



Industria y Comercio
SUPERINTENDENCIA

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
INVENTARIO

SOLICITUD

PATENTE DE INVENCION

08-19845

21. EXPEDIENTE No.

54. TITULO "MÉTODO Y SISTEMA PARA PREDICCIÓN DE PRESIÓN DE PORO DE PRE-PERFORACIÓN"

51. CLASIFICACION INTERNACIONAL G01V 1/30

71. SOLICITANTE SCHLUMBERGER TECHNOLOGY B.V.

DOMICILIO Hague, Holanda

74. REPRESENTANTE LEGAL ALICIA LLOREDA RICAURTE
T.P. 53.215

22. BOGOTA, D.C. 26 FEB 2008

(FORMA P 10)

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 08-019845- -00005-0000

Fecha: 2009-05-28 16:29:26 Dep. 2020 NUECREACION
Tra. 11 PATENTEIYI Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 538 PETICION Folios: 2

Señor

SUPERINTENDENTE DE INDUSTRIA Y COMERCIO

DIVISIÓN DE NUEVAS CREACIONES

E. S. D.

Re: P1.-SCHLUMBERGER TECHNOLOGY B.V.-Solicitud de Patente de
Invencción en Fase Nacional PCT para "MÉTODO Y SISTEMA PARA
PREDICCIÓN DE PRESIÓN DE PORO DE PRE-
PERFORACIÓN".-Clase G01V 1/30.-Expediente número 08-
019.845.-

1. Me refiero a mi memorial de 23 de Julio de 2008.
2. De conformidad con lo dispuesto en el Artículo 5.2.12 de la Circular Externa No. 03 de 28 de Abril de 2003, y estando dentro del plazo de seis meses contados desde la fecha de la publicación de la solicitud en la Gaceta de la Propiedad Industrial número **603** de 30 de Abril de 2009, solicito a ese Despacho proceder a realizar el examen de patentabilidad de la presente invención.
3. Anexo me permito acompañar recibo número 09 - 34.243, expedido por la Superintendencia de Industria y Comercio, que acredita el pago de la tasa que dicho examen causa.
4. Ruego a usted tomar atenta nota de lo anterior y proceder de conformidad.

Señor Superintendente,

ALICIA LLOREDA RICAURTE

T.P. 53.215

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 08-019845- -00005-0000

Fecha: 2009-05-28 16:29:26 Dep. 2020 NUECREACIONE
Tra 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act 538 PETICION Folios: 2

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

NIT : 800176089-2

RECIBO OFICIAL DE CAJA : 09 - 34,243
FECHA : MAYO 11 DE 2009

***** CONSIGNACION *****

DEPOSITANTE	TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PGO	Vr. PAGO
LLORENDA Y CIA S. A	CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062754387	77464464	11/05/2009	19,590,000.00

***** CONCEPTO *****

CANT. REENTISTICO	CONCEPTO	TOTAL CONCEPTO
1 50005-01-01 SOLICITUDES	112 PTC CAF-I EXAMEN DE PATENTIBILIDA	452,000.00
	TOTAL :	452,000.00

SDN: CUATROCIENTOS CINCUENTA Y DOS MIL PESOS

RESPONSABLE : 

RECIBO DE CAJA APLICADO AL EXPEDIENTE No. _____

PETITORIO



SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 08-019845- -00000-0000

Fecha: 2008-02-26 16:35:49 Dep. 2020 NUECREACION!
Tg. 11 PATENTE IYI Eve: 378 FASE NACIONAL
Act. 411 PRESENTACION Folios: 97

FORMULARIO UNICO DE SOLICITUD DE PATENTE PCT ENTRADA EN FASE NACIONAL

08 Mayo 2008

①

SOLICITUD DE:



Patente de Invención



Patente de Modelo de Utilidad



Capítulo I.



Capítulo II.

②

SOLICITANTE
(71)

Nombre: **SCHLUMBERGER TECHNOLOGY B.V.**

Dirección: Parkstraat 83-89, NL-2514 JG The Hague, Holanda.

Nacionalidad o Domicilio: Hague, Holanda

Lugar de Constitución:

Teléfono: 3264270 Fax: 6069701

E-mail: jllcco@lloredacamacho.com

IDENTIFICACION

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: SAYERS, Colin, Michael y BIRCHWOOD, Richard, A.

Dirección: 1506 Leatherwood Drive, Katy, TX 77450 y 815 Crossroads Drive,
Houston, TX 77079.

Nacionalidad o Domicilio: Estados Unidos de América.

⑤

PCT (86)

Solicitud Internacional No. PCT/US2006/030885

Fecha: 08/08/06

Publicación Internacional No. WO 2007/019497 A3

Fecha: 15/02/07

⑥

Título (54) MÉTODO Y SISTEMA PARA PREDICCIÓN DE PRESIÓN DE PORO DE PRE-PERFORACIÓN

⑦

Clasificación Internacional (51) G01V 1/30

⑧

Prioridad

SI ☒ NO ☐

(33) País de Origen

US
US

(32) Fecha

08/08/05
07/08/06

(31) Número de Solicitud

60/595,814
11/499 931

⑨

Comprobante de Pago No. 08-11,914.

Fecha: Febrero 13 de 2008

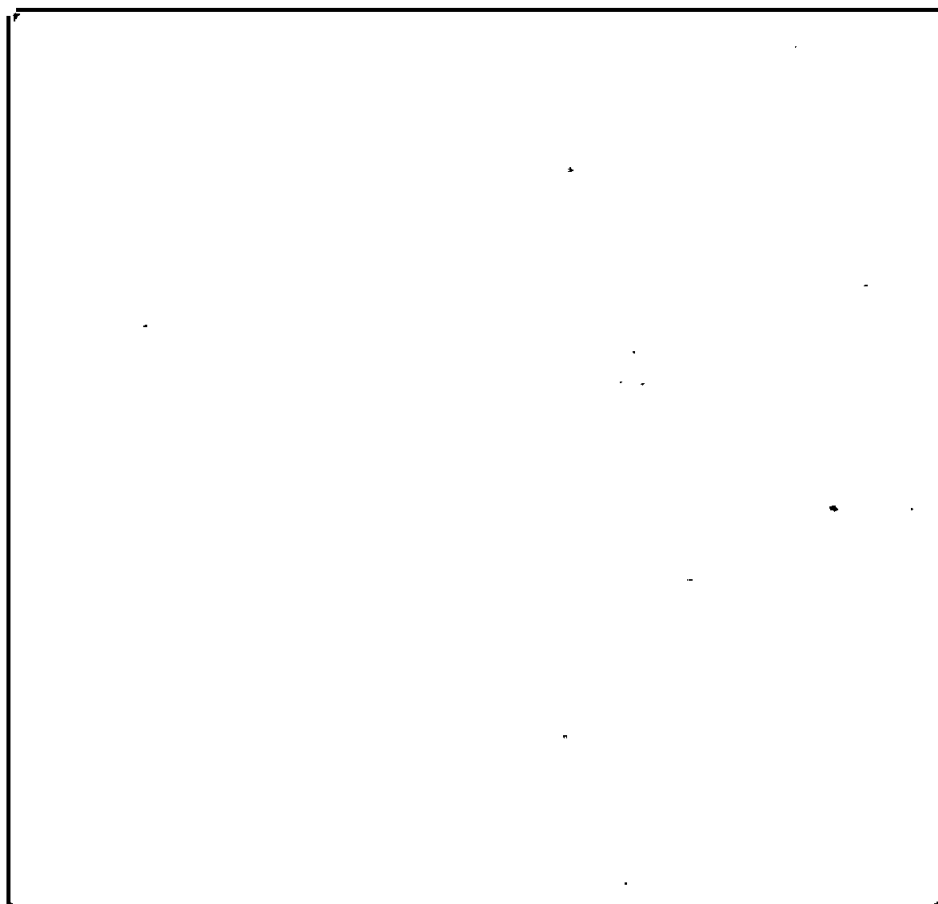
10

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)
- ☒ Traducción de la solicitud internacional al castellano. (resumen, descripción, reivindicaciones y dibujos)
- ☐ Copia del examen preliminar internacional efectuado por la Autoridad Internacional de Examen Preliminar (IPEA).
- ☐ Traducción del examen preliminar internacional efectuado por la IPEA.
- ☐ De ser el caso, copia del contrato de acceso.
- ☐ De ser el caso, documento que acredite la licencia o autorización de uso de conocimientos tradicionales de las comunidades indígenas.
- ☐ 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

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 08-019845-00000-0000

Fecha: 2008-02-26 16:35:49

Dep: 2020 NUECREACION

Tra: 11 PATENTEIYB

Eve: 378 FASENACIONAL

Act: 411 PRESENTACION

Folios: 97

NIT : 900176089-2

RECIBO OFICIAL DE CAJA : 08 - 11,914
FECHA : FEBRERO 13 DE 2008

***** CONSIGNACION *****

DEPOSITANTE	TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PGO	Vr. PAGO
LLDREDA Y CIA S. A	CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062754397	2660848	13/02/2008	6,651,000.00

***** 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.

(21) N° de solicitud:				(51) Int Cl: G01V 1/30	
(22) Fecha de solicitud: 26-02-08				(71) Solicitante(s) SCHLUMBERGER TECHNOLOGY B.V.	
(30) Prioridad	(31) No. Prioridad	(32)	Fecha	(33) País	(72) Inventor(es)
	60/595,814		08-08-05	US	SAYERS, Colin, Michael y BIRCHWOOD, Richard, A.
	11/499,931		07-08-06	US	(74) Apoderado: ALICIA LLOREDA RICAURTE
(85) Fecha limite inicio fase nacional: 08-03-08				(87) Publicación internacional	
(86) Datos relativos a la presentación de la solicitud PCT				Fecha: 15-02-07	
Fecha de presentación de la solicitud: 08-08-06				N° publicación: WO2007/019497 A3	
No. de solicitud PCT/US2006/030885					
(54) Titulo: MÉTODO Y SISTEMA PARA PREDICCIÓN DE PRESIÓN DE PORO DE PRE-PERFORACIÓN					

Resumen - Reivindicación(es):

Reivindicación número 1.-

Un método para predicción de presión de poro, que comprende:

obtener un coeficiente de sensibilidad a la tensión;

obtener una velocidad de onda compresional (onda P) y una velocidad de onda de corte (onda S) para una ubicación de pre-perforación;

obtener una primera presión de poro predicha;

realizar iterativamente:

el cálculo de un valor de tensión total asociado con la ubicación de pre-perforación usando la primera presión de poro predicha asociada con la ubicación de pre-perforación; y

el cálculo de una segunda presión de poro predicha asociada con la ubicación de pre-perforación usando una ecuación de relación tensión-presión, una ecuación de relación tensión-velocidad, el coeficiente de sensibilidad a la tensión, una ubicación de referencia, y al menos uno seleccionado de un grupo que consiste la velocidad de onda P y la velocidad de onda S para la ubicación de pre-perforación,

en donde la iteración está completa si una diferencia entre la primera presión de poro predicha y la segunda presión de poro predicha es menor o igual a un valor de diferencia de umbral, y

en donde la primera presión de poro predicha es actualizada usando la segunda presión de poro predicha si la diferencia es mayor que el valor de diferencia de umbral; y

ajustar una operación de perforación asociada con la ubicación de pre-perforación, con base en la segunda presión de poro predicha.

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 09469/048W01	PARA FUTURAS ACCIONES ver Forma PCT/ISA/220 así como, donde aplique, el ítem 5 a continuación.	
Solicitud internacional No. PCT/US2006/030885	Fecha de registro internacional (día/mes/año) 08/08/2006	Fecha de Prioridad (Primera) (día/mes/año) 08/08/2005

Solicitante
SCHLUMBERGER TECHNOLOGY CORPORATION

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 4 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. 3

☒ como lo sugirió el solicitante.

☐ como lo sugirió la Autoridad, porque el solicitante no sugirió una figura.

☐ como lo sugirió la autoridad, porque esta figura caracteriza mejor a la invención-

b. ☐ Ninguna de las figuras se publicara en el resumen.

REPORTE DE BUSQUEDA INTERNACIONAL		Solicitud Internacional No. PCT/US2006/030885
A. CLASIFICACION DE MATERIA		
INV. G01V1/30 G01V1/28		
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) G01V E21B		
Documentación buscada fuera de documentación mínima hasta donde dichos documentos se incluyan en los campos buscados		
Base de datos electrónica consultada durante la búsqueda internacional (nombre de la base de datos y, donde sea práctico, buscar términos usados)		
EPO-Interno, INSPEC, Dato WPI		
C. DOCUMENTOS CONSIDERADOS RELEVANTES		
Categoría °	Citación de documento, con indicación, donde sea apropiado, de los textos relevantes	Relevante a la reivindicación No.
A	US 2004/141414 A1 (HUFFMAN ALAN ROYCE [US] ET AL HUFFMAN ALAN R [US] ET AL) 22 de julio de 2004 (2004-07-22) resumen; figuras 2,21-23 parágrafo [0013]- parágrafo [0019] -----	1, 20, 39
A	US 5 130 949 A (KAN TZE-KONG [US] ET AL) 14 de julio de 1992 (1992-07-14) resumen; figura 2 -----	1, 20, 39
A	SAYERS C M Y COL: "Predicción de la presión de poro pre-perforación usando datos sísmicos" GEOPHYSICS SOC. EXPLORATION GEOPHYSICISTS USA, vol. 67, no. 4, Julio 2002 (2002-07), páginas 1286-1292, XP007902195 ISSN: 0016-8033 citado en la solicitud ----- --/--	1, 20, 39
☒ En el recuadro C se enumeran más documentos. ☒ En el anexo se enumeran miembros de la familia de patentes.		
° Categorías especiales de documentos citados:		
'A' documento que define el estado general de la técnica el cual no se considera de relevancia		
'E' documento anterior pero publicado en o después de la fecha de presentación internacional		
'L' documento que puede arrojar dudas sobre reivindicaciones de prioridad o que se cita para establecer la fecha de publicación de otra citación u otra razón especial (según se especifica)		
'O' documento que se refiere a una revelación oral, uso, exhibición u otros medios		
'P' documento publicado antes de la fecha de presentación internacional pero después de la fecha de prioridad reivindicada		
'T' documento posterior publicado después de la fecha de presentación internacional o fecha de prioridad y que no está en conflicto con la solicitud pero citado para entender el principio o teoría que sustenta la invención		
'X' documento de relevancia particular; la invención reivindicada no puede considerarse nueva o no puede considerarse que comprende un paso inventivo cuando el documento se toma solo		
'Y' documento de relevancia particular; la invención reivindicada no puede considerarse que comprende un paso inventivo cuando el documento se combina con uno o más documentos, siendo dicha combinación obvia para una persona experta en la técnica		
'&' documento miembro de la misma familia de patentes		
Fecha de la terminación real de la búsqueda internacional	Fecha de envío por correo del reporte de búsqueda internacional	
8 de Mayo de 2007	18/05/2007	
Nombre y dirección de correo de ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL-2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax:(+31-70) 340-3016	Funcionario autorizado De Bekker, Ruben	

REPORTE DE BUSQUEDA INTERNACIONAL

Solicitud Internacional No.
 PCT/US2006/030885

C. (Continuación) DOCUMENTOS CONSIDERADOS RELEVANTES

Categoría °	Citación de documento, con indicación, donde sea apropiado, de los textos relevantes	Relevante a la reivindicación No.
A	EATON B A Y COL: "LA ECUACIÓN PARA LA PREDICCIÓN DE LA GEOPRESIÓN A PARTIR DE DIAGRAFÍAS" SPE, 1975, página 11 PAGINAS, XP008018943 citado en la solicitud	1, 20, 39
A	FREDRICH J T Y COL "Perturbaciones de tención adyacentes a cuerpos salinos en las aguas profundas del golfo de México" SPE ANNUAL TECHNICAL CONFERENCE AND EXHIBITION XX, XX, 5 de octubre de 2003 (2003-10-05), páginas 5121-5134, XP002352275 citado en la solicitud	1,20,39

REPORTE DE BUSQUEDA INTERNACIONAL
 información sobre miembros familias de patentes

Solicitud Internacional No.
 PCT/US2006/030885

Documento de patente citado en el reporte de búsqueda	Fecha de publicación	Miembro(s) de la familia de patentes	Fecha de publicación
US 2004141414 A1	22-07-2004	NINGUNA	
US 5130949 A	14-07-1992	NINGUNA	

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

(PCT Article 18 and Rules 43 and 44)

Applicant's or agent's file reference 09469/048W01	FOR FURTHER ACTION see Form PCT/ISA/220 as well as, where applicable, item 5 below.	
International application No. PCT/US2006/030885	International filing date (day/month/year) 08/08/2006	(Earliest) Priority Date (day/month/year) 08/08/2005
Applicant SCHLUMBERGER TECHNOLOGY CORPORATION		

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

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

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

1. **Basis of the report**

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

- ☒ the international application in the language in which it was filed
☐ a translation of the international application into _____, which is the language of a translation furnished for the purposes of international search (Rules 12.3(a) and 23.1(b))

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

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

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

4. With regard to the title,

- ☒ the text is approved as submitted by the applicant
☐ the text has been established by this Authority to read as follows:

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. 3-

- ☒ 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/US2006/030885

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. G01V1/30 G01V1/28

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)

G01V E21B

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

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

EPO-Internal, INSPEC, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2004/141414 A1 (HUFFMAN ALAN ROYCE [US] ET AL HUFFMAN ALAN R [US] ET AL) 22 July 2004 (2004-07-22) abstract; figures 2,21-23 paragraph [0013] - paragraph [0019] -----	1,20,39
A	US 5 130 949 A (KAN TZE-KONG [US] ET AL) 14 July 1992 (1992-07-14) abstract; figure 2 -----	1,20,39
A	SAYERS C M ET AL: "Predrill pore-pressure prediction using seismic data" GEOPHYSICS SOC. EXPLORATION GEOPHYSICISTS USA, vol. 67, no. 4, July 2002 (2002-07), pages 1286-1292, XP007902195 ISSN: 0016-8033 cited in the application ----- -/--	1,20,39

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

☒ See patent family annex.

Special categories of cited documents:

A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

E earlier document but published on or after the international filing date

L document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

O document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

P document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

G document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

8 May 2007

Date of mailing of the international search report

18/05/2007

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

De Bekker, Ruben

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/US2006/030885

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EATON B A ET AL: "THE EQUATION FOR GEOPRESSURE PREDICTION FROM WELL LOGS" SPE, 1975, page 11PAGES, XP008018943 cited in the application	1,20,39
A	FREDRICH J T ET AL: "Stress Perturbations Adjacent to Salt Bodies in the Deepwater Gulf of Mexico" SPE ANNUAL TECHNICAL CONFERENCE AND EXHIBITION, XX, XX, 5 October 2003 (2003-10-05), pages 5121-5134, XP002352275 cited in the application	1,20,39

5

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

page 2 of 2

2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/US2006/030885

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2004141414	A1	22-07-2004	NONE	
US 5130949	A	14-07-1992	NONE	

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

(19) Organización Mundial de Propiedad Intelectual
Oficina Internacional



(43) Fecha de Publicación Internacional
15 de Febrero de 2007 (15.02.2007)

(10) Número de Publicación Internacional
WO 2007/019497 A3

(51) Clasificación Internacional de Patentes⁷:
G01V 1/30 (2006.01) G01V 1/28 (2006.01)

(21) Número de Solicitud Internacional: PCT/US2006/030885

(22) Fecha de Registro Internacional: 8 de Agosto de 2006
(08.08.2006)

(25) Idioma de registro: Inglés

(26) Idioma de Publicación: Inglés

(30) Información de Prioridad:
60/595,814 08 de Agosto de 2005 (08.08.2005) US
11/499,931 07 de Agosto de 2006 (07.08.2006) US

(71) Solicitante (para US solamente): SCHLUMBERGER
TECHNOLOGY CORPORATION [US/US]; 5599 San
Felipe, Suite 1700, Houston, TX 77056 (US).

