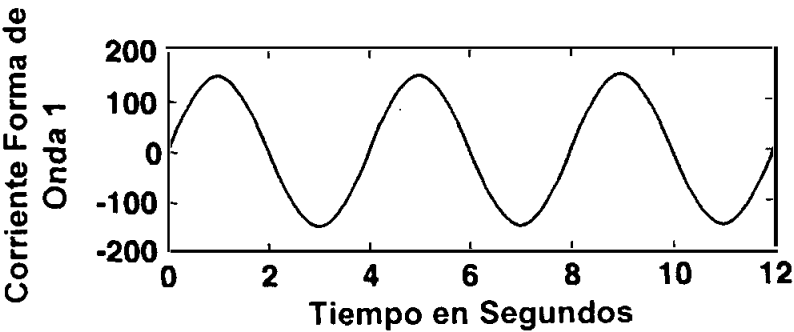


FIG. 8A

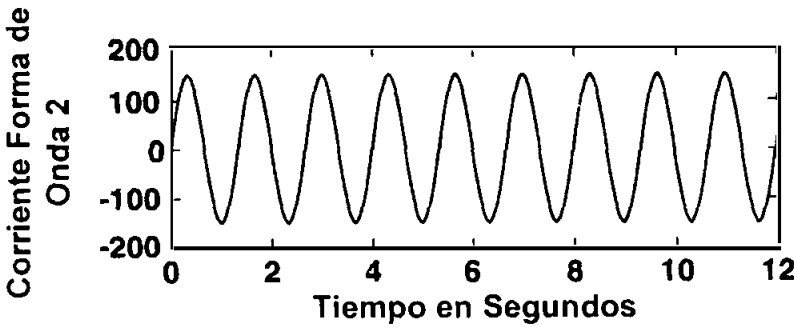


FIG. 8B

5/8

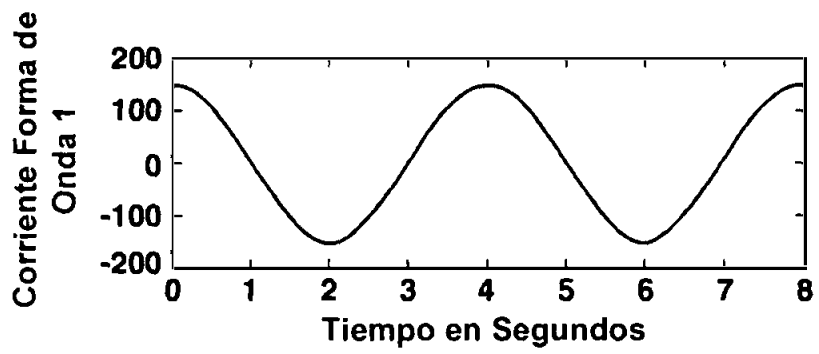


FIG. 9A

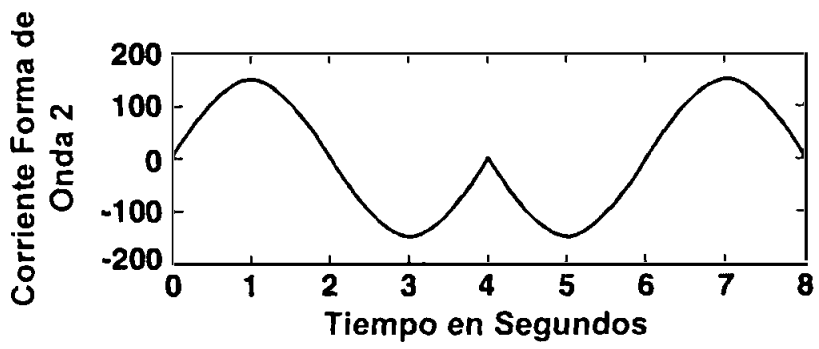


FIG. 9B

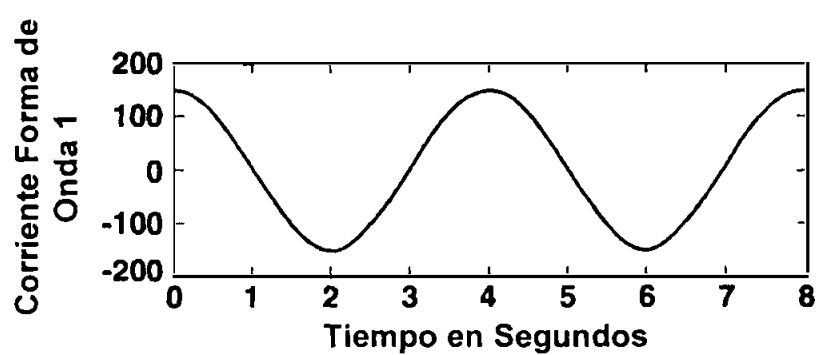


FIG. 10A

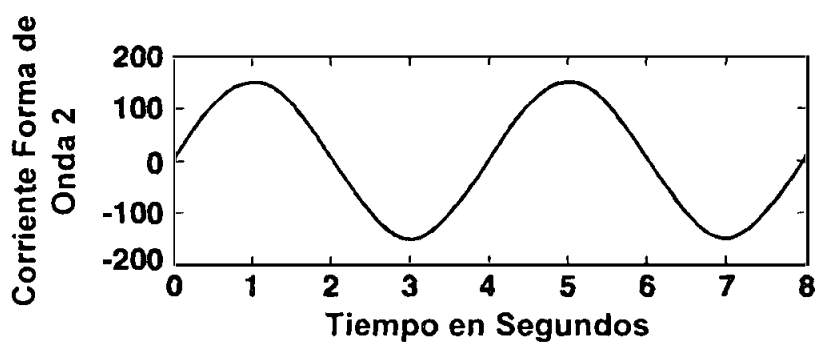


FIG. 10B

6/8

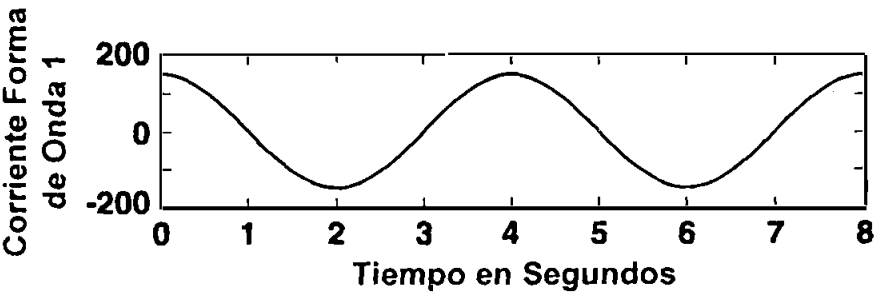


FIG. 11A

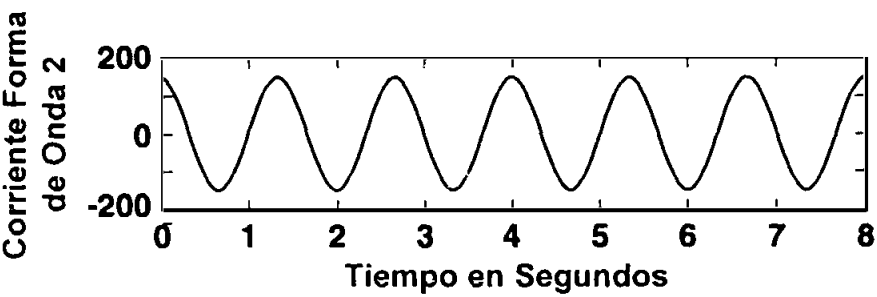


FIG. 11B

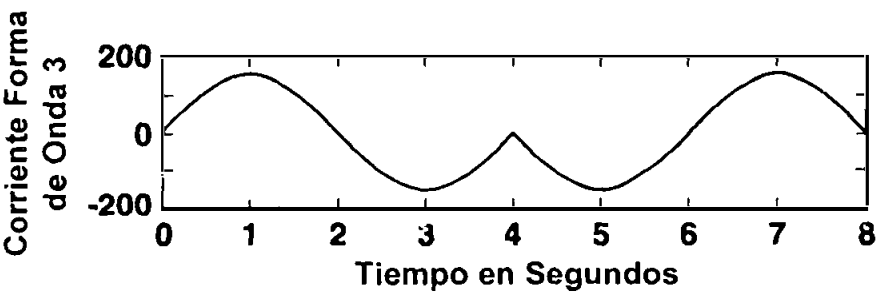


FIG. 11C

7/8

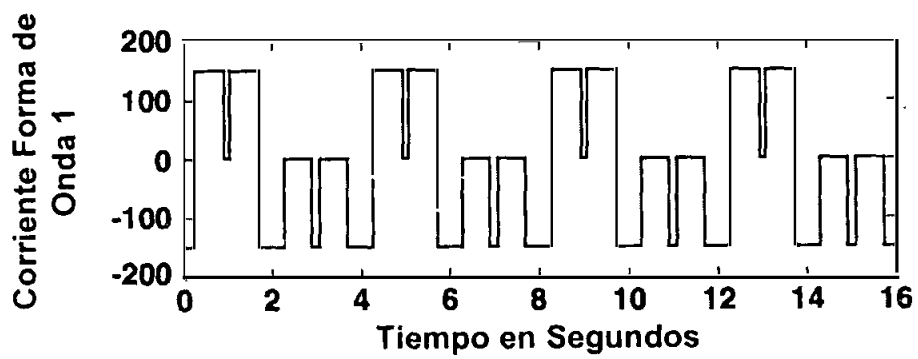


FIG. 12A

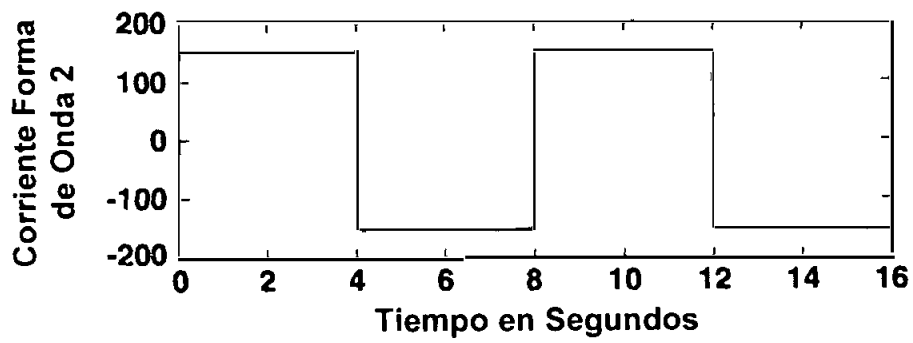


FIG. 12B

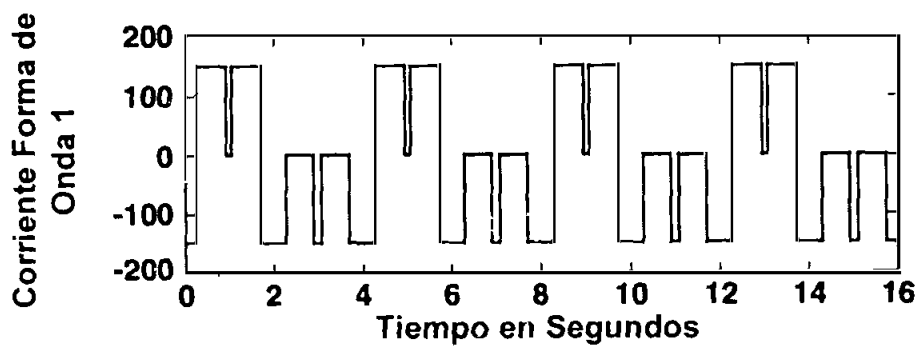


FIG. 13A

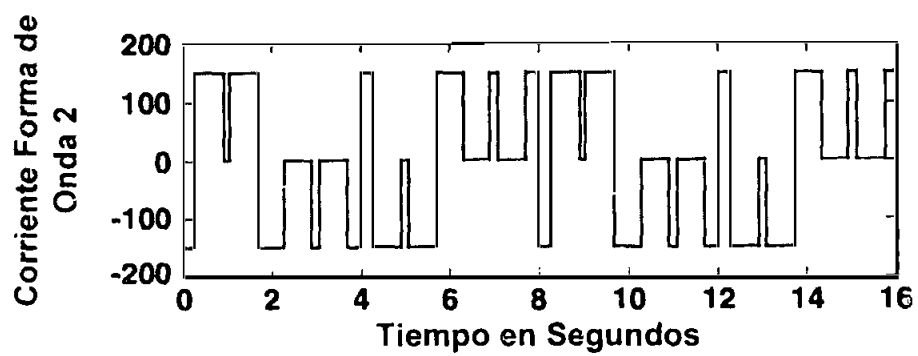


FIG. 13B

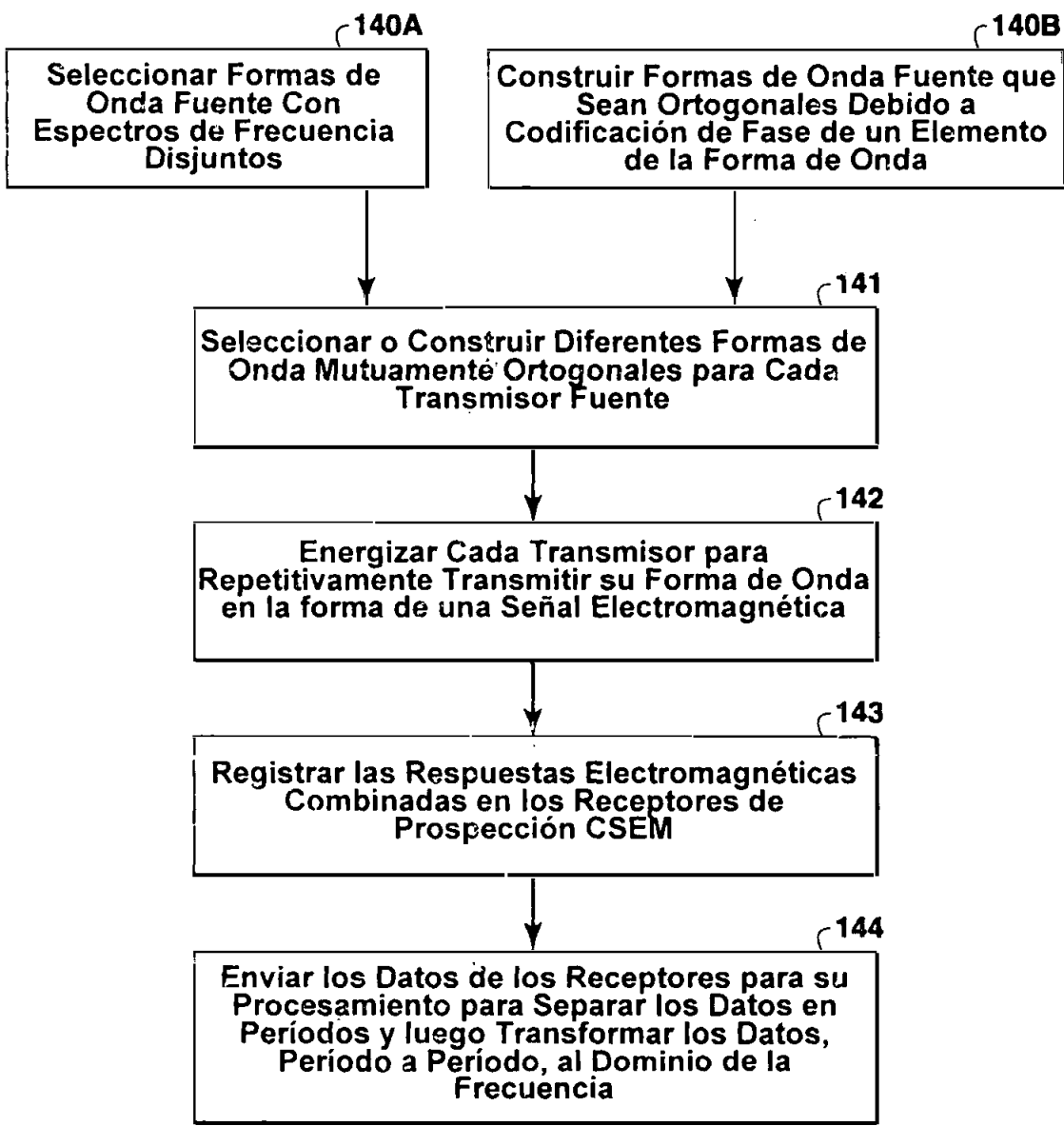


FIG. 14

70

TRADUCCION OFICIAL No. 2008-01-30-043
DE UN DOCUMENTO ESCRITO EN INGLES

Hoja No. 5

