

N

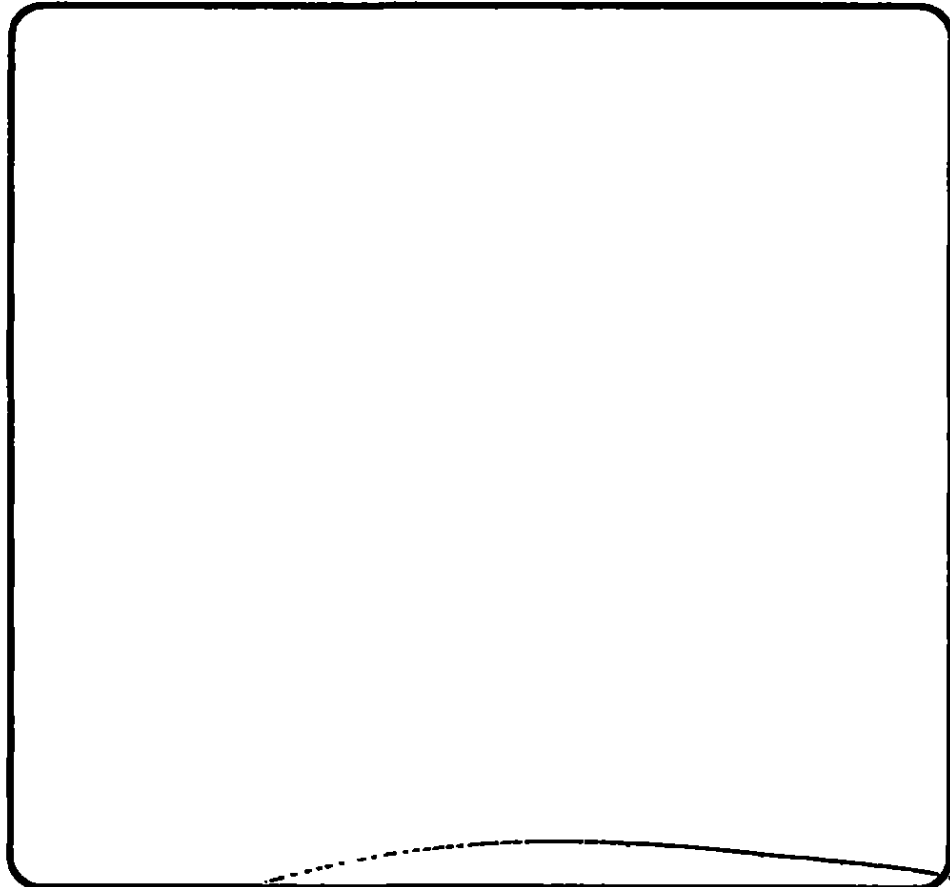
10

ANEXOS

- ☐ Comprobante de pago de la tasa de presentación de la solicitud.
- ☐ Comprobante de pago de la tasa por concepto de excedente de palabras en la publicación.
- ☐ Comprobante de pago por reivindicación de prioridad.
- ☐ Certificado de existencia y representación legal cuando el solicitante sea persona jurídica.
- ☐ Poderes, si fuere el caso.
- ☐ Copia certificada de la primera solicitud, si se reivindica prioridad.
- ☐ Traducción simple de la primera solicitud, si se reivindica prioridad.
- ☐ Documento de cesión del inventor al solicitante o a su causante.
- ☐ Descripción de la invención.
- ☐ Una o más reivindicaciones.
- ☐ Dibujos y/o planos necesarios
- ☐ De ser el caso, copia del contrato de acceso.
- ☐ De ser el caso, documento que acredite la licencia o autorización de uso de conocimientos tradicionales de las comunidades indígenas.
- ☐ De ser el caso, certificado de depósito del material biológico
- ☐ Arte final 12x12.

11

FIGURA CARACTERÍSTICA:



12

NOMBRE: GERMAN CASTILLO GRAU

FIRMA: _____

C.C. 17'017.671 Btá T.P. 2978

Instrucciones para la presentación de los anexos, ver reverso de esta página.