(71) Solicitante (para CA solamente): SCHLUMBERGER
CANADA LIMITED [CA/CA]; 525-3rd Avenue, S.w.,
Calgary, Alberta, T2P 0G4 (CA).

(71) Solicitante (para FR solamente): SERVICES PETROLIERS
SCHLUMBERGER [FR/FR]; 41, Rue Saint Dominique, F-75007
Paris (FR).

(71) Solicitante (para GB, JP, NL solamente): SCHLUMBERGER
HOLDINGS LIMITED; P.O. BOX 71, Craigmuir Chambers,
Road Tow, Tortola (VG).

(71) Solicitante (para AL, AU, AZ, BG, CO, CZ, DK, GN, GQ, GR, HU,
ID, IE, IL, IT, KR, KZ, LT, MX, NO, NZ, OM, PL, RO, RU, SI, SK,
TM, TN, TR, TT, UZ, ZA solamente): SCHLUMBERGER
TECHNOLOGY B.V. [NL/NL]; Parkstraat 83-89, NL-2514 JG
The Hague (NL).

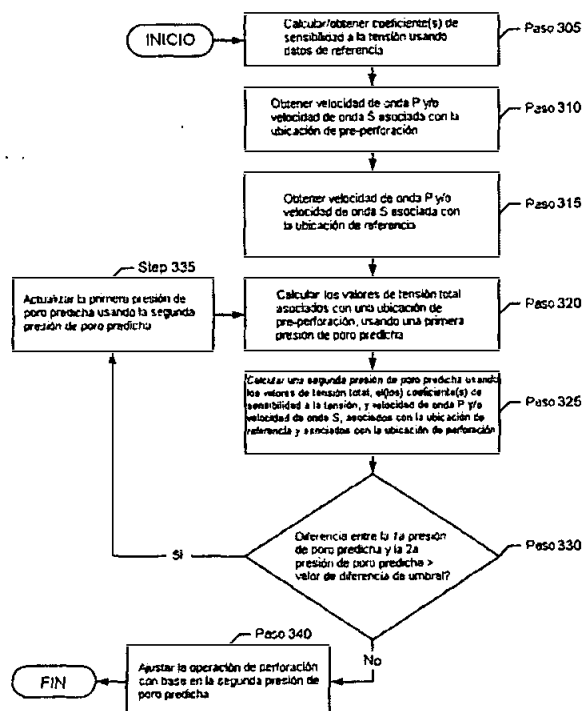
(71) Solicitante (para todos los estados designados excepto AL, AU,
AZ, BG, CA, CO, CZ, DK, FR, GN, GQ, GR, HU, ID, IE, IL, IT,
JP, KR, KZ, LT, MX, NL, NO, NZ, OM, PL, RO, RU, SI, SK,
TM, TN, TR, TT, UZ, ZA) PRAD RESEARCH AND
DEVELOPMENT N.V. [NL/NL]; P.O BOX 812, De Ruyterkade
62, Willemstad Curacao (AN).

(72) Inventores ; y

(75) Inventor/Solicitante (para US solamente): SAYERS, Colin, M.
[GB/US]; 1506 Leatherwood Drive, Katy, TX 77450 (US).
BIRCHWOOD, Richard, A. [TT/US]; 815 Crossroads Drive,
Houston, TX 77079 (US).

[continua en la siguiente página]

(54) Título: MÉTODO Y SISTEMA PARA PREDICCIÓN DE PRESIÓN DE PORO DE PRE-PERFORACIÓN



(57) Resumen: Un método para predicción de presión de poro. El método incluye obtener un coeficiente de sensibilidad a la tensión, obtener una velocidad de onda compresional (onda P) y una velocidad de onda de corte (onda S) para una ubicación de pre-perforación y obtener una primera presión de poro predicha. Adicionalmente, el método incluye realizar iterativamente el cálculo de un valor de tensión total asociado con la ubicación de pre-perforación usando la primera presión de poro predicha asociada con la ubicación de pre-perforación, y el cálculo de una segunda presión de poro predicha asociada con la ubicación de pre-perforación usando una ecuación de relación tensión-presión, una ecuación de relación tensión-velocidad, el coeficiente de sensibilidad a la tensión, una ubicación de referencia, y al menos uno seleccionado de un grupo que consiste de la velocidad de onda P y la velocidad de onda S para la ubicación de pre-perforación, y ajustar una operación de perforación asociada con la ubicación de pre-perforación, con base en la segunda presión de poro predicha.

WO 2007/019497 A3

(74) Agentes: LORD, Robert, P. y col; OSHA LIANG LLP, 1221 McKinney St., Suite 2800, Houston, TX 77010 (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), Eurasiatica (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
- antes de la expiración del límite de tiempo para modificar las reivindicaciones y ser publicada de nuevo en el caso de recibo de modificaciones.

(88) Fecha de publicación del Reporte de Búsqueda Internacional

5 de Julio 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.

(19) World Intellectual Property Organization
International Bureau



(43) International Publication Date
15 February 2007 (15.02.2007)

PCT

(10) International Publication Number
WO 2007/019497 A3

(51) International Patent Classification:
G01V 1/30 (2006.01) G01V 1/28 (2006.01)

(21) International Application Number:
PCT/US2006/030885

(22) International Filing Date: 8 August 2006 (08.08.2006)

(25) Filing Language: English

(26) Publication Language: English

(30) Priority Data:
60/595,814 8 August 2005 (08.08.2005) US
11/499,931 7 August 2006 (07.08.2006) US

(71) Applicant (for US only): SCHLUMBERGER TECHNOLOGY CORPORATION [US/US]; 5599 San Felipe, Suite 1700, Houston, TX 77056 (US).

(71) Applicant (for CA only): SCHLUMBERGER CANADA LIMITED [CA/CA]; 525 - 3rd Avenue S.w., Calgary, Alberta, T2P 0G4 (CA).

(71) Applicant (for FR only): SERVICES PETROLIERS SCHLUMBERGER [FR/FR]; 41, Rue Saint Dominique, F-75007 Paris (FR).

(71) Applicant (for GB, JP, NL only): SCHLUMBERGER HOLDINGS LIMITED; P.O.B OX 71, Craigmuir Chambers, Road Tow, Tortola, (VG).

(71) Applicant (for AL, AU, AZ, BG, CO, CZ, DK, GN, GQ, GR, HU, ID, IE, IL, IT, KR, KZ, LT, MX, NO, NZ, OM, PL, RO, RU, SI, SK, TM, TN, TR, TT, UZ, ZA only): SCHLUMBERGER TECHNOLOGY B.V. [NL/NL]; Parkstraat 83-89, NL-2514 JG The Hague (NL).

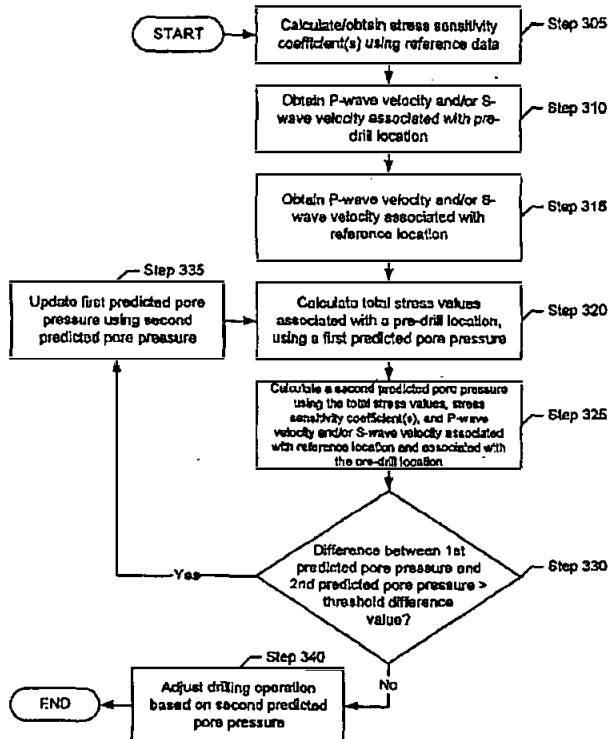
(71) Applicant (for all designated States except AL, AU, AZ, BG, CA, CO, CZ, DK, FR, GN, GQ, GR, HU, ID, IE, IL, IT, JP, KR, KZ, LT, MX, NL, NO, NZ, OM, PL, RO, RU, SI, SK, TM, TN, TR, TT, UZ, ZA): PRAD RESEARCH AND DEVELOPMENT N.V. [NL/NL]; P.O. BOX 812, De Ruyterkade 62, Willemstad Curacao (AN).

(72) Inventors; and

(75) Inventors/Applicants (for US only): SAYERS, Collin, M. [GB/US]; 1506 Leatherwood Drive, Katy, TX 77450 (US).

[Continued on next page]

(54) Title: METHOD AND SYSTEM FOR PRE-DRILL PORE PRESSURE PREDICTION



(57) Abstract: A method for pore pressure prediction. The method includes obtaining a stress sensitivity coefficient, obtaining a compressional wave (P-wave) velocity and a shear wave (S-wave) velocity for a pre-drill location and obtaining a first predicted pore pressure. Further, the method includes iteratively performing calculating a total stress value associated with the pre-drill location using the first predicted pore pressure associated with the pre-drill location, and calculating a second predicted pore pressure associated with the pre-drill location using a stress-pressure relationship equation, a stress-velocity relationship equation, the stress sensitivity coefficient, a reference location, and at least one selected from a group consisting of the P-wave velocity and the S-wave velocity for the pre-drill location, and adjusting a drilling operation associated with the pre-drill location, based on the second predicted pore pressure.

WO 2007/019497 A3

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).

Declarations under Rule 4.17:

- (81) **Designated States** (*unless otherwise indicated, for every kind of national protection available*): AB, 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, PI, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, T1, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

Published:

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

(88) **Date of publication of the international search report:**
5 July 2007

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: Ver forma PCT/ISA/220	PCT OPINION ESCRITA DE LA AUTORIDAD DE BUSQUEDA INTERNACIONAL (PCT Regla 43bis.1)
------------------------------------	---

Registro de referencia del solicitante o agente Ver forma PCT/ISA/220		Fecha de correo (día/mes/año) ver forma PCT/ISA/210 (Segunda hoja) PARA FUTURAS ACCIONES Ver párrafo 2 a continuación
Solicitud Internacional No. PCT/US2006/030885	Fecha de registro internacional (día/mes/año) 08.08.2006	Fecha de prioridad (día/mes/año) 08.08.2005
Clasificación Internacional de Patentes (IPC) o clasificación nacional e IPC INV. G01V1/30 G01V1/28		
Solicitante SCHLUMBERGER TECHNOLOGY CORPORATION		

1. Esta opinión contiene indicaciones relacionadas con los siguientes ítems:

- | | | |
|-------------------------------------|------------------|---|
| ☒ | Casilla No. I | Bases de la opinión |
| ☐ | Casilla No. II | Prioridad |
| ☐ | Casilla No. III | No establecimiento de opinión respecto a novedad, nivel inventivo y aplicabilidad industrial |
| ☐ | Casilla No. IV | Falta de unidad de invención |
| ☒ | Casilla No. V | Afirmación razonada de conformidad con la Regla 43bis.1(a)(i) con respecto a novedad, nivel inventivo o aplicabilidad industrial; citaciones y explicaciones que sustentan dicha afirmación |
| ☐ | Casilla No. VI | Ciertos documentos citados |
| ☐ | Casilla No. VII | Ciertos defectos en la solicitud internacional |
| ☐ | Casilla No. VIII | Ciertas observaciones sobre la solicitud internacional |

2. ACCIONES FUTURAS

Si se hace una demanda para examen preliminar internacional, esta opinión generalmente será considerada como una opinión escrita de la Autoridad Examinadora Preliminar ("IPEA"). Sin embargo, esto no aplica cuando el solicitante escoge una Autoridad diferente a ésta para que sea la IPEA y la IPEA escogida le ha notificado a la Oficina Internacional de conformidad con la Regla 66.1bis(b) que no se considerarán las opiniones escritas de esta Autoridad de Búsqueda Internacional.

Si esta opinión es, según se estipula anteriormente, considerada una opinión escrita de la IPEA, se invita al solicitante a presentar ante la IPEA una respuesta escrita junto, cuando sea apropiado, con modificaciones, antes de la fecha de expiración de tres meses desde la fecha de envío por correo de la Forma PCT/ISA/220 o antes de la fecha de expiración de 22 meses desde la fecha de prioridad, la que expire más tarde.

Para opciones futuras, ver la Forma PCT/ISA/220.

3. Para detalles adicionales, ver las notas a la Forma PCT/ISA/220.

Nombre y dirección de correo de la ISA: European Patent Office-P.B. 5818 Patentlaan 2 NL-2280 HV Rijswijk-Pays Bas Tel. +31 70 340-2040 Tx. 31 651 epo nl Fax: +31 70 340-3016	Fecha de finalización de esta opinión Ver forma PCT/ISA/210	Funcionario Autorizado De Bekker, Ruben Teléfono No. +31 70 340-4094
--	--	--

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

OPINION ESCRITA DE LA
AUTORIDAD DE BUSQUEDA INTERNACIONAL

Solicitud Internacional No.
PCT/US2006/030885

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)	Si: Reivindicaciones	<u>1-57</u>
	No: Reivindicaciones	
Nivel inventivo (IS)	Si: Reivindicaciones	<u>1-57</u>
	No: Reivindicaciones	
Aplicabilidad industrial (IA)	Si: Reivindicaciones	<u>1-57</u>
	No: Reivindicaciones	

2. Citaciones y explicaciones
ver hoja separada

Re Item V.

1. Se hace referencia a los siguientes documentos:

- D1: US 5 130 949 A (KAN TZE-KONG [US] ET AL) 14 de Julio de 1992 (1992-07-14)
- D2: US 2004/141414 A1 (HUFFMAN ALAN ROYCE [US] ET AL HUFFMAN ALAN R [US] ET AL) 22 de Julio de 2004 (2004-07-22)
- D3: SAYERS C M ET AL: "Predicción de presión de los poros previa a la perforación usando datos sísmicos" GEOPHYSICS SOC. EXPLORATION GEOPHYSICISTS USA, vol. 67, no. 4, Julio de 2002 (2002-07), páginas 1286-1292, XP007902195 ISSN: 0016-8033 citado en la solicitud
- D4: EATON B A ET AL: "LA ECUACIÓN PARA PREDICCIÓN DE GEOPRESION DE LAS BITÁCORAS DEL POZO" SPE, 1975, 11 páginas, XP008018943 citado en la solicitud
- D5: FREDRICH J T ET AL: "Perturbaciones de Tensión Adyacentes a los Cuerpos Salados en las Aguas Profundas del Golfo de México" SPE ANNUAL TECHNICAL CONFERENCE AND EXHIBITION, XX, XX, 5 de octubre de 2003 (2003-10-05), páginas 5121-5134, XP002352275 citado en la solicitud

2. CLARIDAD

Previo a cualquier afirmación razonada respecto a la novedad, nivel inventivo y aplicabilidad industrial deben manejarse algunos aspectos de claridad respecto a la materia objeto reivindicada:

2.1 Respecto al término "presión de los poros predicha", se observa que por ejemplo la reivindicación 1, In, 8 da una referencia adicional a esta "presión" como "asociada a la ubicación previa a la perforación"; mientras que la reivindicación 1, In. 5 no la da.

Puesto que parece claro de la descripción que la "presión de los poros predicha" se "asocia con la ubicación previa a la perforación" y no está asociada con un pozo que contrarreste, la "presión de los poros predicha" ha sido interpretada como "asociada de manera consistente con el lugar previo a la perforación."

- 2.2 Parece de la descripción y la fig. 3 que el paso del método [325] para calcular una segunda presión de los poros predicha usa toda la tensión obtenida en el paso [320] (ver también par [0057] de la solicitud). La reivindicación 1, sin embargo, no se refiere al uso de dicha presión total calculada en el paso de calcular la segunda presión de los poros predicha, que por lo tanto hace que la materia objeto de la reivindicación 1 no sea clara contrario a los requerimientos del Art. 6 PCT.
- 2.3 Además, puesto que no parece que los métodos para calcular la tensión total asociada con la ubicación previa a la perforación estén explícitamente relacionados y calculando la segunda tensión de los poros predicha asociada a la ubicación previa a la perforación, la descripción de la solicitud no es clara en cuanto a porqué el proceso iterativo convergería, haciendo así que la solicitud no sea clara contrario a los requerimientos del Art. 6 PCT.
3. El documento D1, que se considera que representa el estado de la técnica revela (las referencias en paréntesis aplican a este documento) un método de predicción de presión de los poros (resumen) para contrarrestaciones laterales /o pre-perforación (par. [0013]-[0018] donde una actualización iterativa de la hoyo sedimentaria, que es la base para los cálculos, se lleva a cabo para lograr una solución convergida [par. [0019]]).
- De esto, la materia objeto de la reivindicación independiente 1 difiere en que la iteración no utiliza una actualización de un modelo, sino más bien usa un parámetro calculado (una segunda presión de los poros predicha) para volver a calcular un parámetro adicional (tensión total), que es entonces usado aparentemente para cálculos adicionales (ver aspecto de claridad anteriormente par. 2.3)
- 3.1 La materia objeto de la reivindicación 1 por lo tanto es novedosa (Artículo 33(2) PCT). El problema que la presente invención pretende resolver puede ser considerado como prevenir una remodelación complicada.
- 3.2 Los aspectos de claridad anteriores no obstante, la solución a este problema propuesto en la reivindicación 1 de la presente solicitud se considera que comprende un nivel inventivo (Artículo 33 (3) PCT). Aunque ambos pasos [320] y [325] son conocidos per se, el paso [320] de D2 y/o D3 y el paso [325] de D1, lo apropiado del uso de los resultados respectivos de los pasos para convergencia iterativa no es obvio para la persona versada (y todavía continúa

- siendo así).
4. REIVINDICACIONES INDEPENDIENTES 20, 39:
- 4.1 El mismo razonamiento aplica, mutatis mutandis, a la materia objeto del correspondiente computador independiente relacionado con la reivindicación 20, así como las independientes

h
e
rr
a
m
i
e
n
t
a
s
p
a
r
a
p
e
r
f
o
r
a
c
i
ó
n
r
e
i
v
i
n
d
i
c
a
c
i
ó
n
3
9

5. REIVINDICACIONES DEPENDIENTES 1-19, 21-38, 40-57:
- 5.1 Las reivindicaciones 1-19, 21-38, 40-57 son dependientes de la reivindicación 1, 20 y 39 respectivamente y como tales también cumplen con los requerimientos del PCT respecto a novedad y nivel inventivo.

Se informa que los trabajos citados de la literatura que no es de patentes tal como documentos científicos o técnicos o semejantes pueden estar sujetos a protección de propiedad intelectual y/o otra protección de trabajos escritos según sea apropiado con base en las leyes pertinentes. Los textos de propiedad intelectual no pueden ser copiados o usados en otras publicaciones electrónicas o impresas o redistribuidos sin el permiso expreso del propietario de la propiedad intelectual.