Casilla No. VIII (ii) DECLARACION: DERECHO A SOLICITAR Y QUE SE OTORQUE UNA PATENTE

La declaración debe ajustarse a la redacción estandarizada suministrada en la Sección 212; ver las Notas a las Casillas Nos. VIII, VIII(i) a (v) (en general) y a las Notas específicas a la Casilla No. VIII (ii). Si no se usa esta casilla, esta hoja no debe incluirse en la solicitud.

Declaración en cuanto al derecho del solicitante, en la fecha de presentación internacional, a solicitar y que se le otorgue una patente (Reglas 4.17(ii) y 51bis.1(a)(ii), en un caso donde la declaración bajo la Regla 4.17(iv) no es apropiada:

en relación con esta solicitud internacional,

EXONMOBIL UPSTREAM RESEARCH COMPANY tiene autorización para solicitar y que se le otorgue una patente en virtud de lo siguiente:

un traspaso de WILLEN, Dennis E. y SUMMERFIELD, Philip J. a EXXONMOBIL UPSTREAM RESEARCH COMPANY fechado el 24 de octubre de 2005 (24/10/2005).

Esta declaración se hace para todas las designaciones, excepto la designación de los Estados Unidos de América.

☐ Esta declaración continúa en la página siguiente, "Continuación de la Casilla No. VIII(ii)".

Casilla No. VIII (iii) DECLARACION: DERECHO A REIVINDICAR PRIORIDAD

La declaración debe ajustarse a la redacción estandarizada suministrada en la Sección 213; ver las Notas a las Casillas Nos. VIII, VIII(i) a (v) (en general) y a las Notas específicas a la Casilla No. VIII (iii). Si no se usa esta casilla, esta hoja no debe incluirse en la solicitud.

Declaración en cuanto al derecho del solicitante, en la fecha de presentación internacional, a reivindicar la prioridad de la solicitud anterior especificada a continuación, donde el solicitante no es el solicitante que presentó la solicitud anterior o donde el nombre del solicitante ha cambiado desde la presentación de la solicitud anterior (Reglas 4.17(iii) y 51bis.1(a)(iii):