Industria y Comercio

SUPERINTENDENCIA

SUPERINDUSTRIA Y COMERCIO
Radicación : 01033358 6800000 Folios: 45
Fecha (ASDI): 2001-04-30 14:35:51
MIT : 000176089 Trámite : C22 PATENTES Y REGISTRO/ 411 PRESENAC
Dependencia: 2320 DIVISION DE NUEVAS CREACIONES

RECIBO OFICIAL DE CAJA : 01 - 23,958
FECHA : ABRIL 16 DE 2001

CONSIGNACION

DEPOSITANTE	TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PGO	Vr. PAGO
ADRIGERMANCAS	CONSIGNACION	BANCO POPULAR	050-00110-6	2544143	16/04/2001	3,346,320.00

CONCEPTO

CANT. HISTORICO	CONCEPTO	TOTAL CONCEPTO
1 50005-01-01 SOLICITUDES	1 TRAMITES DE SOL. DE PATENTE DE IN	356,640.00
	TOTAL :	356,640.00

SON: TRESCIENTOS CINCUENTA Y SEIS MIL SEISCIENTOS CUARENTA PESOS

RESPONSABLE : _____

RECIBO DE CAJA APLICADO AL EXPEDIENTE No. _____

Carrera 13 No. 27-00 Pisos 5, 7 y 10
Conmutador 382 0840
Fax 350 5220
E-mail: info@sic.gov.co
www.sic.gov.co
Bogotá, D.C., Colombia

SUPERINTENDENCIA Y COMERCIO
Indicaciones : 01033036 60000020 Folios: 40
Fecha (RCR): 2001-04-30 14:35:51
Tramite : CSE PATENTES D 1 REGISTRO/ 411 PRESENTAD
Dependencia: 2001 ATOP/001 DE NUEVAS CREACIONES

NIT : 800176089-2

RECIBO OFICIAL DE CAJA : 01 - 23,962
FECHA : ABRIL 16 DE 2001

***** CONSIGNACION *****

DEPOSITANTE	TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PAGO	Vr. PAGO
ADRIGERMANCAS	CONSIGNACION	BANCO POPULAR	050-00110-6	2544143	16/04/2001	3,346,320.00

***** CONCEPTO *****

CANT. CONTABILITICO	CONCEPTO	TOTAL CONCEPTO
1 30005-01-01 SOLICITUDES	82 INVOCACION DE UNA PRIORIDAD EN NU	100,000.00
	TOTAL :	\$ 100,000.00

SOM: CIENTO MIL PESOS

RESPONSABLE : _____

RECIBO DE CAJA APLICADO AL EXPEDIENTE No. _____

Carrera 13 No. 27-00 Pisos 5, 7 y 10
Conmutador 382 0840
Fax 350 5220
E-mail: info@sic.gov.co
www.sic.gov.co
Bogotá, D.C., Colombia

**SISTEMA ELECTROMAGNETICO EMPLAZADO PERMANENTEMENTE Y
METODO PARA LA MEDICION DE LA RESISTIVIDAD DE LA FORMACION
ADYACENTE A LAS PERFORACIONES EN POZOS Y ENTRE ESTAS**

Sistema Electromagnético Emplazado Permanentemente y Método para la Medición de la

Resistividad de Formación Adyacente a las Perforaciones en Pozos y entre Estas

Referencia cruzada a las solicitudes relacionadas

Esta solicitud reivindica el beneficio de la Solicitud de Patente Provisional USA No. 60/200.856, registrada el 1 de mayo del 2.000.

Antecedentes de la Invención

Campo de la Invención

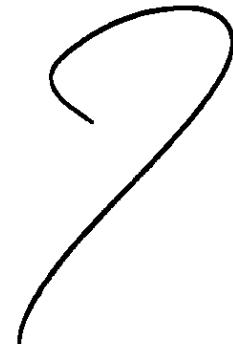
La invención está relacionada en general con la caracterización subsuperficial de formaciones geológicas. Más específicamente, la invención está relacionada con el uso de detectores instalados fuera del revestimiento del fondo del pozo en técnicas de medición electromagnética de pozos transversales.