XS CPRTENFRDE

BNSDOCID:<XS_____2006100103CF_1_>

PATENT COOPERATION TREATY

From the
INTERNATIONAL SEARCHING AUTHORITY

To:

see form PCT/ISA/220

PCT

WRITTEN OPINION OF THE
INTERNATIONAL SEARCHING AUTHORITY
(PCT Rule 43bis.1)

Date of mailing
(day/month/year) see form PCT/ISA/210 (second sheet)

Applicant's or agent's file reference
see form PCT/ISA/220

FOR FURTHER ACTION
See paragraph 2 below

International application No.
PCT/JS2006/030885

International filing date (day/month/year)
08.08.2006

Priority date (day/month/year)
08.08.2005

International Patent Classification (IPC) or both national classification and IPC
INV. G01V1/30 G01V1/28

Applicant
SCHLUMBERGER TECHNOLOGY CORPORATION

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 usually 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:



European Patent Office - P.B. 5818 Patentlaan 2
NL-2280 HV Rijswijk - Pays Bas
Tel. +31 70 340 - 2040 Tx: 31 651 epo nl
Fax: +31 70 340 - 3016

Date of completion of
this opinion

see form
PCT/ISA/210

Authorized Officer

De Bekker, Ruben

Telephone No. +31 70 340-4094



**WRITTEN OPINION OF THE
INTERNATIONAL SEARCHING AUTHORITY**

International application No.
PCT/US2006/030885

Box No. I Basis of the 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 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:

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

1. Statement

Novelty (N)	Yes: Claims	<u>1-57</u>
	No: Claims	
Inventive step (IS)	Yes: Claims	<u>1-57</u>
	No: Claims	
Industrial applicability (IA)	Yes: Claims	<u>1-57</u>
	No: Claims	

2. Citations and explanations

see separate sheet

Re Item V.

1 Reference is made to the following documents:

- D1 : US 5 130 949 A (KAN TZE-KONG [US] ET AL) 14 July 1992 (1992-07-14)
D2 : US 2004/141414 A1 (HUFFMAN ALAN ROYCE [US] ET AL HUFFMAN ALAN R [US] ET AL) 22 July 2004 (2004-07-22)
D3 : SAYERS C M ET AL: "Predrill pore-pressure prediction using seismic data" GEOPHYSICS SOC. EXPLORATION GEOPHYSICISTS USA, vol. 67, no. 4, July 2002 (2002-07), pages 1286-1292, XP007902195 ISSN: 0016-8033
cited in the application
D4 : EATON B A ET AL: "THE EQUATION FOR GEOPRESSURE PREDICTION FROM WELL LOGS" SPE, 1975, page 11PAGES, XP008018943 cited in the application
D5 : FREDRICH J T ET AL: "Stress Perturbations Adjacent to Salt Bodies in the Deepwater Gulf of Mexico" SPE ANNUAL TECHNICAL CONFERENCE AND EXHIBITION, XX, XX, 5 October 2003 (2003-10-05), pages 5121-5134, XP002352275 cited in the application

2. CLARITY

Prior to any reasoned statement with regard to novelty, inventive step and industrial applicability some clarity issues have to be addressed regarding the claimed subject-matter:

- 2.1 With regard to the term "predicted pore pressure", it is noted that for example claim 1, ln. 8 does give a further reference to this "pressure" as being "associated with the pre-drill location", whilst claim 1, ln. 5 does not.
Since it appears clear from the description that the "predicted pore pressure" is "associated with the pre-drill location" and not associated with an offset well, the "predicted pore pressure" has been interpreted as consistently being "associated with the pre-drill location".

2.2 It appears from the description and fig. 3 that the method step [325], of calculating a second predicted pore pressure, uses the total stress obtained in step [320] (see also par [0057] of the application).

Claim 1, however, does not refer to the use of said calculated total stress in the step of calculating the second predicted pore pressure, which therefore renders the subject-matter of claim 1 unclear contrary to the requirements of Art. 6 PCT.

2.3 Furthermore, since the methods for calculating the total stress associated with the pre-drill location and calculating a second predicted pore pressure associated with the pre-drill location appear not explicitly related, the description of the application is unclear as to why the iterative process would be converging, thereby rendering the application unclear contrary to the requirements of Art. 6 PCT.

3. Document D1, which is considered to represent the state of the art, discloses (the references in parentheses applying to this document) a method of pore pressure prediction (abstract) for lateral offsets /or pre-drill (par. [0013]-[0018]) where an iterative updating of the sedimentary basin, which is the basis for the calculations, is performed to arrive at an converged solution (par. [0019]).

From this, the subject-matter of independent claim 1 differs in that the iteration does not use an updating of a model, but rather uses a calculated parameter (second predicted pore pressure) for recalculating a further parameter (total stress), which is then apparently is used for further calculation (see clarity issue above par. 2.3)

3.1 The subject-matter of claim 1 is therefore novel (Article 33(2) PCT)
The problem to be solved by the present invention may be regarded as preventing complicated remodelling.

3.2 The clarity issues above notwithstanding, the solution to this problem proposed in claim 1 of the present application is considered as involving an inventive step (Article 33(3) PCT). Although both steps [320] and [325] are known per se, step [320] by D2 and/or D3 and step [325] by D1, the suitability of the use of the respective outcomes of the steps for iterative convergence is not obvious to the skilled man (and still

remains so).

4. INDEPENDENT CLAIMS 20, 39:

- 4.1 The same reasoning applies, mutatis mutandis, to the subject-matter of the corresponding independent computer related claim 20, as well as the independent

d
o
w
n
h
o
l
e
t
o
o
l
c
l
a
i
m
3
9

5. DEPENDENT CLAIMS 1-19, 21-38, 40-57:

- 5.1 Claims 1-19, 21-38, 40-57 are dependent on claim 1, 20 and 39 respectively and as such also meet the requirements of the PCT with respect to novelty and inventive step.

**WRITTEN OPINION OF THE
INTERNATIONAL SEARCHING
AUTHORITY (SEPARATE SHEET)**

International application No.

PCT/US2006/030885

Bitte beachten Sie, dass angeführte Nichtpatentliteratur (wie z. B. wissenschaftliche oder technische Dokumente) je nach geltendem Recht dem Urheberrechtsschutz und/oder anderen Schutzarten für schriftliche Werke unterliegen könnte. Die Vervielfältigung urheberrechtlich geschützter Texte, ihre Verwendung in anderen elektronischen oder gedruckten Publikationen und ihre Weitergabe an Dritte ist ohne ausdrückliche Zustimmung des Rechtsinhabers nicht gestattet.

Veuillez noter que les ouvrages de la littérature non-brevets qui sont cités, par exemple les documents scientifiques ou techniques, etc., peuvent être protégés par des droits d'auteur et/ou toute autre protection des écrits prévue par les législations applicables. Les textes ainsi protégés ne peuvent être reproduits ni utilisés dans d'autres publications électroniques ou imprimées, ni rediffusés sans l'autorisation expresse du titulaire du droit d'auteur.

Please be aware that cited works of non-patent literature such as scientific or technical documents or the like may be subject to copyright protection and/or any other protection of written works as appropriate based on applicable laws. Copyrighted texts may not be copied or used in other electronic or printed publications or re-distributed without the express permission of the copyright holder.

XS CPRTENRDE

MÉTODO Y SISTEMA PARA PREDICCIÓN DE PRESIÓN DE PORO DE PRE-PERFORACIÓN

RESUMEN, OBJETO Y FINALIDAD DE LA INVENCION

[0001] Un método para predicción de presión de poro. El método incluye obtener un coeficiente de sensibilidad a la tensión, obtener una velocidad de onda compresional (onda P) y una velocidad de onda de corte (onda S) para una ubicación de pre-perforación y obtener una primera presión de poro predicha. Adicionalmente, el método incluye realizar iterativamente el cálculo de un valor de tensión total asociado con la ubicación de pre-perforación usando la primera presión de poro predicha asociada con la ubicación de pre-perforación, y el cálculo de una segunda presión de poro predicha asociada con la ubicación de pre-perforación usando una ecuación de relación tensión-presión, una ecuación de relación tensión-velocidad, el coeficiente de sensibilidad a la tensión, una ubicación de referencia, y al menos uno seleccionado de un grupo que consiste de la velocidad de onda P y la velocidad de onda S para la ubicación de pre-perforación, y ajustar una operación de perforación asociada con la ubicación de pre-perforación, con base en la segunda presión de poro predicha.

MÉTODO Y SISTEMA PARA PREDICCIÓN DE PRESIÓN DE PORO DE PRE-PERFORACIÓN

REFERENCIA CRUZADA CON SOLICITUDES RELACIONADAS

- [0002] Esta solicitud reivindica prioridad de la Solicitud de Patente Provisional U.S. No. 60/595,814 titulada "Predicción de Presión de Poro Subsal", presentada el 8 de Agosto de 2005 en los nombres de Colin Michael Sayers y Richard Anthony Birchwood, cuyos contenidos totales están incorporados aquí mediante referencia.

ANTECEDENTES

- [0003] Ciertas sustancias (*p.e.*, sal, *etc.*) tienen permeabilidad baja, *p.e.*, no transmiten fluidos fácilmente. En algunos casos, una sustancia con permeabilidad baja puede ubicarse por encima de una sustancia que es objetivo de una operación de perforación.
- [0004] La Figura 1 muestra un diagrama ejemplar de una operación de perforación. Los expertos en la técnica apreciarán que la operación de perforación mostrada en la Figura 1 se proporciona para propósitos ejemplares solamente y en consecuencia, no debe interpretarse como limitante del alcance de la invención. Por ejemplo, la operación de perforación mostrada en la Figura 1 es una operación de perforación de suelo marino, pero la operación de perforación puede alternativamente ser una operación de perforación en tierra.
- [0005] Como se muestra en la Figura 1, se configura un aparejo de perforación (105) para perforar en una formación (*p.e.*, una formación por debajo del suelo marino (110)) usando una broca de perforación

(no mostrado) acoplado al extremo distal de una cadena de perforación (125). Específicamente, la broca de perforación se usa para perforar un barreno (130) que se extiende a una sustancia objetivo (120). La sustancia objetivo (120) puede ser un hidrocarburo o una fuente mineral marcada por una operación de perforación. Adicionalmente, como se muestra en la Figura 1, una sustancia de permeabilidad baja (115) puede estar ubicada por encima de la sustancia objetivo (120). Así, para alcanzar la sustancia objetivo (120), puede requerirse que el barreno (130) pase a través de la sustancia de baja permeabilidad (115).

[0005] Cuando el sedimento de sustancia de permeabilidad baja está enterrada o compactada, el fluido puede estar atrapado en poros dentro de la estructura resultante (*p.e.*, dentro de la sustancia de permeabilidad baja en sí y/o dentro de sustancias por debajo de la sustancia de permeabilidad baja (*p.e.*, arena, *etc.*). El fluido atrapado de esta manera ejerce presión sobre la formación circundante referida como *presión de poro*. Las formaciones en las cuales la presión de poro excede la presión hidrostática a una profundidad dada son referidas como *sobrepresionadas*.

[0006] Al perforar en una formación sobrepresionada, el peso del lodo (*p.e.*, el peso de los fluidos de perforación transmitidos al barreno) debe ser lo suficientemente alto para evitar que la presión de poro mueva los fluidos de la formación en el barreno. En el peor de los casos, los fluidos de la formación que entran al barreno puede producir pérdida del pozo y/o daño al personal que opera el aparejo de perforación. En consecuencia, para la perforación segura y económica, es esencial que la presión de poro sea predicha con

suficiente precisión. En particular, es benéfico predecir la presión de poro *pre-perforación*, *p.e.*, ya sea antes de iniciar cualquier perforación y/o en una ubicación tal que la broca de perforación no haya sido alcanzado aún.

[0007] Convencionalmente, la predicción de presión de poro *pre-perforación* se basa en el uso de las velocidades sísmicas *pre-perforación* y una transformada de velocidad-a-presión de poro calibrada usando datos de pozo de desviación (*p.e.*, datos de otros pozos cerca del sitio de perforación). Sin embargo, en algunos casos (*p.e.*, perforación bajo sal), las predicciones de presión de poro *pre-perforación* pueden no ser suficientemente precisas. Una discusión adicional de técnicas de predicción de presión de poro *pre-perforación* convencionales se puede encontrar en Sayers CM, Johnson GM, y Denyer G., 2002, *"Pre-drill Pore Pressure Prediction Using Seismic Data,"* Geophysics, 67, 1286-1292.

[0008] Se usa lodo en las operaciones de perforación para enfriar la broca de perforación; para transportar los cortes generados por la operación de perforación a la superficie, para evitar el influjo de fluidos de la formación al barreno, y para estabilizar el barreno. Con respecto a la prevención del influjo de los fluidos de formación, el operador de perforación debe mantener el peso del lodo en o por encima de la presión de poro. Con respecto a la estabilización del barreno, los operadores de perforación ajustan el peso del lodo (*p.e.*, la densidad del lodo que se está usando) para contrarrestar la tendencia del barreno a derrumbarse. Sin embargo, el operador de perforación debe ser cuidadoso de no fracturar la formación usando un peso de lodo excesivamente alto.

[0009] Más aún, un peso de lodo demasiado alto puede producir una velocidad de perforación inaceptablemente baja. En consecuencia, el peso del lodo debe ser lo suficientemente bajo para mantener una velocidad de perforación aceptable y evitar la fractura de la formación. En tales casos, la ventana de peso de lodo permisible (p.e., el rango de pesos de lodo permisibles) puede ser pequeña al perforar formaciones sobrepresionadas. Específicamente, la fuerza ejercida por el lodo debe caer dentro del rango entre la presión del poro (o la presión para evitar un derrumbe, si es mayor que la presión de poro) y la presión requerida para fracturar la formación.

[0010] Adicionalmente, al perforar formaciones sobrepresionadas, el número de ensamblajes de revestimiento requeridos (p.e., soportes estructurales insertados en el barreno) puede aumentarse. Específicamente, si no está disponible una predicción de presión de poro pre-perforación suficientemente precisa, se pueden insertar ensamblajes de revestimiento adicionales prematuramente, para evitar la posibilidad de problemas de control del pozo (p.e., influjo de fluidos de la formación) y/o falla del barreno. La inserción prematura de ensamblajes de revestimiento puede retrasar la operación de perforación y/o reducir el tamaño del barreno y producir pérdida financiera.

RESUMEN

[0011] En general, en un aspecto, la invención se relaciona con un método para la predicción de presión de poro. El método incluye obtener un coeficiente de sensibilidad a la tensión, obtener una velocidad de onda compresional (onda P) y una velocidad de onda de

corte (onda S) para una ubicación de pre-perforación, obtener una primera presión de poro predicha, realizar iterativamente: el cálculo de un valor de tensión total asociado con la ubicación de pre-perforación usando la primera presión de poro predicha asociada con la ubicación de la pre-perforación; y el cálculo de una segunda presión de poro predicha asociada con la ubicación de pre-perforación usando una ecuación de relación tensión-presión, una ecuación de relación tensión-velocidad, el coeficiente de sensibilidad a la tensión, una ubicación de referencia, y al menos uno seleccionado de un grupo que consiste de la velocidad de onda P y la velocidad de onda S para la ubicación de pre-perforación, en donde la iteración se completa si una diferencia entre la primera presión de poro predicha y la segunda presión de poro predicha es menor o igual a un valor de diferencia de umbral, y en donde la primera presión de poro predicha es actualizada usando la segunda presión de poro predicha si la diferencia es mayor que el valor de diferencia de umbral, y ajustar una operación de perforación asociada con la ubicación de pre-perforación, con base en la segunda presión de poro predicha.

[0012] En general, en un aspecto, la invención se relaciona con una medio legible por computadora que comprende instrucciones para realizar un método de predicción de presión de poro. El método incluye obtener un coeficiente de sensibilidad a la tensión, obtener una velocidad de onda compresional (onda P) y una velocidad de onda de corte (onda S) para una ubicación de pre-perforación, obtener una primera presión de poro predicha, realizar iterativamente: el cálculo de un valor de tensión total asociado con la ubicación de pre-perforación usando la primera presión de poro predicha asociada con la ubicación de la pre-perforación; y el cálculo de una segunda presión de poro

predicha asociada con la ubicación de pre-perforación usando una ecuación de relación tensión-presión, una ecuación de relación tensión-velocidad, el coeficiente de sensibilidad a la tensión, una ubicación de referencia, y al menos uno seleccionado de un grupo que consiste de la velocidad de onda P y la velocidad de onda S para la ubicación de pre-perforación, en donde la iteración está completa si una diferencia entre la primera presión de poro predicha y la segunda presión de poro predicha es menor o igual a un valor de diferencia de umbral, y en donde la primera presión de poro predicha es actualizada usando la segunda presión de poro predicha si la diferencia es mayor que el valor de diferencia de umbral, y ajustar una operación de perforación asociada con la ubicación de pre-perforación, con base en la segunda presión de poro predicha.

[0013] En general, en un aspecto, la invención se relaciona con una herramienta agujero abajo configurada para realizar un método para predicción de presión de poro. El método incluye obtener un coeficiente de sensibilidad a la tensión, obtener una velocidad de onda compresional (onda P) y una velocidad de onda de corte (onda S) para una ubicación de pre-perforación, obtener una primera presión de poro predicha, realizar iterativamente: el cálculo de un valor de tensión total asociado con la ubicación de pre-perforación usando la primera presión de poro predicha asociada con la ubicación de pre-perforación; y el cálculo de una segunda presión de poro predicha asociada con la ubicación de pre-perforación usando una ecuación de relación tensión-presión, una ecuación de relación tensión-velocidad, el coeficiente de sensibilidad a la tensión, una ubicación de referencia, y al menos uno seleccionado de un grupo que consiste de la velocidad de onda P y la velocidad de onda S para la ubicación de pre-perforación, en donde la

iteración está completa si una diferencia entre la primera presión de poro predicha y la segunda presión de poro predicha es menor o igual a un valor de diferencia de umbral, y en donde la primera presión de poro predicha es actualizada usando la segunda presión de poro predicha si la diferencia es mayor que el valor de diferencia de umbral, y ajustar una operación de perforación asociada con la ubicación de pre-perforación, con base en la segunda presión de poro predicha.

[0014] Otros aspectos de la invención serán obvios de la siguiente descripción y las reivindicaciones adjuntas.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[0015] La figura 1 muestra un diagrama ejemplar de una operación de perforación.

[0016] La figura 2 muestra un diagrama de un sistema de acuerdo con una o más realizaciones de la invención.

[0017] La figura 3 muestra un diagrama de flujo de acuerdo con una o más realizaciones de la invención.

[0018] La figura 4 muestra un diagrama de un sistema de computadora de acuerdo con una o más realizaciones de la invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

[0019] Ahora se describirán en detalle realizaciones específicas de la invención con referencia a las figures acompañantes. Elementos

similares en las diferentes figuras están denotados por números de referencia similares para consistencia.

[0020] En la siguiente descripción detallada de las realizaciones de la invención, se establecen numerosos detalles específicos con el fin de proveer un entendimiento más completo de la invención. Sin embargo, será obvio para el experto en la técnica que la invención puede ser practicada sin estos detalles específicos. En otras instancias, otras características bien conocidas no han sido descritas en detalle para evitar complicar innecesariamente la descripción.

[0021] En general, las realizaciones de la invención proveen un método y sistema para la predicción de presión de poro de pre-perforación. Específicamente, la presión de poro de pre-perforación se predice usando datos de referencia, velocidades de onda acústica o sísmica asociadas con una ubicación de pre-perforación, al menos una ecuación de relación tensión-velocidad, y una ecuación de relación tensión-presión. En una o más realizaciones de la invención, la presión de poro se predice iterativamente hasta que se satisface una condición de umbral. Una operación de perforación asociada con la ubicación de pre-perforación se ajusta con base en la presión de poro predicha.

[0022] La figura 2 muestra un diagrama de un sistema de acuerdo con una o más realizaciones de la invención. Específicamente, la figura 2 muestra un diagrama de un ambiente de computación (205) de acuerdo con una o más realizaciones de la invención.