en relación con esta solicitud internacional

EXONMOBIL UPSTREAM RESEARCH COMPANY tiene autorización para reivindicar prioridad de las solicitudes anteriores

No. 60/718.473 en virtud de lo siguiente:

un traspaso de EXXONMOBIL UPSTREAM RESEARCH COMPANY fechado el 24 de octubre de 2005 (24/10/2005)

Esta declaración se hace para todos los estados designados.

☐ Esta declaración continúa en la página siguiente, "Continuación de la Casilla No. VIII(iii)".

Casilla No. VIII (iii) DECLARACION: DERECHO A REIVINDICAR PRIORIDAD

La declaración debe ajustarse a la redacción estandarizada suministrada en la Sección 213; ver las Notas a las Casillas Nos. VIII, VIII(i) a (v) (en general) y a las Notas específicas a la Casilla No. VIII (iii). Si no se usa esta casilla, esta hoja no debe incluirse en la solicitud.

Declaración en cuanto al derecho del solicitante, en la fecha de presentación internacional, a reivindicar la prioridad de la solicitud anterior especificada a continuación, donde el solicitante no es el solicitante que presentó la solicitud anterior o donde el nombre del solicitante ha cambiado desde la presentación de la solicitud anterior (Reglas 4.17(iii) y 51bis.1(a)(iii):

en relación con esta solicitud internacional

WILLEN, Dennis E. y SUMMERFIELD, Philip J. están autorizados para reivindicar prioridad de las solicitudes anteriores

No. 60/718.473 en virtud de lo siguiente:

Los solicitantes son los inventores de la materia objeto para la cual se busca protección por medio de la solicitud anterior

Esta declaración se hace para las siguientes designaciones para patentes nacionales y/o regionales: EU.