[0023] En una o más realizaciones de la invención, el ambiente de computación (205) puede incluir uno o más sistemas de computadora (p.e., sistema de computadora A (210), sistema de computadora N (215)) configurado para realizar tareas relacionadas con la perforación. En una o más realizaciones de la invención, el(los) sistema(s) de computadora (p.e., 210, 215) pueden ser servidores web, sistemas incorporados (p.e., una computadora localizada en una herramienta agujero abajo), computadoras de escritorio, computadoras portátiles, asistentes digitales personales, cualquier otro tipo similar de sistema de computadora, o cualquier combinación de los mismos.

[0024] Específicamente, en una o más realizaciones de la invención, uno o más de los sistemas de computadora (p.e., 210, 215) pueden incluir un calculador de coeficiente de sensibilidad a la tensión (220), un calculador de tensión total (230), y/o un calculador de presión de poro (235). En una o más realizaciones de la invención, los componentes mencionados anteriormente (p.e., 220, 230, 235) pueden estar ubicados en un solo sistema de computadora (p.e., 210, 215), distribuidos a través de sistemas de computadora múltiples (p.e., 210, 215), o cualquier combinación de los mismos. En una o más realizaciones de la invención, cada uno de los componentes mencionados anteriormente (p.e., 220, 230, 235) puede incluir uno o más módulos de software, uno o más módulos de hardware, o cualquier combinación de los mismos. Adicionalmente, en una o más realizaciones de la invención, los componentes mencionados anteriormente (p.e., 220, 230, 235) pueden estar configurados para comunicarse entre sí mediante llamadas de función, interfaces de programas de aplicación (APIs), un protocolo de red (p.e., un protocolo de red alámbrica o inalámbrica), circuitería electrónica, cualquier otro

tipo similar de comunicación y/o protocolo de comunicación, o cualquier combinación de los mismos.

[0025] En una o más realizaciones de la invención, el calculador del coeficiente de sensibilidad a la tensión (220) puede estar configurado para calcular al menos un coeficiente de sensibilidad a la tensión usando datos de referencia. El cálculo de los coeficientes de sensibilidad a la tensión usando datos de referencia se discute más adelante con respecto a la Figura 3. En una o más realizaciones de la invención, el calculador de la tensión total (230) puede ser configurado para calcular un valor de tensión total asociado con una ubicación de pre-perforación usando una presión de poro predicha. El cálculo de un valor de tensión total se discute más adelante con respecto a la Figura 3.

[0026] En una o más realizaciones de la invención, el calculador de presión de poro (235) puede ser configurado para calcular una presión de poro predicha usando el valor de tensión total calculado por el calculador de tensión total. Adicionalmente, en una o más realizaciones de la invención, el cálculo de la presión de poro predicha puede involucrar el uso de coeficiente(s) de sensibilidad de tensión calculados por el calculador del coeficiente de sensibilidad de tensión (220). El cálculo de una presión de poro predicha se discute más adelante con respecto a la Figura 3.

[0027] Adicionalmente, en una o más realizaciones de la invención, una vez el calculador de presión de poro (235) ha calculado una presión de poro predicha, el calculador de tensión (230) puede usar la presión de

poro predicha para re-calcular el valor de tensión total. El valor de tensión total re-calculado puede entonces ser usado por el calculador de presión de poro (235) para re-calcular la presión de poro. En una o más realizaciones de la invención, el calculador de presión de poro (235) y el calculador de tensión total (230) pueden ser configurados para re-calcular el valor de tensión total y la presión de poro predicha iterativamente, hasta que la presión de poro predicha cumple una condición de umbral. El re-cálculo iterativo de un valor de tensión total y la presión de poro predicha se discute más adelante con respecto a la Figura 3.

[0028] La Figura 3 muestra un diagrama de flujo de acuerdo con una o más realizaciones de la invención. Específicamente, la Figura 3 muestra un diagrama de flujo de un método para predicción de presión de poro de pre-perforación de acuerdo con una o más realizaciones de la invención.

[0029] En una realización de la invención, una ubicación de pre-perforación corresponde a una ubicación que aún no ha sido perforada. Dicho de otra forma, la broca de perforación no ha alcanzado la ubicación de pre-perforación, sin embargo, la ubicación de pre-perforación está en el camino destinado de la broca de perforación, a menos que cambie la trayectoria del barreno, la broca de perforación eventualmente alcanzará la ubicación de pre-perforación. En una realización de la invención, el método descrito en la Figura 3 puede realizarse mientras se perfora, antes de la perforación (p.e., antes de empezar la perforación del barreno), o cualquier combinación de los mismos.

[0030] Volviendo a la Figura 3, se puede calcular uno o más coeficientes de sensibilidad a la tensión usando datos de referencia (Paso 305). Específicamente, en una o más realizaciones de la invención, los datos de referencia pueden incluir valores asociados con una o más ubicaciones de referencia. En una o más realizaciones de la invención, las ubicaciones de referencia pueden incluir ubicaciones en uno o más pozos de desviación, formaciones geológicas simuladas, cualquier otro tipo similar de ubicación, o cualquier combinación de las mismas.

[0031] En una o más realizaciones de la invención, los datos de referencia pueden incluir, pero no limitarse a tensión total, tensión efectiva, velocidad de onda P, velocidad de onda S, y presión de poro. Los datos de referencia pueden ser obtenidos usando medidas de registro sísmico, medidas ultrasónicas en un laboratorio (ver p.e., Winkler, K.W. & Xingzhou, L., 1996, "*Measurements of third-order Elastic Constants in Rocks*" J. Acoust. Soc. Am., Vol. 100, pp. 1392-1398), medidas sísmicas del barreno, un perfil sísmico vertical (VSP), una simulación por computadora, cualquier otro método, o cualquier combinación de los mismos.

[0032] Por ejemplo, la presión de poro en una ubicación en un pozo de desviación se puede obtener usando la herramienta Probador Modular de la Dinámica de la Formación (MDT) o la herramienta Probador de Formación a Repetición (RFT). Alternativamente, la presión de poro puede obtenerse usando un modelo numérico tal como el descrito en Malinverno, A. et al., 2004, "*Integrating Diverse Measurements to*

Predict Pore Pressure with Uncertainties While Drilling" SPE Artículo 90001.

[0033] Adicionalmente, la tensión total en la ubicación de referencia puede obtenerse usando un modelo de tensión. Las siguientes referencias describen varios modelos de tensión que se pueden usar con la invención: Lee, D., et al., 2003, *"Using a Dynamic Mechanical Earth Model and Integrated Drilling Team to Reduce Well Costs and Drilling Risks in San Martin Field"* SPE Artículo No. 84557 y Moos, D. & Castillo, D.A., 2000, *"Reservoir Geomechanics Applied to Drilling and Completions Programs in challenging formations: North West shelf Timor Sea, North Sea and Columbia,"* APPEA Journal, Febrero 16, pp. 509-521.

[0034] En una o más realizaciones de la invención, el(los) coeficiente(s) de sensibilidad a la tensión calculados en el Paso 305 pueden ser coeficientes que relacionan las velocidades de onda compresional (onda P) y onda de corte (onda S) asociadas con una ubicación en una formación con tensiones efectivas en la ubicación. En consecuencia, en una o más realizaciones de la invención, el(los) coeficiente(s) de sensibilidad a la tensión se pueden calcular usando una o más ecuaciones de relación tensión-velocidad. La(s) ecuación(es) de relación de tensión-velocidad pueden ser de primer orden, segundo orden, orden n (p.e., cuando n es cualquier entero positivo), o cualquier combinación de las mismas.

[0035] En una realización de la invención, la(s) ecuación(es) de relación tensión-velocidad pueden incluir una o más de las siguientes ecuaciones:

$$v_p(\sigma_v, \sigma_h) = v_p^{(0)} + \alpha_p^v \Delta \sigma_v + \alpha_p^h \Delta \sigma_h \quad (1)$$

$$v_s(\sigma_v, \sigma_h) = v_s^{(0)} + \alpha_s^v \Delta \sigma_v + \alpha_s^h \Delta \sigma_h, \quad (2)$$

en donde α_p^v es un coeficiente de sensibilidad a la tensión compresional vertical, α_p^h es un coeficiente de sensibilidad a la tensión compresional horizontal, α_s^v es un coeficiente de sensibilidad a la tensión de corte vertical, y α_s^h es un coeficiente de sensibilidad a la tensión de corte horizontal.

[0036] α_p^v es un coeficiente que relaciona el cambio de la velocidad de onda compresional (onda P) al cambio de σ_v (p.e., la tensión vertical efectiva). α_p^h es un coeficiente que relaciona el cambio de la velocidad de onda compresional (onda P) al cambio de σ_h (p.e., la tensión horizontal efectiva). α_s^v es un coeficiente que relaciona el cambio de la velocidad de onda de corte (onda S) al cambio de σ_v (p.e., la tensión vertical efectiva). α_s^h es un coeficiente que relaciona el cambio de la velocidad de onda de corte (onda S) al cambio de σ_h (p.e., la tensión horizontal efectiva).

[0037] En una o más realizaciones de la invención, $v_p^{(0)}$, $v_s^{(0)}$, σ_v , y σ_h puede relacionarse de acuerdo con las siguientes ecuaciones:

$$v_p^{(0)} = v_p(\sigma_v^{(0)}, \sigma_h^{(0)}) \quad (3)$$

$$v_s^{(0)} = v_s(\sigma_v^{(0)}, \sigma_h^{(0)}) \quad (4)$$

$$\sigma_v = \sigma_v^{(0)} + \Delta\sigma_v \quad (5)$$

$$\sigma_h = \sigma_h^{(0)} + \Delta\sigma_h \quad (6)$$

[0038] Las variables mencionadas anteriormente son como se define a continuación: $\sigma_v^{(0)}$ es un valor de tensión vertical efectiva asociada con una ubicación de referencia común, $\sigma_h^{(0)}$ es un valor de tensión horizontal efectiva asociada con la ubicación de referencia común, σ_v es un valor de tensión vertical efectiva asociada con una ubicación, σ_h es un valor de tensión horizontal efectiva asociada con la ubicación, $\Delta\sigma_v$ es la diferencia entre el valor de tensión vertical efectiva en la ubicación de referencia común y el valor de tensión vertical efectiva en la ubicación, $\Delta\sigma_h$ es la diferencia entre el valor de tensión horizontal efectiva en la ubicación de referencia común y el valor de tensión horizontal efectiva en la ubicación, $v_p^{(0)}$ es una velocidad de onda P de referencia asociada con la ubicación de referencia común, $v_s^{(0)}$ es una velocidad de onda S de referencia asociada con la ubicación de referencia común, $v_p(\sigma_v, \sigma_h)$ es una velocidad de onda P asociada con la ubicación, y $v_s(\sigma_v, \sigma_h)$ es una velocidad de onda S asociada con la ubicación.

[0039] Usando las ecuaciones (1)-(6), se puede usar el siguiente método para obtener los coeficientes de sensibilidad a la tensión (p.e., $\alpha_p^v, \alpha_p^h, \alpha_s^v, y \alpha_s^h$). Inicialmente, se selecciona una ubicación de

referencia común (L0), una primera ubicación (L1), y una segunda ubicación (L2). Los expertos en la técnica apreciarán que los términos “primera” y “segunda” se usan aquí solamente para distinguir valores asociados con una ubicación de valores asociados con otra ubicación. En consecuencia, el uso de estos términos no debe implicar ningún orden. Continuando con el ejemplo, L0, L1, y L2 se pueden ubicar a diferentes profundidades dentro del pozo de desviación. En una realización de la invención, L0 está localizado en la parte superior de una formación en el pozo de desviación. Alternativamente, L0, L1, y L2 se pueden ubicar a una profundidad común pero a diferentes distancias del eje del barreno del pozo de desviación. Por ejemplo, L0, L1, y L2 se pueden ubicar a 10,000 pies (3,048 metros) debajo del suelo marino, en donde L0 se localiza en la pared del barreno, L1 se localiza 3 pulgadas (0.0762 m) en la formación medidas a lo largo de una línea perpendicular al eje del barreno, y L2 se localiza 6 pulgadas (.01524 metros) en la formación medida a lo largo de una línea perpendicular al eje del barreno.

[0040] En una realización de la invención, la formación en L0, L1, y L2 incluye propiedades físicas sustancialmente similares (*p.e.*, litología, porosidad, *etc.*). La similitud de las propiedades físicas puede ser verificada usando datos o registros del núcleo (*p.e.*, registros de resistividad, registros de porosidad de neutrón, registros de densidad, registros de resonancia magnética nuclear, *etc.*).

[0041] Una vez L0, L1, y L2 han sido seleccionados, se obtienen $v_p(\sigma_v, \sigma_h)$ y $v_s(\sigma_v, \sigma_h)$ para cada una de las ubicaciones (*p.e.*, L0, L1, y L2). En una o más realizaciones de la invención, se pueden obtener

las velocidades de onda P y onda S usando un VSP lineal para observar el barreno hacia delante (VSP). En una realización de la invención, el VSP es un VSP lineal de azimuth múltiple. Discusión adicional de VSPs de azimuth múltiple se puede encontrar en Leaney, W.S., Sayers, C.M., y Miller, D.E., 1999, *"Analysis of Multiazimuthal VSP Data for Anisotropy and AVO,"* Geophysics, 64, 1172-1180.

[0042] Alternativamente, las velocidades de onda P y onda S se pueden obtener usando una herramienta sónica de barreno como se describe en Harrison, A.R., 1990, *"Acquisition and Analysis of Sonic Waveforms from a Borehole Monopole and Dipole Source and the Determination of Compressional and Shear Speeds and their Relation to Rock Mechanical Properties and Surface Seismic Data."* SPE Artículo No. 20557, 267-282. Métodos adicionales para obtener velocidades de onda P y onda S como funciones de distancia desde el eje del barreno se describen en las Patentes U.S. Nos. 5,838,633 y 6,904,365. Todas las patentes mencionadas anteriormente son propiedad en común del cesionario de la presente solicitud.

[0043] Alternativamente, en una o más realizaciones de la invención, la velocidades de la onda P y onda S se pueden obtener usando un estudio sísmico multi-componente (p.e., un estudio 3C, un estudio 4C, etc.). Por ejemplo, el estudio sísmico multi-componente se puede realizar en tierra usando vibradores de onda P y onda S, receptores de onda P y onda S, o cualquier combinación de los mismos. Como otro ejemplo, el estudio sísmico multi-componente se puede realizar en un ambiente marino usando sensores de onda P y onda S en el suelo marino.

[0044] Como otra alternativa, en una o más realizaciones de la invención, las velocidades de onda P y onda S se pueden obtener usando reflexiones PP y SS, reflexiones PP y PS (p.e., en casos en que está disponible un receptor de onda S, pero no está disponible una fuente de onda S), cualquier otro tipo similar de método, o cualquier combinación del mismo. Adicionalmente, en una o más realizaciones de la invención, las velocidades de onda P y onda S se pueden obtener invirtiendo los datos de amplitud-versus-desplazamiento (AVO) asociados con las reflexiones PP. Igualmente, en una o más realizaciones de la invención, se pueden usar los datos AVO asociados con las reflexiones PS y SS.

[0045] Volviendo a la discusión del uso de las ecuaciones (1)-(6) para determinar el coeficiente de sensibilidad a la tensión, la presión de poro se obtiene en cada una de las ubicaciones (p.e., L0, L1, L2). Como se discutió anteriormente, la presión de poro se puede obtener usando varias herramientas agujero abajo o métodos numéricos. En adición, la tensión total, que también está expresada como un tensor, también se obtiene para cada ubicación (p.e., L0, L1, L2).

[0046] Usando la presión de poro y la tensión total en cada una de las ubicaciones, se puede determinar la tensión efectiva en cada una de las ubicaciones. En una realización de la invención, la tensión efectiva (σ) se define como la diferencia entre la tensión total y la presión de poro expresada como un tensor. Las tensiones efectivas mencionadas anteriormente (σ) junto con las ecuaciones (5) y (6) entonces se usan para determinar $\Delta\sigma_v$ y $\Delta\sigma_h$ en L1 y L2. Los valores de $\nu_p(\sigma_v, \sigma_h)$,

$v_s(\sigma_v, \sigma_h)$, $\Delta\sigma_v$, y $\Delta\sigma_h$ para L1 y L2 entonces se usan para crear cuatro ecuaciones (dos ecuaciones correspondientes a la ecuación (1) y dos correspondientes a la ecuación (2)). En esta etapa, hay cuatro ecuaciones y cuatro incógnitas (p.e., α_p^v , α_p^h , α_s^v , y α_s^h) y, en consecuencia, las ecuaciones pueden ser redistribuidas y resueltas para obtener los valores de α_p^v , α_p^h , α_s^v , y α_s^h .

[0047] En una realización de la invención, las ecuaciones (1) y (2) se pueden usar en situaciones en donde la tensión horizontal mínima y la tensión horizontal máxima son iguales o sustancialmente las mismas. Sin embargo, en casos en donde la tensión horizontal mínima y la tensión horizontal máxima no son iguales o sustancialmente las mismas, se pueden usar la siguiente versión expandida de las ecuaciones (1) y (2):

$$v_p(\sigma_v, \sigma_h, \sigma_H) = v_p^{(0)} + \alpha_p^v \Delta\sigma_v + \alpha_p^h \Delta\sigma_h + \alpha_p^H \Delta\sigma_H \quad (7)$$

$$v_{s1}(\sigma_v, \sigma_h, \sigma_H) = v_{s1}^{(0)} + \alpha_{s1}^v \Delta\sigma_v + \alpha_{s1}^h \Delta\sigma_h + \alpha_{s1}^H \Delta\sigma_H, \quad (8)$$

$$v_{s2}(\sigma_v, \sigma_h, \sigma_H) = v_{s2}^{(0)} + \alpha_{s2}^v \Delta\sigma_v + \alpha_{s2}^h \Delta\sigma_h + \alpha_{s2}^H \Delta\sigma_H, \quad (9)$$

Los expertos en la técnica apreciarán que cuando S_H y S_h no son iguales, hay dos ondas de corte con diferentes polarizaciones que tienen diferentes velocidades.

[0048] En una o más realizaciones de la invención, el(los) coeficiente(s) de sensibilidad a la tensión se pueden obtener aplicando un modelo micromecánico a los datos de referencia. Por ejemplo, se puede usar un modelo micromecánico que explica la dependencia a la tensión y la distribución de orientación de los contactos entre granos (p.e., en una

formación de arena). Una discusión adicional de modelos micromecánicos se puede encontrar en Sayers, C.M., 2002, "*Stress-dependent elastic anisotropy of sandstones*," *Geophysical Prospecting*, 50, 85-95, y Sayers, C.M. (1999) *Stress-dependent seismic anisotropy of shales*, *Geophysics*, 64, 93-98.

[0049] En algunos casos, la tensión vertical puede no ser una tensión principal. En tales casos se pueden usar formas más generales de las ecuaciones (1) y (2) que relacionan la tensión efectiva con las velocidades de onda P y onda S. Por ejemplo, las ecuaciones (1) y (2) pueden incluir componentes de tensión de corte o componentes de tensión principal que no están alineados paralelos o perpendiculares al eje vertical (con respecto a un vector de gravedad).

[0050] Métodos adicionales para obtener coeficiente(s) de sensibilidad a la tensión se describen en las Patentes U.S. Nos. 7,042,802; 6,351,991; 5,838,633; 5,619,475; 5,475,650; y 5,398,215. Todas las patentes mencionadas anteriormente son de propiedad común del cesionario de la presente solicitud.

[0051] Los expertos en la técnica apreciarán que la relación tensión-presión ejemplar en las ecuaciones (1) y (2) se basa en el hecho que mientras se propagan verticalmente, las ondas P son en su mayoría sensibles a cambios en el componente de la tensión efectiva que actúa paralelo a la dirección de propagación, las ondas S son sensibles a cambios tanto en el componente de tensión efectivo que actúa paralelo a la dirección de propagación como en el componente de la tensión efectiva que actúa en paralelo a la dirección de polarización. Discusión

adicional de estos hechos subyacentes se puede encontrar en Sayers, C.M., 2004, *"Monitoring production-induced stress changes using seismic waves,"* 74th SEG Reunión Anual, Extended Abstracts. Específicamente, como las direcciones de propagación y polarización son aproximadamente paralelas para la onda P y ortogonales para la onda S, la combinación de las velocidades de onda P y onda S permite determinar por separado los componentes perpendiculares de la tensión efectiva, permitiendo así una determinación de la presión de poro, y las tensiones principales.

[0052] Continuando con la discusión de la Figura 3, en una o más realizaciones de la invención, en el Paso 310, se pueden obtener las velocidades de onda P y/u onda S asociadas con la ubicación de pre-perforación usando uno o más de los métodos descritos anteriormente. En una realización de la invención, las velocidades de onda P y/u onda S se pueden obtener usando el Perfil Sísmico Vertical con desplazamiento múltiple (VSP), usualmente referido como un VSP con desplazamiento. En tales casos, el VSP puede ser adquirido usando disparos distribuidos en una línea diseñada para maximizar la extracción de información acerca de las tensiones principales. También se puede usar un VSP de azimuth múltiple, con desplazamiento múltiple.

[0053] Continuando con la discusión de la Figura 3, en una o más realizaciones de la invención, en el Paso 315, se pueden obtener velocidades de onda P y/u onda S asociadas con una ubicación de referencia usando uno o más de los métodos descritos anteriormente.

[0054] En el Paso 320, se pueden calcular los valores de tensión totales asociadas con la ubicación de pre-perforación, usando una presión de poro predicha. Específicamente, en una o más realizaciones de la invención, la primera vez que se realiza el Paso 320, la presión de poro predicha puede ser obtenida de un pozo de desviación, una simulación por computadora, o cualquier otra fuente. Por ejemplo, la presión de poro predicha se puede obtener usando una transformada de velocidad-a-presión de poro sobre datos de pozo de desviación. Discusión adicional de transformadas velocidad-a-presión de poro se puede encontrar en Eaton, *"The Equation for Geopressure Prediction from Well Logs,"* SPE 5544 (Society of Petroleum Engineers of AIME, 1975) y Bowers, *"Pore Pressure Estimation from Velocity Data: Accounting for Pore-Pressure Mechanisms besides Undercompaction,"* SPE Drilling and Completion (June 1995) 89-95.

[0055] En una o más realizaciones de la invención, el cálculo de los valores de tensión total puede involucrar realizar un análisis por elemento finito que incluye la ubicación de pre-perforación y la formaciones circundantes. Por ejemplo, un modelo de elemento finito usado en el análisis por elemento finito puede incluir una ubicación de pre-perforación y una o más ubicaciones en uno o más pozos de desviación. Realizar el análisis por elemento finito también puede involucrar el cálculo de una variación de tensión total a lo largo de una o más profundidades (p.e., arriba, debajo, y/o alrededor de la sustancia de permeabilidad baja) usando la presión de poro predicha. Por ejemplo, las condiciones de tensión de límite se pueden obtener de los pozos de desviación y usarse para estimar los valores de tensión en la ubicación de pre-perforación. Discusión adicional del análisis por elemento finito se puede encontrar en Fredrich, J.T., et al., 2003,

"*Stress Perturbations Adjacent to Salt Bodies in Deepwater Gulf of Mexico.*" SPE Artículo No. 84554.

[0056] Alternativamente, se puede usar una diferencia finita o cualquier otro método numérico similar. El siguiente artículo discute un método numérico que se puede usar en lugar de método por elemento finito mencionado anteriormente: Poliakov, A.N.B. et al., 1993, "*An Explicit Inertial Method for the Simulation of Viscoelastic Flow: An Evaluation of Elastic Effects on Diapiric Flow in Two-and Three-layer Models,*" Stone, D.B. & Runcorn, S.K. (eds.) *Flow and Creep in the Solar System: Observations, Modeling and Theory*, pp. 175-195.

[0057] Continuando con la discusión de la Figura 3, en una o más realizaciones de la invención, en el Paso 325 se calcula una segunda presión de poro predicha usando los valores de tensión total obtenidos en el Paso 320. La siguiente discusión detalla una realización para obtener la segunda presión de poro predicha.

[0058] Inicialmente se selecciona una ubicación de referencia. La ubicación de referencia usada en el Paso 325 puede ser la ubicación de referencia común usada en el Paso 305 o puede ser otra ubicación en uno de los pozos de desviación o en el barreno objetivo (p.e., el barreno cuya trayectoria actual cruza la ubicación de pre-perforación). En una realización de la invención, la ubicación de referencia y la ubicación de pre-perforación incluyen sustancialmente propiedades físicas similares (p.e., litología, porosidad, etc.). La similitud de propiedades físicas puede ser verificada usando registros (p.e.,

registros de resistividad, registros de porosidad, registros de densidad, registros de resonancia magnética, etc.).

[0059] La relación entre la tensión efectiva, la tensión total, y la presión de poro está dada por la siguiente ecuación:

$$\sigma_{ij} = S_{ij} - \alpha p \delta_{ij}, \quad (10)$$

en donde i y j se refieren a los componentes de un tensor, σ_{ij} es el componente de tensión efectiva, S_{ij} es el componente de tensión total, α es un coeficiente poroelástico, δ_{ij} es 1 si $i=j$, y δ_{ij} es 0 si $i \neq j$. α se puede obtener usando una variedad de métodos tales como los descritos en Wang. H F., 2000, "*Theory of Linear Poroelasticity – with Applications to Geomechanics and Hydrogeology*" Princeton University Press. 287pp. Los expertos en la técnica apreciarán que los métodos descritos en las referencias mencionadas anteriormente no pretenden limitar el alcance de la invención. Continuando con la discusión del Paso 325, reemplazando la tensión efectiva en las ecuaciones (1) o (2) usando la ecuación (8) produce

$$v_p(S_v, S_h, p) = v_p^{(0)} + \alpha_p^v (\Delta S_v - \alpha \Delta p) + \alpha_p^h (\Delta S_h - \alpha \Delta p) \quad (11)$$

$$v_s(S_v, S_h, p) = v_s^{(0)} + \alpha_s^v (\Delta S_v - \alpha \Delta p) + \alpha_s^h (\Delta S_h - \alpha \Delta p), \quad (12)$$

[0060] Con respecto a la referencia, las variables en las ecuaciones (11)-(12) se definen de la siguiente forma: $v_p(S_v, S_h, p)$ es la velocidad de onda P asociada con la ubicación de pre-perforación, y $v_s(S_v, S_h, p)$ es la velocidad de onda S asociada con la ubicación de pre-perforación; $v_p^{(0)}$ es una velocidad de onda P de referencia asociada con la

ubicación de referencia; $v_s^{(0)}$ es una velocidad de onda S de referencia asociada con la ubicación de referencia; α_p^v es el coeficiente de sensibilidad a la tensión compresional vertical obtenido en el Paso 305; α_p^h es el coeficiente de sensibilidad a la tensión compresional horizontal obtenido en el Paso 305; α_s^v es el coeficiente de tensión de corte vertical obtenido en el Paso 305; α_s^h es el coeficiente de sensibilidad a la tensión de corte horizontal obtenido en el Paso 305; S_v es la tensión vertical total; S_h es la tensión horizontal total; p es la presión de poro; los términos precedidos por Δ representan la diferencia entre valores en la ubicación de pre-perforación y la ubicación de referencia; y α es el coeficiente poroelástico.

[0061] Usando la ecuación (11) y/o ecuación (12) con los valores obtenidos en los pasos anteriores, se puede determinar Δp . Δp puede entonces ser agregado a la presión de poro en la ubicación de referencia para obtener la segunda presión de poro predicha.

[0062] Continuando con la discusión de la Figura 3, en una o más realizaciones de la invención, en el Paso 330, la presión de poro predicha usada en el Paso 320 (de aquí en adelante la "primera" presión de poro predicha) puede ser comparada con la presión de poro predicha calculada en el Paso 325 (de aquí en adelante la "segunda" presión de poro predicha). Específicamente, uno o más métricas de las diferencias entre la primera y segunda presiones de poro predichas pueden ser comparadas con uno o más valores de diferencia de umbral. En una o más realizaciones de la invención, un valor de diferencia de umbral puede ser un valor máximo de la métrica de las

diferencias indicando que la segunda presión de poro predicha es suficientemente precisa. En una realización de la invención, se determina una segunda presión de poro predicha que sea suficientemente precisa cuando $|(PP1 - PP2)/PP1| \leq 0.001$, en donde PP1 denota la primera presión de poro predicha y PP2 denota la segunda presión de poro predicha. Los expertos en la técnica apreciarán que se pueden usar otros valores para el valor de diferencia de umbral y que se pueden usar otras construcciones matemáticas para la métrica de las diferencias. El valor de diferencia de umbral puede corresponder a cualquier otro valor menor de 1.

[0063] En una o más realizaciones de la invención, si las diferencias entre la primera y segunda presiones de poro predichas son mayores que el valor de diferencia de umbral del Paso 330, entonces en el Paso 335 la primera presión de poro predicha es actualizada usando la segunda presión de poro predicha. En este caso, el Paso 320 es posteriormente repetido usando la primera presión de poro actualizada. En una o más realizaciones de la invención, si se repiten los Pasos 320-325, se pueden usar datos actuales reunidos mientras se perfora (p.e., velocidades de onda sísmica, datos de tensión, etc.). Por ejemplo, los datos actuales pueden ser reunidos usando mediciones mientras se perfora (MWD), registro mientras se perfora (LWD), cualquier otro tipo similar de datos de perforación, o cualquier combinación de los mismos. Los expertos en la técnica apreciarán que usar más datos actuales y/o datos de una ubicación más cercana a la ubicación de perforación puede mejorar la precisión del valor de tensión total calculada. Adicionalmente, los expertos en la técnica apreciarán que “actualizar” la primera presión de poro predicha puede

simplemente implicar que el Paso 320 se repite usando la presión de poro predicha calculada en el Paso 325.

[0064] En una o más realizaciones de la invención, los Pasos 320 y 325 se pueden realizar iterativamente (*p.e.*, mediante los Pasos 330 y 335) hasta que la diferencia entre la primera y segunda presiones de poro predichas sea menor o igual a los calores de diferencia de umbral del Paso 330. Dicho de otra forma, los Pasos 320 y 325 pueden repetirse hasta que la primera y segunda presiones de poro predichas hayan convergido suficientemente (*p.e.*, la diferencia entre la primera y la segunda presión de poro predicha es $\leq 0.1\%$).

[0065] En una o más realizaciones de la invención, si la diferencia entre la primera y segunda presiones de poro predichas es menor o igual al (los) valor(es) de diferencia de umbral del Paso 330, entonces en el Paso 340 la operación de perforación asociada con la ubicación de pre-perforación puede ser ajustada con base en la segunda presión de poro predicha. Específicamente, en una o más realizaciones de la invención, el ajuste de la operación de perforación puede involucrar ajustar una densidad de fluido de perforación (*p.e.*, aumentar o disminuir la densidad del fluido de perforación según sea apropiado), ajustar una trayectoria de perforación (*p.e.*, evitar un área sobrepresionada, pasar a través de un área de baja presión, *etc.*), optimizar el número de ensamblajes de revestimiento en el barreno (*p.e.*, agregar un ensamblaje de revestimiento, retardar la adición de un ensamblaje de revestimiento, *etc.*), o cualquier otro tipo similar de ajuste.

[0066] En una realización de la invención, si una trayectoria de pozo propuesta se sitúa en la vecindad de una estructura compleja que perturba la tensión-campo circundante (p.e., sal) y la trayectoria de pozo propuesta pasa a través de una formación altamente permeable (p.e., arena), entonces la presión de poro en la formación altamente permeable se puede determinar usando cualquiera de las técnicas disponibles para determinar la presión de poro en tal formación.

[0067] Por ejemplo, si esquisito (una sustancia de permeabilidad baja) se conecta con una arena (una permeabilidad alta), entonces un pozo de desviación puede ser perforado en el esquisito y la presión de poro en el esquisito se puede determinar usando, por ejemplo, velocidades acústicas o sísmicas. La presión de poro en el esquisito puede entonces usarse para obtener la presión de poro en la arena usando, por ejemplo, el método centroide. Una versión particular del método centroide se describe en la Solicitud bajo el Tratado de Cooperación de Patentes (PCT) con el número serial WO 2004/022905 y otorgada al cesionario de la presente solicitud. Alternativas al método centroide incluyen modelamiento numérico de cuenca. Una vez se ha determinado la presión de poro en la arena, se puede usar la presión de poro para validar los diferentes coeficientes de sensibilidad a la tensión y/o el modelo usado para generar la tensión total en la ubicación de pre-perforación.

[0068] En una realización de la invención, se usan herramientas de cable de perforación y/o registro mientras se perfora (LWD) para obtener las mediciones de presión de poro para una ubicación en un pozo de desviación, en donde la ubicación es una arena, y la arena se extiende a una ubicación de pre-perforación. En tales casos, la presión de poro

en la ubicación de pre-perforación se puede estimar usando la presión de poro obtenida en la ubicación en el pozo de desviación y la información acerca del gradiente hidrostático (definido por la densidad del fluido) entre la ubicación en el pozo de desviación y la ubicación de pre-perforación. Una vez se ha determinado la presión de poro en la arena en la ubicación de pre-perforación, la presión de poro se puede usar para validar los diferentes coeficientes de sensibilidad a la tensión y/o el modelo usado para generar la tensión total en la ubicación de pre-perforación.

[0069] En una realización de la invención, las mediciones agujero abajo obtenidas mientras se perfora en el barreno objetivo (*p.e.*, el barreno cuya trayectoria se cruza con la ubicación de pre-perforación) se pueden usar para actualizar el coeficiente de sensibilidad de tensiones y/o el modelo usado para generar la tensión total en la ubicación de pre-perforación. Estos coeficientes pueden entonces usarse para predecir la presión de poro delante de la broca usando las velocidades sísmicas o velocidades obtenidas usando un VSP con desplazamiento múltiple.

[0070] Una o más realizaciones de la invención proveen un medio para predecir con precisión una presión de poro de pre-perforación. En consecuencia, una o más realizaciones de la invención pueden evitar que fluidos en la formación entren al barreno, evitando así el daño al pozo y/o el personal que opera un aparejo de perforación. Además, una o más realizaciones de la invención pueden evitar los gastos generales financieros de insertar prematuramente ensamblajes de revestimiento.

[0071] La invención puede ser implementada en virtualmente cualquier tipo de computadora sin importar la plataforma que se usa. Por ejemplo, como se muestra en la Figura 4, un sistema de computadora (400) incluye un procesador (402), memoria asociada (404), un dispositivo de almacenamiento (406), y otros numerosos elementos y funcionalidades típicas de las computadoras actuales (no mostrados). La computadora (400) también puede incluir medios de entrada, tales como un teclado (408) y un ratón (410), y medios de salida, tales como un monitor (412). El sistema de computadora (400) puede estar conectada a una red (414) (p.e., una red de área local (LAN), una red de área ancha (WAN) tal como la Internet, o cualquier otro tipo similar de red) mediante la conexión de interfaz de red (no mostrada). Los expertos en la técnica apreciarán que estos medios de entrada y salida pueden tener otras formas.

[0072] Adicionalmente, los expertos en la técnica apreciarán que uno o más elementos del sistema de computadora mencionados anteriormente (400) pueden estar localizados en una ubicación remota y estar conectados a otros elementos en una red. Adicionalmente, la invención puede estar implementada en un sistema distribuido que tiene una pluralidad de nodos, en donde cada porción de la invención (p.e., calculador del coeficiente de sensibilidad a la tensión, calculador de la tensión total, calculador de la presión de poro, etc.) puede estar localizada en un nodo diferente dentro del sistema distribuido. En una realización de la invención, el nodo corresponde a un sistema de computadora. Alternativamente, el nodo puede corresponder a un procesador con memoria física asociada. El nodo puede alternativamente corresponder a un procesados con memoria y/o

recursos compartidos. Además, las instrucciones del software para realizar las realizaciones de la invención pueden ser almacenadas en un medio legible por la computadora tal como un disco compacto (CD), un diskette, una cinta, un archivo, o cualquier otro dispositivo de almacenamiento legible por la computadora. Adicionalmente, en una realización de la invención, la presión de poro predicha (incluyendo todas las presiones de poro calculadas usando el método descrito en la Figura 3) pueden ser mostradas a un usuario mediante una interfaz de usuario gráfica (p.e., un dispositivo de indicación visual).

[0073] Aunque la invención ha sido descrita con respecto a un número limitado de realizaciones, los expertos en la técnica, que tengan el beneficio de esta revelación, apreciarán que se pueden concebir otras realizaciones que no se apartan del alcance de la invención revelada en la presente. En consecuencia, el alcance de la invención debe ser limitado solamente por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

Lo que se reivindica es:

1. Un método para predicción de presión de poro, que comprende:
 - obtener un coeficiente de sensibilidad a la tensión;
 - obtener una velocidad de onda compresional (onda P) y una velocidad de onda de corte (onda S) para una ubicación de pre-perforación;
 - obtener una primera presión de poro predicha;
 - realizar iterativamente:
 - el cálculo de un valor de tensión total asociado con la ubicación de pre-perforación usando la primera presión de poro predicha asociada con la ubicación de pre-perforación; y
 - el cálculo de una segunda presión de poro predicha asociada con la ubicación de pre-perforación usando una ecuación de relación tensión-presión, una ecuación de relación tensión-velocidad, el coeficiente de sensibilidad a la tensión, una ubicación de referencia, y al menos uno seleccionado de un grupo que consiste la velocidad de onda P y la velocidad de onda S para la ubicación de pre-perforación,
 - en donde la iteración está completa si una diferencia entre la primera presión de poro predicha y la segunda presión de poro predicha es menor o igual a un valor de diferencia de umbral, y
 - en donde la primera presión de poro predicha es actualizada usando la segunda presión de poro predicha si la diferencia es mayor que el valor de diferencia de umbral; y
 - ajustar una operación de perforación asociada con la ubicación de pre-perforación, con base en la segunda presión de poro predicha.