☐ Esta declaración continúa en la página siguiente, "Continuación de la Casilla No. VIII(iii)".

Box No. VIII (ii) DECLARATION: ENTITLEMENT TO APPLY FOR AND BE GRANTED A PATENT <i>The declaration must conform to the standardized wording provided for in Section 212; see Notes to Boxes Nos. VIII, VIII (i) to (v) (in general) and the specific Notes to Box No. VIII (ii). If this Box is not used, this sheet should not be included in the request.</i> Declaration as to the applicant's entitlement, as at the international filing date, to apply for and be granted a patent (Rules 4.17(ii) and 51bis.1(a)(ii)), in a case where the declaration under Rule 4.17(iv) is not appropriate: in relation to this International Application, EXXONMOBIL UPSTREAM RESEARCH COMPANY is entitled to apply for and be granted a patent by virtue of the following: an Assignment from WILLEN, Dennis E. and SUMMERFIELD, Philip J. to EXXONMOBIL UPSTREAM RESEARCH COMPANY dated 24 October 2005 (24/10/2005). This declaration is made for the purpose of all designations, except the designations of the United States of America.	
☐ This declaration is continued on the following sheet, "Continuation of Box No. VIII (ii)".	

Box No. VIII (iii) DECLARATION: ENTITLEMENT TO CLAIM PRIORITY <i>The declaration must conform to the standardized wording provided for in Section 213; see Notes to Boxes Nos. VIII, VIII (I) to (V) (in general) and the specific Notes to Box No. VIII (iii). If this Box is not used, this sheet should not be included in the request.</i> Declaration as to the applicant's entitlement, as at the international filing date, to claim the priority of the earlier application specified below, where the applicant is not the applicant who filed the earlier application or where the applicant's name has changed since the filing of the earlier application (Rules 4.17(iii) and 51bis.1(a)(iii)): in relation to this International Application: EXXONMOBIL UPSTREAM RESEARCH COMPANY is entitled to claim priority of earlier applications No. 60/718,473 by virtue of the following: an Assignment from to EXXONMOBIL UPSTREAM RESEARCH COMPANY dated 24 October 2005 (24/10/2005) This declaration is made for the purpose of all designated states.	
☐ This declaration is continued on the following sheet, "Continuation of Box No. VIII (iii)".	

Box No. VIII (iii) DECLARATION: ENTITLEMENT TO CLAIM PRIORITY

The declaration must conform to the standardized wording provided for in Section 213; see Notes to Boxes Nos. VIII, VIII (i) to (v) (in general) and the specific Notes to Box No. VIII (iii). If this Box is not used, this sheet should not be included in the request.

Declaration as to the applicant's entitlement, as at the international filing date, to claim the priority of the earlier application specified below, where the applicant is not the applicant who filed the earlier application or where the applicant's name has changed since the filing of the earlier application (Rules 4.17(iii) and 51 bis.1(a)(iii)):

in relation to this International Application

WILLEN, Dennis E. and SUMMERFIELD, Philip J. are entitled to claim priority of earlier applications

No. 60/718,473 by virtue of the following:

The applicants are the inventors of the subject matter for which protection was sought by way of the earlier application.

This declaration is made for the purpose of the following designations for national and/or regional patents: US.

☐ This declaration is continued on the following sheet, "Continuation of Box No. VIII (iii)".



57

REPUBLICA DE COLOMBIA
SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

Folio 77

2020
Bogotá D.C.,

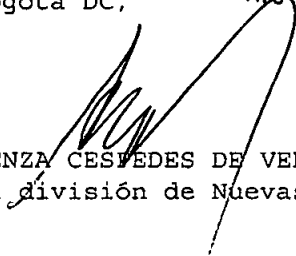
Doctor(a)
LLOREDA RICAURTE ALICIA
Apoderado(a) y/o Representante de
EXXONMOBIL UPSTREAM RESEARCH COMPANY

REFERENCIA	Radicación No.	08 12827
	Solicitud internacional	PCT/US2006/029087
	Fecha inicio fase nacional	19/04/2008
	Trámite	11
	Evento	378
	Actuación	416
	Oficio No.	5870
	Folios	1

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

Cúmplase
Dado en Bogotá DC,

07 MAYO 2008


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

cegomez