2. El método de la reivindicación 1, en donde la obtención del coeficiente de sensibilidad a la tensión se realiza usando la ecuación de relación tensión-velocidad, una primera ubicación en un pozo de desviación, una segunda ubicación en el pozo de desviación, y una ubicación de referencia común.
3. El método de la reivindicación 2, en donde la ubicación de referencia común se localiza en el pozo de desviación.
4. El método de la reivindicación 2, en donde la primera ubicación comprende una primera profundidad en un pozo de desviación y la segunda ubicación comprende una segunda profundidad en el pozo de desviación.
5. El método de la reivindicación 2, en donde la ecuación de relación tensión-velocidad comprende al menos una seleccionada de un grupo que consiste de:

$$v_p(\sigma_v, \sigma_h) = v_p^{(0)} + \alpha_p^v \Delta\sigma_v + \alpha_p^h \Delta\sigma_h \text{ y}$$

$$v_s(\sigma_v, \sigma_h) = v_s^{(0)} + \alpha_s^v \Delta\sigma_v + \alpha_s^h \Delta\sigma_h,$$

en donde

$$v_p^{(0)} = v_p(\sigma_v^{(0)}, \sigma_h^{(0)}), \quad v_s^{(0)} = v_s(\sigma_v^{(0)}, \sigma_h^{(0)}), \quad \sigma_v = \sigma_v^{(0)} + \Delta\sigma_v,$$

$\sigma_h = \sigma_h^{(0)} + \Delta\sigma_h$, y en donde para calcular el coeficiente de sensibilidad a la tensión:

$\sigma_v^{(0)}$ es un valor de tensión vertical efectiva asociado con la ubicación de referencia común, $\sigma_h^{(0)}$ es un primer valor de tensión horizontal mínimo efectivo asociado con la ubicación de referencia común, σ_v es un valor de tensión vertical efectiva asociado con uno seleccionado de un grupo que consiste de la primera ubicación y la segunda ubicación, σ_h es un valor de tensión horizontal mínimo efectivo asociado con uno seleccionado de un grupo que

consiste de la primera ubicación y la segunda ubicación, $\Delta\sigma_v$ es una diferencia entre una seleccionada de un grupo que consiste de la primera ubicación y la segunda ubicación y el valor de tensión vertical efectiva en la ubicación de referencia común, $\Delta\sigma_h$ es una diferencia entre una seleccionada de un grupo que consiste de un grupo que consiste de la primera ubicación y la segunda ubicación y el valor de tensión horizontal mínimo efectivo en la ubicación de referencia común, $v_p^{(0)}$ es una velocidad de onda P de referencia asociada con la ubicación de referencia común, $v_s^{(0)}$ es una velocidad de onda S de referencia asociada con la ubicación de referencia común, α_p^v es un coeficiente de sensibilidad a la tensión compresional vertical, α_p^h es un coeficiente de sensibilidad a la tensión compresional horizontal mínimo, α_s^v es un coeficiente de sensibilidad a la tensión de corte vertical, α_s^h es un coeficiente de tensión de corte horizontal mínimo, $v_p(\sigma_v, \sigma_h)$ es una velocidad de onda P de referencia asociada con la seleccionada de un grupo que consiste de la primera ubicación y la segunda ubicación, y $v_s(\sigma_v, \sigma_h)$ es una velocidad de de onda S de referencia asociada con la seleccionada de un grupo que consiste de la primera ubicación de referencia y la segunda ubicación de referencia, y

en donde el coeficiente de sensibilidad a la tensión es uno seleccionado de un grupo que consiste de α_p^v , α_p^h , α_s^v , y α_s^h .

6. El método de la reivindicación 2, en donde la ecuación de relación tensión-velocidad comprende al menos una seleccionada de un grupo que consiste de:

$$v_P(\sigma_V, \sigma_h, \sigma_H) = v_P^{(0)} + \alpha_P^V \Delta\sigma_V + \alpha_P^h \Delta\sigma_h + \alpha_P^H \Delta\sigma_H,$$

$$v_{S1}(\sigma_V, \sigma_h, \sigma_H) = v_{S1}^{(0)} + \alpha_{S1}^V \Delta\sigma_V + \alpha_{S1}^h \Delta\sigma_h + \alpha_{S1}^H \Delta\sigma_H, \text{ y}$$

$$v_{S2}(\sigma_V, \sigma_h, \sigma_H) = v_{S2}^{(0)} + \alpha_{S2}^V \Delta\sigma_V + \alpha_{S2}^h \Delta\sigma_h + \alpha_{S2}^H \Delta\sigma_H,$$

en donde

$$v_P^{(0)} = v_P(\sigma_V^{(0)}, \sigma_h^{(0)}), \quad v_{S1}^{(0)} = v_{S1}(\sigma_V^{(0)}, \sigma_h^{(0)}), \quad v_{S2}^{(0)} = v_{S2}(\sigma_V^{(0)}, \sigma_h^{(0)}),$$

$$\sigma_V = \sigma_V^{(0)} + \Delta\sigma_V,$$

$$\sigma_h = \sigma_h^{(0)} + \Delta\sigma_h, \quad \sigma_H = \sigma_H^{(0)} + \Delta\sigma_H \text{ y}$$

en donde para calcular el coeficiente de sensibilidad a la tensión:

$\sigma_V^{(0)}$ es un valor de tensión vertical efectiva asociado con la ubicación de

referencia común, $\sigma_h^{(0)}$ es un primer valor de tensión horizontal mínima efectiva asociada con la ubicación de referencia común,

$\sigma_H^{(0)}$ es un primer valor de tensión horizontal máxima efectiva asociada con la ubicación de referencia común,

σ_V es un valor de tensión vertical efectiva asociada con uno

seleccionado de un grupo que consiste de la primera ubicación y la segunda ubicación, σ_h es un valor de tensión horizontal

mínima efectiva asociada con uno seleccionado de un grupo que consiste de la primera ubicación y la segunda ubicación, σ_H es

un valor de tensión horizontal máxima efectiva asociada con uno seleccionado de un grupo que consiste de la primera ubicación y

la segunda ubicación, $\Delta\sigma_V$ es una diferencia entre uno seleccionado de un grupo que consiste de la primera ubicación y

la segunda ubicación, y el valor de tensión vertical efectiva en la

ubicación de referencia común, $\Delta\sigma_h$ es una diferencia entre uno seleccionado de un grupo que consiste de la primera ubicación y la segunda ubicación, y el valor de tensión horizontal mínima efectiva en la ubicación de referencia común, $\Delta\sigma_H$ es una diferencia entre uno seleccionado de un grupo que consiste de la primera ubicación y la segunda ubicación, y el valor de tensión horizontal máxima efectiva en la ubicación de referencia común, $v_p^{(0)}$ es una velocidad de onda P de referencia asociada con la ubicación de referencia común, $v_{s1}^{(0)}$ es una primera velocidad de onda S de referencia asociada con la ubicación de referencia común, $v_{s2}^{(0)}$ es una segunda velocidad de onda S de referencia asociada con la ubicación de referencia común, α_p^v es un coeficiente de sensibilidad a la tensión compresional vertical, α_p^h es un coeficiente de sensibilidad a la tensión compresional horizontal mínimo, α_p^H es un coeficiente de sensibilidad a la tensión compresional horizontal máximo, α_{s1}^v es un primer coeficiente de sensibilidad a la tensión de corte vertical, α_{s2}^v es un segundo coeficiente de sensibilidad a la tensión de corte vertical, α_{s1}^h es un primer coeficiente de sensibilidad a la tensión de corte horizontal mínimo, α_{s2}^h es un segundo coeficiente de sensibilidad a la tensión de corte horizontal mínimo, α_{s1}^H es un primer coeficiente de sensibilidad a la tensión de corte horizontal máximo, α_{s2}^H es un segundo coeficiente de sensibilidad a la tensión de corte horizontal máximo, $v_p(\sigma_v, \sigma_h, \sigma_H)$ es una velocidad de onda P de referencia asociada con la seleccionada de un grupo que consiste de la primera ubicación y la segunda

ubicación, $v_{s1}(\sigma_v, \sigma_h, \sigma_H)$ es una primera velocidad de onda S de referencia asociada con la seleccionada de un grupo que consiste de la primera ubicación y la segunda ubicación, y $v_{s2}(\sigma_v, \sigma_h, \sigma_H)$ es una segunda velocidad de onda S de referencia asociada con la seleccionada del un grupo que consiste de la primera ubicación y la segunda ubicación,

en donde la onda de corte comprende la primera velocidad de onda S de referencia y la segunda velocidad de onda S de referencia, y

en donde el coeficiente de sensibilidad a la tensión es uno seleccionado

de un grupo que consiste de α_P^V , α_P^h , α_P^H , α_{s1}^V , α_{s1}^h , α_{s1}^H , α_{s2}^V , α_{s2}^h , y α_{s2}^H .

7. El método de la reivindicación 2, en donde al menos uno seleccionado de un grupo que consiste de la ubicación de referencia común, la primera ubicación en el pozo de desviación, y la segunda ubicación en el pozo de desviación, comprende propiedades físicas que son sustancialmente similares a la ubicación de pre-perforación.
8. El método de la reivindicación 2, en donde el cálculo del valor de tensión total comprende usar un modelo numérico, en donde el modelo numérico calcula el valor de tensión total en un volumen que incluye la ubicación de pre-perforación y al menos uno seleccionado de un grupo que consiste de la ubicación de referencia común, la primera ubicación en el pozo de desviación, y la segunda ubicación en el pozo de desviación.
9. El método de la reivindicación 1, en donde la ubicación de pre-perforación se localiza por debajo de una sustancia de permeabilidad baja.
10. El método de la reivindicación 9, en donde la sustancia de permeabilidad baja es sal.

11. El método de la reivindicación 1, en donde el cálculo del coeficiente de sensibilidad a la tensión comprende usar un modelo micromecánico.
12. El método de la reivindicación 1, en donde la obtención de la velocidad de onda P y la velocidad de onda S comprende realizar un perfil sísmico vertical (VSP) lineal para observar delante del barreno.
13. El método de la reivindicación 1, en donde el coeficiente de sensibilidad a la tensión es validado obteniendo una presión de poro alterna en la ubicación de pre-perforación usando una presión de poro en una ubicación en un pozo de desviación, información acerca de un gradiente hidrostático entre la ubicación en el pozo de desviación y la ubicación de pre-perforación, en donde la ubicación en el pozo de desviación se localiza en una sustancia de permeabilidad alta y la sustancia de permeabilidad alta se extiende a la ubicación de pre-perforación.
14. El método de la reivindicación 1, en donde el coeficiente de sensibilidad a la tensión es validado obteniendo una presión de poro alterna en la ubicación de pre-perforación, en donde la presión de poro alterna se determina usando una presión de poro en un pozo de desviación y un método centroide, y en donde la ubicación en el pozo de desviación se localiza en una sustancia de permeabilidad baja, la ubicación de pre-perforación se localiza en una sustancia de permeabilidad alta, y la sustancia de permeabilidad baja contacta la sustancia de permeabilidad alta.
15. El método de la reivindicación 1, en donde la ecuación de tensión-presión es

$$\sigma_{ij} = S_{ij} - \alpha p \delta_{ij},$$

en donde i y j se refieren a los componentes de un tensor, σ_{ij} es un componente de tensión efectiva, S_{ij} es un componente de tensión

total, α es un coeficiente poroelástico, δ_{ij} es 1 si $i=j$, y δ_{ij} es 0 si $i \neq j$

16. El método de la reivindicación 1, en donde la segunda presión de poro se calcula usando al menos una ecuación seleccionada del grupo que consiste de:

$$v_p(S_v, S_h, p) = v_p^{(0)} + \alpha_p^v (\Delta S_v - \alpha \Delta p) + \alpha_p^h (\Delta S_h - \alpha \Delta p)$$

$$v_s(S_v, S_h, p) = v_s^{(0)} + \alpha_s^v (\Delta S_v - \alpha \Delta p) + \alpha_s^h (\Delta S_h - \alpha \Delta p)$$

en donde $v_p(S_v, S_h, p)$ es la velocidad de onda P asociada con la ubicación de pre-perforación, y $v_s(S_v, S_h, p)$ es la velocidad de onda S asociada con la ubicación de pre-perforación, $v_p^{(0)}$ es una velocidad de onda P de referencia asociada con la ubicación de referencia, $v_s^{(0)}$ es una velocidad de onda S de referencia asociada con la ubicación de referencia, S_v es una tensión vertical total obtenida del valor de tensión total, S_h es una tensión horizontal mínima total obtenido del valor de tensión total, p corresponde a uno seleccionado de un grupo que consiste de la primera presión de poro predicha, la segunda presión de poro, y una presión de poro en la ubicación de referencia, y α es un coeficiente poroelástico, y

en donde los términos precedidos por Δ representan la diferencia entre valores en la ubicación de pre-perforación y la ubicación de referencia.

17. El método de la reivindicación 1, en donde el ajuste de la operación de perforación comprende al menos uno seleccionado de un grupo que consiste de ajustar una densidad del fluido de perforación, ajustar una trayectoria de perforación, y optimizar un número de ensamblajes de revestimiento en un barreno.

18. El método de la reivindicación 1, en donde la ubicación de pre-perforación comprende una ubicación por debajo de una broca de perforación en operación en un barreno.
19. El método de la reivindicación 1, en donde la primera presión de poro predicha y la segunda presión de poro predicha, se muestran en una interfaz de usuario gráfica.
20. Un medio legible por computadora que comprende instrucciones para realizar un método para predicción de presión de poro, el método comprende:
 - obtener un coeficiente de sensibilidad a la tensión;
 - obtener una velocidad de onda compresional (onda P) y una velocidad de onda de corte (onda S) para una ubicación de pre-perforación;
 - obtener una primera presión de poro predicha;
 - realizar iterativamente:
 - el cálculo de un valor de tensión total asociada con la ubicación de pre-perforación usando la primera presión de poro predicha asociada con la ubicación de pre-perforación, y
 - el cálculo de una segunda presión de poro predicha asociada con la ubicación de pre-perforación usando una ecuación de relación tensión-presión, una ecuación de relación tensión-velocidad, el coeficiente de sensibilidad a la tensión, una ubicación de referencia, y al menos uno seleccionado de un grupo que consiste de la velocidad de onda P y la velocidad de onda S para la ubicación de pre-perforación;
 - en donde la iteración está completa si una diferencia entre la primera presión de poro predicha y la segunda presión de poro predicha es menor o igual a un valor de diferencia de umbral, y

en donde la primera presión de poro predicha es actualizada usando la segunda presión de poro predicha si la diferencia es mayor que el valor de diferencia de umbral; y ajustar una operación de perforación asociada con la ubicación de pre-perforación, con base en la segunda presión de poro predicha.

21. El medio legible por computadora de la reivindicación 20, en donde la obtención del coeficiente de sensibilidad a la tensión se realiza usando la ecuación de relación de tensión-velocidad, una primera ubicación en un pozo de desviación, una segunda ubicación en el pozo de desviación, y una ubicación de referencia común.
22. El medio legible por computadora de la reivindicación 21, en donde la ubicación de referencia común se localiza en el pozo de desviación.
23. El medio legible por computadora de la reivindicación 21, en donde la primera ubicación comprende una primera profundidad en un pozo de desviación y la segunda ubicación comprende una segunda profundidad en el pozo de desviación.
24. El medio legible por computadora de la reivindicación 21, en donde la ecuación de relación de tensión-velocidad comprende al menos uno seleccionado de un grupo que consiste de:

$$v_p(\sigma_v, \sigma_h) = v_p^{(0)} + \alpha_p^v \Delta \sigma_v + \alpha_p^h \Delta \sigma_h \text{ y}$$

$$v_s(\sigma_v, \sigma_h) = v_s^{(0)} + \alpha_s^v \Delta \sigma_v + \alpha_s^h \Delta \sigma_h,$$

en donde

$$v_p^{(0)} = v_p(\sigma_v^{(0)}, \sigma_h^{(0)}), \quad v_s^{(0)} = v_s(\sigma_v^{(0)}, \sigma_h^{(0)}), \quad \sigma_v = \sigma_v^{(0)} + \Delta \sigma_v,$$

$\sigma_h = \sigma_h^{(0)} + \Delta \sigma_h$, y en donde, para calcular el coeficiente de sensibilidad a la tensión:

$\sigma_v^{(0)}$ es un valor de tensión vertical efectiva asociado con la ubicación de referencia común, $\sigma_h^{(0)}$ es un primer valor de tensión horizontal mínima efectiva asociada con la ubicación de referencia común, σ_v es un valor de tensión vertical efectiva asociado con uno seleccionado de un grupo que consiste de la primera ubicación y la segunda ubicación, σ_h es un valor de tensión horizontal mínima efectiva asociada con uno seleccionado de un grupo que consiste de la primera ubicación y la segunda ubicación, $\Delta\sigma_v$ es una diferencia entre uno seleccionado de un grupo que consiste de la primera ubicación y la segunda ubicación y el valor de tensión vertical efectiva en la ubicación de referencia común, $\Delta\sigma_h$ es una diferencia entre uno seleccionado de un grupo que consiste de la primera ubicación y la segunda ubicación y el valor de tensión horizontal mínima efectivo en la ubicación de referencia común, $v_p^{(0)}$ es una velocidad de onda P de referencia asociada con la ubicación de referencia común, $v_s^{(0)}$ es una velocidad de onda S de referencia asociada con la ubicación de referencia común, α_p^v es un coeficiente de sensibilidad a la tensión compresional vertical, α_p^h es un coeficiente de sensibilidad a la tensión compresional horizontal mínimo, α_s^v es un coeficiente de sensibilidad a la tensión de corte vertical, α_s^h es un coeficiente de sensibilidad a la tensión de corte horizontal mínimo, $v_p(\sigma_v, \sigma_h)$ es una velocidad de onda P de referencia asociada con la seleccionada de un grupo que consiste de

la primera ubicación y la segunda ubicación, y $v_s(\sigma_v, \sigma_h)$ es una velocidad de onda S de referencia asociada con la seleccionada de un grupo que consiste de la primera ubicación y la segunda ubicación, y en donde el coeficiente de sensibilidad a la tensión es uno seleccionado de un grupo que consiste de α_p^v , α_p^h , α_s^v , y α_s^h .

25. El medio legible por computadora de la reivindicación 21, en donde la ecuación de relación tensión-velocidad comprende al menos una seleccionada de un grupo que consiste de:

$$v_p(\sigma_v, \sigma_h, \sigma_H) = v_p^{(0)} + \alpha_p^v \Delta\sigma_v + \alpha_p^h \Delta\sigma_h + \alpha_p^H \Delta\sigma_H \text{ y}$$

$$v_{s1}(\sigma_v, \sigma_h, \sigma_H) = v_{s1}^{(0)} + \alpha_{s1}^v \Delta\sigma_v + \alpha_{s1}^h \Delta\sigma_h + \alpha_{s1}^H \Delta\sigma_H$$

$$v_{s2}(\sigma_v, \sigma_h, \sigma_H) = v_{s2}^{(0)} + \alpha_{s2}^v \Delta\sigma_v + \alpha_{s2}^h \Delta\sigma_h + \alpha_{s2}^H \Delta\sigma_H$$

en donde

$$v_p^{(0)} = v_p(\sigma_v^{(0)}, \sigma_h^{(0)}), \quad v_{s1}^{(0)} = v_{s1}(\sigma_v^{(0)}, \sigma_h^{(0)}), \quad v_{s2}^{(0)} = v_{s2}(\sigma_v^{(0)}, \sigma_h^{(0)}),$$

$$\sigma_v = \sigma_v^{(0)} + \Delta\sigma_v,$$

$$\sigma_h = \sigma_h^{(0)} + \Delta\sigma_h, \quad \sigma_H = \sigma_H^{(0)} + \Delta\sigma_H \text{ y}$$

en donde, para calcular el coeficiente de sensibilidad a la tensión:

$\sigma_v^{(0)}$ es un valor de tensión vertical efectiva asociado con la ubicación de referencia común, $\sigma_h^{(0)}$ es un primer valor de tensión horizontal mínima efectiva asociada con la ubicación de referencia común, $\sigma_H^{(0)}$ es un primer valor de tensión horizontal máxima efectiva asociada con la ubicación de referencia común,

σ_v es un valor de tensión vertical efectiva asociado con uno seleccionado de un grupo que consiste de la primera ubicación y

la segunda ubicación, σ_h es un valor de tensión horizontal mínima efectiva asociada con uno seleccionado de un grupo que consiste de la primera ubicación y la segunda ubicación, σ_H es un valor de tensión horizontal máxima efectiva asociada con uno seleccionado de un grupo que consiste de la primera ubicación y la segunda ubicación, $\Delta\sigma_v$ es una diferencia entre uno seleccionado de un grupo que consiste de la primera ubicación y la segunda ubicación y el valor de tensión vertical efectiva en la ubicación de referencia común, $\Delta\sigma_h$ es una diferencia entre uno seleccionado de un grupo que consiste de la primera ubicación y la segunda ubicación y el valor de tensión horizontal mínima efectiva en la ubicación de referencia común, $\Delta\sigma_H$ es una diferencia entre uno seleccionado de un grupo que consiste de la primera ubicación y la segunda ubicación y el valor de tensión horizontal máxima efectiva en la ubicación de referencia común, $v_p^{(0)}$ es una velocidad de onda P de referencia asociada con la ubicación de referencia común, $v_{s1}^{(0)}$ es una primera velocidad de onda S de referencia asociada con la ubicación de referencia común, $v_{s2}^{(0)}$ es una segunda velocidad de onda S de referencia asociada con la ubicación de referencia común, α_p^v es un coeficiente de sensibilidad a la tensión compresional vertical, α_p^h es un coeficiente de sensibilidad a la tensión compresional horizontal mínimo, α_p^H es un coeficiente de sensibilidad a la tensión compresional horizontal máximo, α_{s1}^v es un primer coeficiente de sensibilidad a la tensión de corte vertical, α_{s2}^v es un segundo coeficiente de sensibilidad a la tensión de corte vertical, α_{s1}^h es un primer coeficiente de sensibilidad a la tensión de corte

horizontal mínimo, α_{s2}^h es un segundo coeficiente de sensibilidad a la tensión de corte horizontal mínimo, α_{s1}^H es un primer coeficiente de sensibilidad a la tensión de corte horizontal máximo, α_{s2}^H es un segundo coeficiente de sensibilidad a la tensión de corte horizontal máximo, $v_P(\sigma_v, \sigma_h, \sigma_H)$ es una velocidad de onda P de referencia asociada con la seleccionada de un grupo que consiste de la primera ubicación y la segunda ubicación, $v_{s1}(\sigma_v, \sigma_h, \sigma_H)$ es una primera velocidad de onda S de referencia asociada con la seleccionada de un grupo que consiste de la primera ubicación y la segunda ubicación, y $v_{s2}(\sigma_v, \sigma_h, \sigma_H)$ es una segunda velocidad de onda S de referencia asociada con la seleccionada de un grupo que consiste de la primera ubicación y la segunda ubicación, y

en donde la onda de corte comprende la primera velocidad de onda S de referencia y la segunda velocidad de onda S de referencia,

en donde el coeficiente de sensibilidad a la tensión es uno seleccionado

de un grupo que consiste de α_P^V , α_P^h , α_P^H , α_{s1}^V , α_{s1}^h , α_{s1}^H , α_{s2}^V , α_{s2}^h ,
y α_{s2}^H

26. El medio legible por computadora de la reivindicación 21, en donde al menos uno seleccionado de un grupo que consiste de la ubicación de referencia común, la primera ubicación del pozo de desviación, y la segunda ubicación en el pozo de desviación comprende las propiedades físicas que son sustancialmente similares a la ubicación de pre-perforación.

27. El método de la reivindicación 2, en donde el cálculo del valor de tensión total comprende el uso de un modelo numérico, en donde el modelo numérico calcula el valor de tensión total en un volumen que incluye la ubicación de pre-perforación y al menos uno seleccionado de un grupo que

consiste de la ubicación de referencia común, la primera ubicación en el pozo de desviación, y la segunda ubicación en el pozo de desviación.

28. El medio legible por computadora de la reivindicación 20, en donde la ubicación de pre-perforación se localiza por debajo de una sustancia de permeabilidad baja.
29. El medio legible por computadora de la reivindicación 28, en donde la sustancia de permeabilidad baja es sal.
30. El medio legible por computadora de la reivindicación 20, en donde el cálculo del coeficiente de sensibilidad a la tensión comprende usar un modelo micromecánico.
31. El medio legible por computadora de la reivindicación 20, en donde la obtención de la velocidad de onda P y la velocidad de onda S comprende realizar un perfil sísmico vertical (VSP) lineal para observar delante del barreno.
32. El medio legible por computadora de la reivindicación 20, en donde el coeficiente de sensibilidad a la tensión es validado obteniendo una presión de poro alterna en la ubicación de pre-perforación usando una presión de poro en una ubicación en un pozo de desviación, información acerca de un gradiente hidrostático entre la ubicación en el pozo de desviación y la ubicación de pre-perforación, en donde la ubicación en el pozo de desviación se localiza en una sustancia de permeabilidad alta y la sustancia de permeabilidad alta se extiende a la ubicación de pre-perforación.
33. El medio legible por computadora de la reivindicación 20, en donde el coeficiente de sensibilidad a la tensión es validado obteniendo una presión de poro alterna en la ubicación de pre-perforación, en donde la presión de poro alterna se determina usando una presión de poro en un pozo de

desviación y un método centroide, y en donde la ubicación en el pozo de desviación se localiza en una sustancia de permeabilidad baja, la ubicación de pre-perforación se localiza en una sustancia de permeabilidad alta, y la sustancia de permeabilidad baja se conecta con la sustancia de permeabilidad alta.

34. El medio legible por computadora de la reivindicación 20, en donde la ecuación de relación tensión-presión es

$$\sigma_{ij} = S_{ij} - \alpha p \delta_{ij},$$

en donde i y j se refieren a componentes de un tensor, σ_{ij} es un componente de tensión efectiva, S_{ij} es un componente de tensión total, α es un coeficiente poroelástico, δ_{ij} es 1 si $i=j$, y δ_{ij} es 0 si $i \neq j$

35. El medio legible por computadora de la reivindicación 20, en donde la segunda presión de poro se calcula usando al menos una ecuación seleccionada del grupo que consiste de:

$$v_p(S_v, S_h, p) = v_p^{(0)} + \alpha_p^v (\Delta S_v - \alpha \Delta p) + \alpha_p^h (\Delta S_h - \alpha \Delta p)$$

$$v_s(S_v, S_h, p) = v_s^{(0)} + \alpha_s^v (\Delta S_v - \alpha \Delta p) + \alpha_s^h (\Delta S_h - \alpha \Delta p)$$

en donde $v_p(S_v, S_h, p)$ es la velocidad de onda P asociada con la ubicación de pre-perforación, y $v_s(S_v, S_h, p)$ es la velocidad de onda S asociada con la ubicación de pre-perforación, $v_p^{(0)}$ es una velocidad de onda P de referencia asociada con la ubicación de referencia, $v_s^{(0)}$ es una velocidad de onda S de referencia asociada con la ubicación de referencia, S_v es una tensión vertical total obtenido del valor de tensión total, S_h es una tensión horizontal mínima total obtenida del valor de tensión total, p corresponde a uno seleccionado del grupo que consiste de la

primera presión de poro predicha, la segunda presión de poro, y una presión de poro en la ubicación de referencia, y α es un coeficiente poroelástico, y

en donde los términos precedidos por Δ representan la diferencia entre valores en la ubicación de pre-perforación y la ubicación de referencia.

36. El medio legible por computadora de la reivindicación 20, en donde el ajuste de la operación de perforación comprende al menos uno seleccionado de un grupo que consiste de ajustar una densidad de fluido de perforación, ajustar una trayectoria de perforación, y optimizar un número de ensamblajes de revestimiento en un barreno.
37. El medio legible por computadora de la reivindicación 20, en donde la ubicación de pre-perforación comprende una ubicación por debajo de una broca de perforación en operación en un barreno.
38. El medio legible por computadora de la reivindicación 20, en donde la primera presión de poro predicha y la segunda presión de poro predicha, se muestran en una interfaz de usuario gráfica.
39. Una herramienta pozo abajo configurada para realizar un método para la predicción de presión de poro, el método comprende:
 - obtener un coeficiente de sensibilidad a la tensión;
 - obtener una velocidad de onda compresional (onda P) y una velocidad de onda de corte (onda S) para una ubicación de pre-perforación;
 - obtener una primera presión de poro predicha;
 - realizar iterativamente:
 - el cálculo de un valor de tensión total asociado con la ubicación de pre-perforación usando la primera presión de poro predicha asociada con la ubicación de pre-perforación, y

el cálculo de una segunda presión de poro predicha asociada con la ubicación de pre-perforación usando una ecuación de relación tensión-presión, una ecuación de relación tensión-velocidad, el coeficiente de sensibilidad a la tensión, una ubicación de referencia, y al menos uno seleccionado de un grupo que consiste de la velocidad de onda P y la velocidad de onda S para la ubicación de pre-perforación;

en donde la iteración está completa si una diferencia entre la primera presión de poro predicha y la segunda presión de poro predicha es menor o igual a un valor de diferencia de umbral, y

en donde la primera presión de poro predicha es actualizada usando la segunda presión de poro predicha si la diferencia es mayor que el valor de diferencia de umbral; y
ajustar una operación de perforación asociada con la ubicación de pre-perforación, con base en la segunda presión de poro predicha.

40. La herramienta agujero abajo de la reivindicación 39, en donde la obtención del coeficiente de sensibilidad a la tensión se realiza usando la ecuación de relación tensión-velocidad, una primera ubicación en un pozo de desviación, una segunda ubicación en el pozo de desviación, y una ubicación de referencia común.

41. La herramienta agujero abajo de la reivindicación 40, en donde la ubicación de referencia se localiza en el pozo de desviación.

42. La herramienta agujero abajo de la reivindicación 40, en donde la primera ubicación comprende una primera profundidad en un pozo de desviación y la segunda ubicación de referencia comprende una segunda profundidad en el pozo de desviación.

43. La herramienta agujero abajo de la reivindicación 40, en donde la ecuación de relación tensión-velocidad comprende al menos una seleccionada de un grupo que consiste de:

$$v_p(\sigma_v, \sigma_h) = v_p^{(0)} + \alpha_p^v \Delta\sigma_v + \alpha_p^h \Delta\sigma_h \text{ y}$$

$$v_s(\sigma_v, \sigma_h) = v_s^{(0)} + \alpha_s^v \Delta\sigma_v + \alpha_s^h \Delta\sigma_h,$$

en donde

$$v_p^{(0)} = v_p(\sigma_v^{(0)}, \sigma_h^{(0)}), \quad v_s^{(0)} = v_s(\sigma_v^{(0)}, \sigma_h^{(0)}), \quad \sigma_v = \sigma_v^{(0)} + \Delta\sigma_v,$$

$\sigma_h = \sigma_h^{(0)} + \Delta\sigma_h$, y en donde, para calcular el coeficiente de sensibilidad a la tensión:

$\sigma_v^{(0)}$ es un valor de tensión vertical efectiva asociado con la ubicación de referencia común, $\sigma_h^{(0)}$ es un primer valor de tensión horizontal mínima efectiva asociada con la ubicación de referencia común, σ_v es un valor de tensión vertical efectiva asociado con uno seleccionado de un grupo que consiste de la primera ubicación y la segunda ubicación, σ_h es un valor de tensión horizontal mínima efectiva asociado con uno seleccionado de un grupo que consiste de la primera ubicación y la segunda ubicación, $\Delta\sigma_v$ es una diferencia entre uno seleccionado de un grupo que consiste de la primera ubicación y la segunda ubicación y el valor de tensión vertical efectiva en la ubicación de referencia común, $\Delta\sigma_h$ es una diferencia entre uno seleccionado de un grupo que consiste de la primera ubicación y la segunda ubicación y el valor de tensión horizontal mínima efectiva en la ubicación de referencia común, $v_p^{(0)}$ es una velocidad de onda P de referencia asociada con la ubicación de referencia común,

$v_s^{(0)}$ es una velocidad de onda S de referencia asociada con la ubicación de referencia común, α_p^v es un coeficiente de sensibilidad a la tensión compresional vertical, α_p^h es un coeficiente de sensibilidad a la tensión compresional horizontal mínima, α_s^v es un coeficiente de sensibilidad a la tensión de corte vertical, α_s^h es un coeficiente de sensibilidad a la tensión de corte horizontal mínimo, $v_p(\sigma_v, \sigma_h)$ es una velocidad de onda P de referencia asociada con la seleccionada de un grupo que consiste de la primera ubicación y la segunda ubicación, y $v_s(\sigma_v, \sigma_h)$ es una velocidad de onda S de referencia asociada con la seleccionada de un grupo que consiste de la primera ubicación y la segunda ubicación, y en donde el coeficiente de sensibilidad a la tensión es uno seleccionado de un grupo que consiste de α_p^v , α_p^h , α_s^v , y α_s^h .

44. La herramienta agujero abajo de la reivindicación 40, en donde la ecuación de relación tensión-velocidad comprende al menos uno seleccionado de un grupo que consiste de:

$$\begin{aligned} v_p(\sigma_v, \sigma_h, \sigma_H) &= v_p^{(0)} + \alpha_p^v \Delta \sigma_v + \alpha_p^h \Delta \sigma_h + \alpha_p^H \Delta \sigma_H, \\ v_{s1}(\sigma_v, \sigma_h, \sigma_H) &= v_{s1}^{(0)} + \alpha_{s1}^v \Delta \sigma_v + \alpha_{s1}^h \Delta \sigma_h + \alpha_{s1}^H \Delta \sigma_H, \text{ y} \\ v_{s2}(\sigma_v, \sigma_h, \sigma_H) &= v_{s2}^{(0)} + \alpha_{s2}^v \Delta \sigma_v + \alpha_{s2}^h \Delta \sigma_h + \alpha_{s2}^H \Delta \sigma_H, \end{aligned}$$

en donde

$$\begin{aligned} v_p^{(0)} &= v_p(\sigma_v^{(0)}, \sigma_h^{(0)}), & v_{s1}^{(0)} &= v_{s1}(\sigma_v^{(0)}, \sigma_h^{(0)}), & v_{s2}^{(0)} &= v_{s2}(\sigma_v^{(0)}, \sigma_h^{(0)}), \\ \sigma_v &= \sigma_v^{(0)} + \Delta \sigma_v, \end{aligned}$$

$$\sigma_h = \sigma_h^{(0)} + \Delta\sigma_h, \sigma_H = \sigma_H^{(0)} + \Delta\sigma_H \text{ y}$$

en donde, para calcular el coeficiente de sensibilidad a la tensión:

$\sigma_v^{(0)}$ es un valor de tensión vertical efectiva asociado con la ubicación de referencia común, $\sigma_h^{(0)}$ es un primer valor de tensión horizontal mínima efectiva asociada con la ubicación de referencia común, $\sigma_H^{(0)}$ es un primer valor de tensión horizontal máxima efectiva asociada con la ubicación de referencia común,

σ_v es un valor de tensión vertical efectiva asociado con uno seleccionado de un grupo que consiste de la primera ubicación y la segunda ubicación, σ_h es un valor de tensión horizontal mínima efectiva asociada con uno seleccionado de un grupo que consiste de la primera ubicación y la segunda ubicación, σ_H es un valor de tensión horizontal máxima efectiva asociada con uno seleccionado de un grupo que consiste de la primera ubicación y la segunda ubicación, $\Delta\sigma_v$ es una diferencia entre uno seleccionado de un grupo que consiste de la primera ubicación y la segunda ubicación y el valor de tensión vertical efectiva en la ubicación de referencia común, $\Delta\sigma_h$ es una diferencia entre uno seleccionado de un grupo que consiste de la primera ubicación y la segunda ubicación y el valor de tensión horizontal mínima efectiva en la ubicación de referencia común, $\Delta\sigma_H$ es una diferencia entre uno seleccionado de un grupo que consiste de la primera ubicación y la segunda ubicación y el valor de tensión horizontal máxima efectiva en la ubicación de referencia común, $v_p^{(0)}$ es una velocidad de onda P de referencia asociada con la ubicación de referencia común, $v_{s1}^{(0)}$ es una primera velocidad de onda S de referencia asociada con la ubicación de referencia

común, $v_{s2}^{(0)}$ es una segunda velocidad de onda S de referencia asociada con la ubicación de referencia común, α_p^v es un coeficiente de sensibilidad a la tensión compresional vertical, α_p^h es un coeficiente de sensibilidad de tensión compresional horizontal mínima, α_p^H es un coeficiente de sensibilidad a la tensión compresional horizontal máxima, α_{s1}^v es un primer coeficiente de sensibilidad a la tensión de corte vertical, α_{s2}^v es un segundo coeficiente de sensibilidad a la tensión de corte vertical, α_{s1}^h es un primer coeficiente de sensibilidad a la tensión de corte horizontal mínimo, α_{s2}^h es un segundo coeficiente de sensibilidad a la tensión de corte horizontal mínimo, α_{s1}^H es un primer coeficiente de sensibilidad a la tensión de corte horizontal máximo, α_{s2}^H es un segundo coeficiente de sensibilidad a la tensión de corte horizontal máximo, $v_p(\sigma_v, \sigma_h, \sigma_H)$ es una velocidad de onda P de referencia asociada con la seleccionada de un grupo que consiste de la primera ubicación y la segunda ubicación, $v_{s1}(\sigma_v, \sigma_h, \sigma_H)$ es una primera velocidad de onda S asociada con la seleccionada de un grupo que consiste de la primera ubicación y la segunda ubicación, y $v_{s2}(\sigma_v, \sigma_h, \sigma_H)$ es una segunda velocidad de onda S asociada con la seleccionada de un grupo que consiste de la primera ubicación y la segunda ubicación,

en donde la onda de corte comprende la primera velocidad de onda S de referencia y la segunda velocidad de onda S de referencia, y

en donde el coeficiente de sensibilidad a la tensión es uno seleccionado

de un grupo que consiste de α_P^V , α_P^h , α_P^H , α_{S1}^V , α_{S1}^h , α_{S1}^H , α_{S2}^V , α_{S2}^h ,
y α_{S2}^H

45. La herramienta agujero abajo de la reivindicación 40, en donde al menos uno seleccionado de un grupo que consiste de la ubicación de referencia común, la primera ubicación en el pozo de desviación, y la segunda ubicación en el pozo de desviación, comprende las propiedades físicas que son sustancialmente similares a la ubicación de pre-perforación.
46. La herramienta agujero abajo de la reivindicación 40, en donde el cálculo del valor de tensión total comprende usar un modelo numérico, en donde el modelo numérico calcula el valor de tensión total en un volumen que incluye la ubicación de pre-perforación y al menos uno seleccionado de un grupo que consiste de la ubicación de referencia común, la primera ubicación en el pozo de desviación, y la segunda ubicación en el pozo de desviación.
47. La herramienta agujero abajo de la reivindicación 39, en donde la ubicación de pre-perforación se localiza por debajo de una sustancia de permeabilidad baja.
48. La herramienta agujero abajo de la reivindicación 47, en donde la sustancia de permeabilidad baja es sal.
49. La herramienta agujero abajo de la reivindicación 39, en donde el cálculo del coeficiente de sensibilidad a la tensión comprende el uso de un modelo micromecánico.
50. La herramienta agujero abajo de la reivindicación 39, en donde la obtención de velocidad de onda P y la velocidad de onda S comprende realizar un perfil sísmico vertical (VSP) lineal para observar delante del barreno.

51. La herramienta agujero abajo de la reivindicación 39, en donde el coeficiente de sensibilidad a la tensión es validado obteniendo una presión de poro alterna en la ubicación de pre-perforación usando una presión de poro en una ubicación en un pozo de desviación, información acerca de un gradiente hidrostático entre la ubicación en el pozo de desviación y la ubicación de pre-perforación, en donde la ubicación en el pozo de desviación está localizada en una sustancia de permeabilidad alta y la sustancia de permeabilidad alta se extiende a la ubicación de pre-perforación.

52. La herramienta agujero abajo de la reivindicación 39, en donde el coeficiente de sensibilidad a la tensión es validado obteniendo una presión de poro alterna en la ubicación de pre-perforación, en donde la presión de poro alterna se determina usando una presión de poro en un pozo de desviación y un método centroide, y en donde la ubicación en el pozo de desviación se localiza en una sustancia de permeabilidad baja, la ubicación de pre-perforación se localiza en una sustancia de permeabilidad alta, y la sustancia de permeabilidad baja se conecta con la sustancia de permeabilidad alta.

53. La herramienta agujero abajo de la reivindicación 39, en donde la ecuación de relación tensión-presión es

$$\sigma_{ij} = S_{ij} - \alpha p \delta_{ij},$$

en donde i y j se refieren a componentes de un tensor, σ_{ij} es un componente de tensión efectiva, S_{ij} es un componente de tensión total, α es un coeficiente poroelástico, δ_{ij} es 1 si $i=j$, y δ_{ij} es 0 si $i \neq j$

54. La herramienta agujero abajo de la reivindicación 39, en donde la segunda presión de poro se calcula usando al menos una ecuación seleccionada del grupo que consiste de:

$$v_p(S_v, S_h, p) = v_p^{(0)} + \alpha_p^v (\Delta S_v - \alpha \Delta p) + \alpha_p^h (\Delta S_h - \alpha \Delta p)$$

$$v_s(S_v, S_h, p) = v_s^{(0)} + \alpha_s^v (\Delta S_v - \alpha \Delta p) + \alpha_s^h (\Delta S_h - \alpha \Delta p)$$

en donde $v_p(S_v, S_h, p)$ es la velocidad de onda P asociada con la ubicación de pre-perforación, y $v_s(S_v, S_h, p)$ es la velocidad de onda S asociada con la ubicación de pre-perforación, $v_p^{(0)}$ es una velocidad de onda P de referencia asociada con la ubicación de referencia, $v_s^{(0)}$ es una velocidad de onda S de referencia asociada con la ubicación de referencia, S_v es una tensión vertical total obtenida del valor de tensión total, S_h es una tensión horizontal mínima total obtenida del valor de tensión total, p corresponde a uno seleccionado del grupo que consiste de la primera presión de poro predicha, la segunda presión de poro, y una presión de poro en la ubicación de referencia, y α es un coeficiente poroelástico, y

en donde los términos precedidos por Δ representan la diferencia entre valores en la ubicación de pre-perforación y la ubicación de referencia.

55. La herramienta agujero abajo de la reivindicación 39, en donde el ajuste de la operación de perforación comprende al menos uno seleccionado de un grupo que consiste de ajustar una densidad de fluido de perforación, ajustar una trayectoria de perforación, y optimizar un número de ensamblajes de revestimiento en un barreno.

56. La herramienta agujero abajo de la reivindicación 39, en donde la ubicación de pre-perforación comprende una ubicación por debajo de una broca de perforación en operación en un barreno.
57. La herramienta agujero abajo de la reivindicación 39, en donde la primera presión de poro predicha y la segunda presión de poro predicha, se muestran en una interfaz de usuario gráfica.

1/4

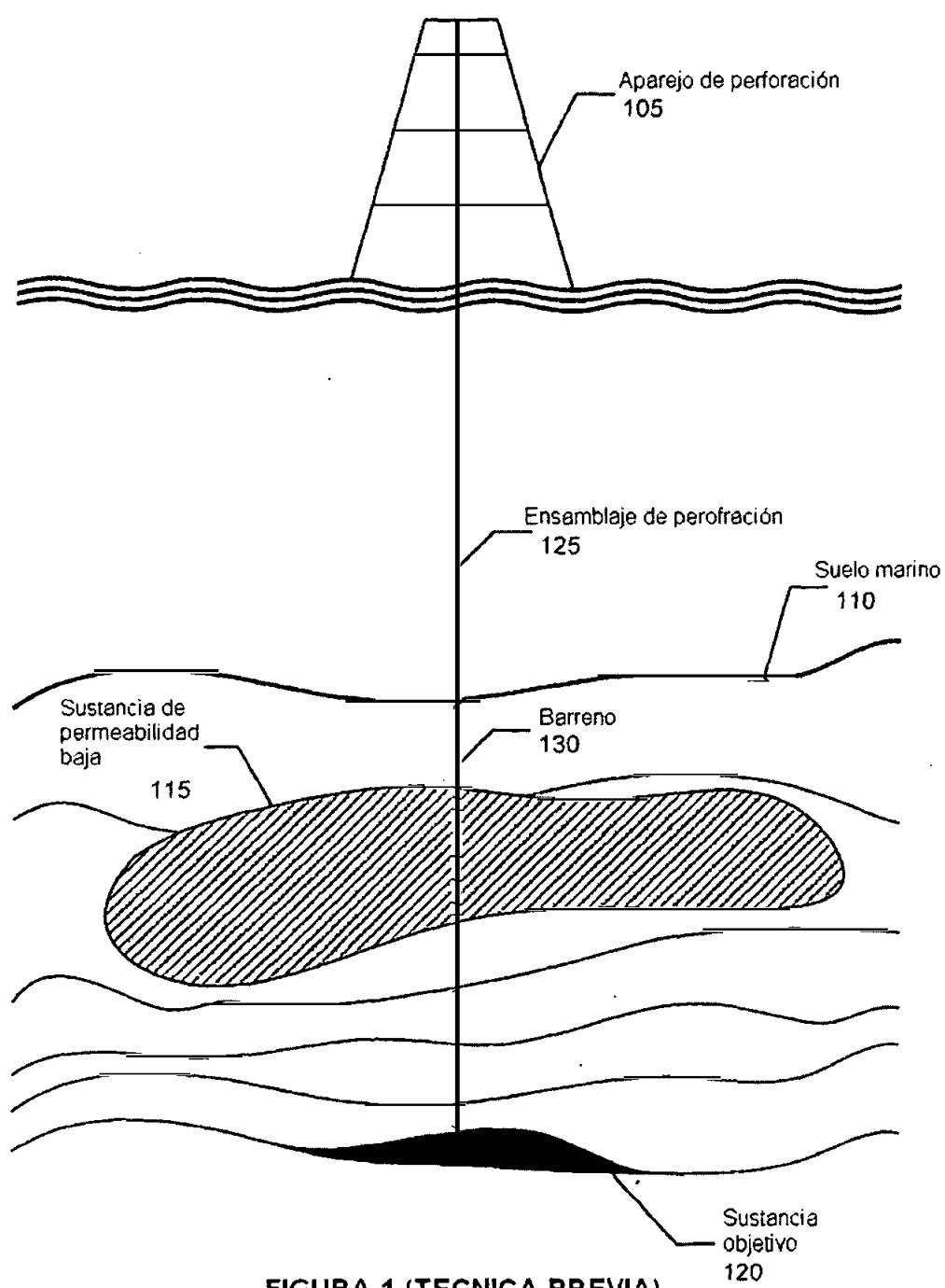


FIGURA 1 (TECNICA PREVIA)

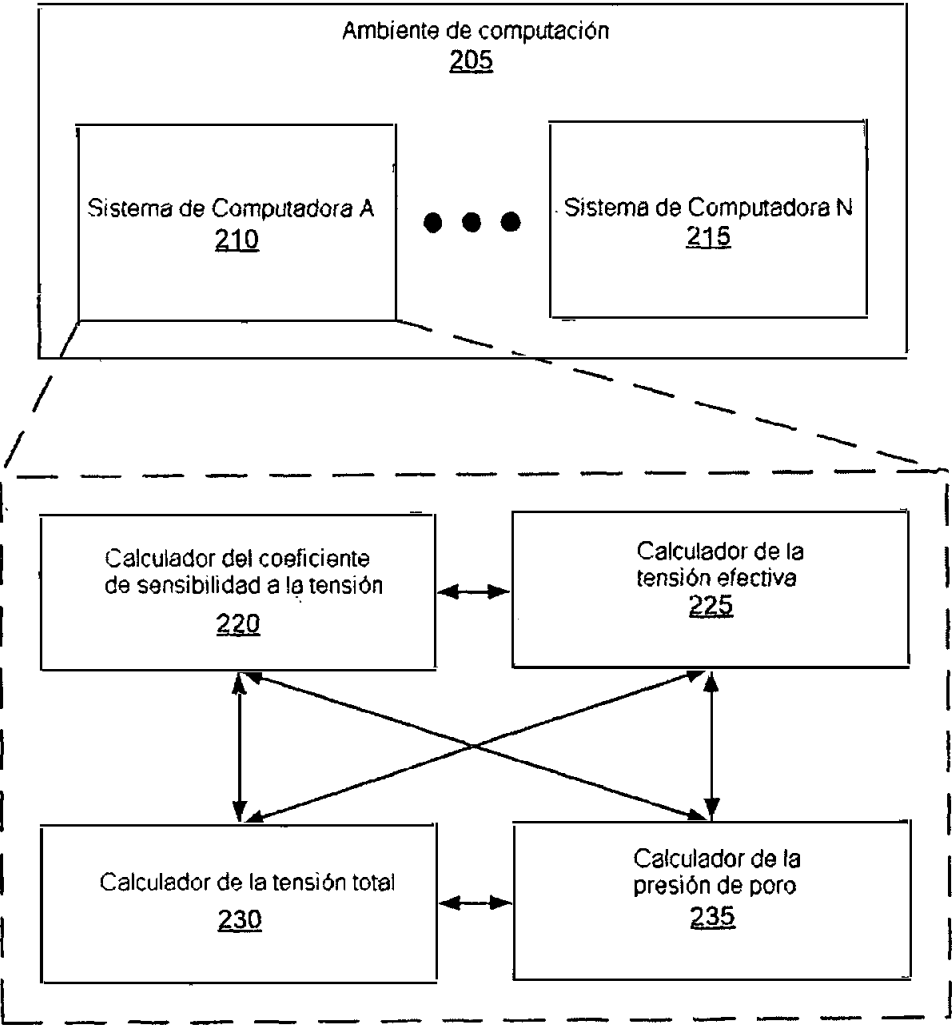


FIGURA 2

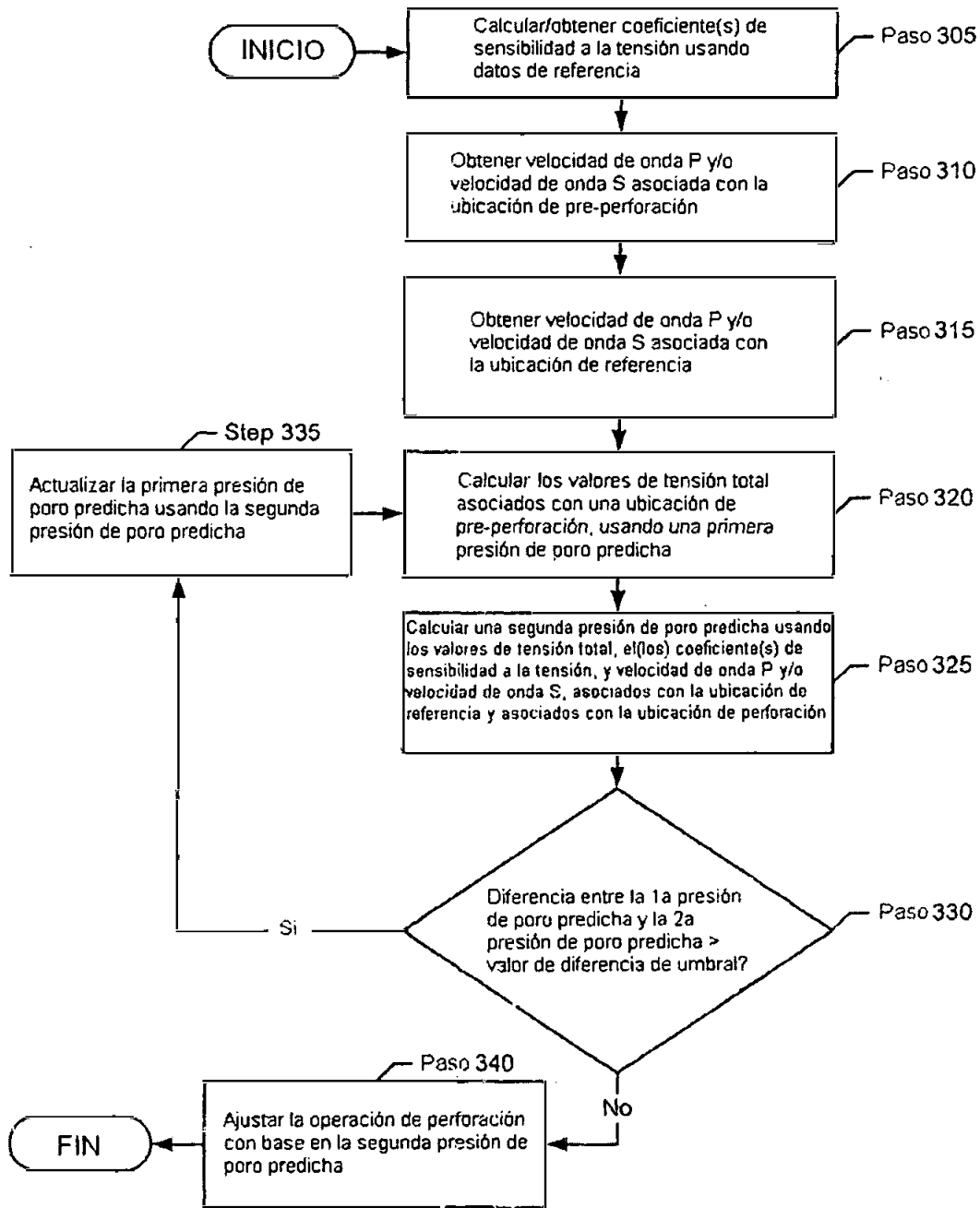


FIGURA 3

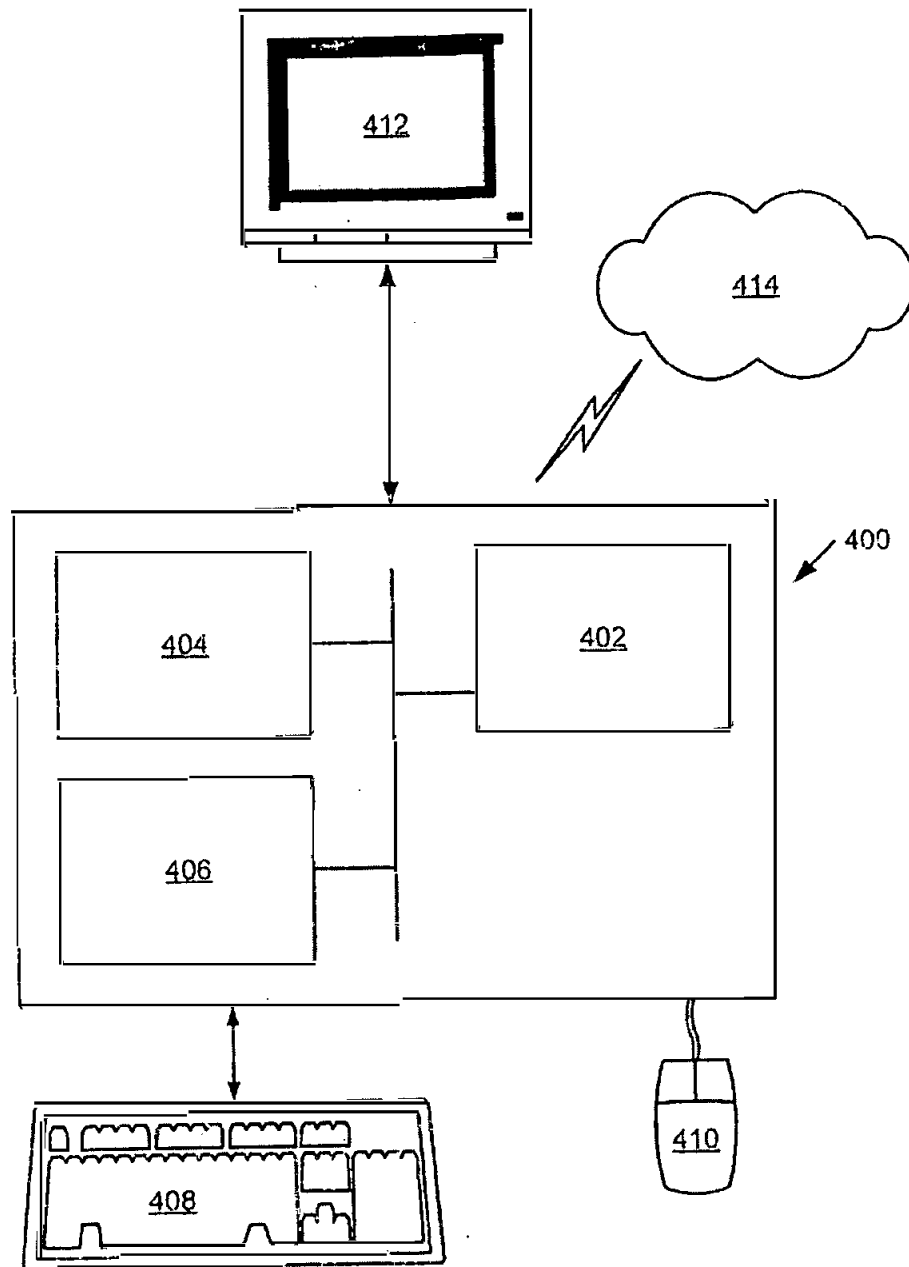


FIGURA 4

TRADUCCION OFICIAL No. 2008-02-12-072
DE UN DOCUMENTO ESCRITO EN INGLES

PCT/EP2006/030885

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 radicación 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,

Schlumberger Technology Corporation, Schlumberger Canada Limited, Services Petroliers Schlumberger, Schlumberger Holdings Limited, Schlumberger Technology B.V., y PRAD Research and Development N.V., tienen derecho a solicitar y que se les otorgue una patente en virtud de lo siguiente:

Un traspaso de:

SAYERS, Colin M., cuya dirección postal es 1506 Leatherwood Drive, Katy, Texas 77450, Estados Unidos de América y

BIRCHWOOD, Richard A., cuya dirección postal es 815 Crossroads Drive, Houston, Texas 77079, Estados Unidos de América

a Schlumberger Technology Corporation, Schlumberger Canada Limited, Services Petroliers Schlumberger, Schlumberger Holdings Limited, Schlumberger Technology B.V., y PRAD Research and Development N.V., fechado el 7 de agosto de 2006 (07.08.2006).

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

Traducido según mi mejor saber y entender, este día 12 de febrero de 2008, en la ciudad de Bogotá, D.C., por Anita Escobar de Tamayo, Traductora Oficial, Res. 2177 de 1989, Ministerio de Justicia, República de Colombia.

TRADUCCION OFICIAL
RES. 2177 DE 1989 MIN JUSTICIA
ANITA ESCOBAR DE TAMAYO

Box No. VIII (ii) DECLARATION: ENTITLEMENT TO APPLY FOR AND BE GRANTED A PATENT

The declaration must conform to the following 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.

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,

Schlumberger Technology Corporation, Schlumberger Canada Limited, Services Petroliers Schlumberger, Schlumberger Holdings Limited, Schlumberger Technology B.V., and PRAD Research and Development N.V., are entitled to apply for and be granted a patent by virtue of the following:

an assignment from:

SAYERS, Colin M., whose post office address is 1506 Leatherwood Drive, Katy, Texas 77450, United States of America, and

BIRCHWOOD, Richard A., whose post office address is 815 Crossroads Drive, Houston, Texas 77079, United States of America

to Schlumberger Technology Corporation, Schlumberger Canada Limited, Services Petroliers Schlumberger, Schlumberger Holdings Limited, Schlumberger Technology B.V., and PRAD Research and Development N.V., dated 7 August 2006 (07.08.2006).

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