Antecedentes del Arte

La caracterización subsuperficial de formaciones terrestres es un aspecto importante de la operación de perforación, por ejemplo, en pozos petroleros y de gas. La caracterización subsuperficial puede ayudar a identificar, entre otros factores, la estructura y contenido de fluido de las formaciones geológicas penetradas por una perforación. Las formaciones que rodean la perforación pueden contener, por ejemplo, productos hidrocarburo que son el objetivo de las operaciones de perforación. El conocimiento de las características de la formación es importante para la recuperación de los hidrocarburos.

Las formaciones geológicas que forman un yacimiento de hidrocarburos contiene una red de caminos de fluidos interconectados, o "espacios porosos", en los cuales, por ejemplo, ~~hidrocarburos, agua, etc.~~ ~~están~~ presentes en forma líquida y/o gaseosa. Para determinar el contenido de hidrocarburos en los espacios porosos, es deseable el conocimiento de características tales como la porosidad y permeabilidad de las formaciones geológicas penetradas por la perforación.

La información acerca de las formaciones geológicas y acerca de las características del yacimiento promueve el desarrollo y control eficiente de los recursos de hidrocarburos. Las características del yacimiento incluyen, entre otras, la resistividad de la formación geológica que



contiene hidrocarburos. La resistividad de las formaciones geológicas generalmente está relacionada con la porosidad, permeabilidad y contenido de fluido del yacimiento. Debido a que los hidrocarburos generalmente están aislados eléctricamente y la mayoría del agua en la formación es eléctricamente conductora, las mediciones de resistividad (o conductividad) de la formación son herramientas valiosas en la determinación del contenido de hidrocarburos de los yacimientos. Además, las mediciones de la resistividad de la formación pueden ser usadas para supervisar los cambios en el contenido de hidrocarburos del yacimiento durante la producción de hidrocarburos.

Las mediciones de resistividad de la formación frecuentemente se hacen con herramientas de perforación con medición simultánea (HPMS) y de perforación con sondeo simultáneo (HPSS) transportados por cables. Sin embargo, las herramientas de resistividad HPMS y HPSS típicamente sólo miden la resistividad de la formación próxima a la perforación individual en la cual están operando. Como resultado, se han realizado varios intentos por determinar la resistividad de formaciones geológicas que rodean las perforaciones y entre perforaciones adyacentes perforadas en las formaciones geológicas de interés. Por ejemplo, la medición de la resistividad de la formación entre perforaciones adyacentes que usa un sistema electromagnético de baja frecuencia se discute en dos artículos: Tomografía electromagnética de perforación transversal: Una nueva tecnología para la caracterización de campo petrolero. Borde de Ataque, Marzo de 1995, por Wilt et al.; y Tomografía electromagnética de perforación transversal: Consideraciones del diseño de sistemas y resultados de campo. Sociedad de geofísica de exploración, vol. 60, No. 3, 1995, por Wilt et al.

La figura 1 muestra un ejemplo de un sistema usado para medir la resistividad de la formación entre dos perforaciones. Un transmisor T es ubicado en una perforación y consiste de una bobina C_T que tiene un circuito horizontal de múltiples vueltas (solenoides vertical) de N_1 vueltas y una sección transversal efectiva A_T . El circuito horizontal de múltiples vueltas transporta corriente alterna I_T a una frecuencia de f_0 Hz. En el espacio libre, el circuito horizontal de múltiples vueltas produce un campo magnético que varía con el tiempo B_0 . El campo magnético B_0 es proporcional a un momento magnético M_T del transmisor T y a un factor geométrico K_1 . El momento

magnético M_T del transmisor T puede ser definido como sigue:

$$M_T = N_T I_T A_T. \quad (1)$$

En el espacio libre, el campo magnético B_0 puede ser definido como sigue:

$$B_0 = K_1 M_T \quad (2)$$

El factor geométrico K_1 es una función de una ubicación espacial y la orientación de un componente del campo magnético B_0 medido por un receptor R .

El receptor R está ubicado a alguna distancia del transmisor T y típicamente está dispuesto en una perforación diferente. El receptor R , típicamente, incluye un circuito de cable (por ejemplo, una bobina C_R que tiene devanado de vueltas N_R alrededor de un núcleo de metal permeabilidad magnética alta tal como ferrita). Un campo magnético B_R que varía con el tiempo detectado por el receptor R , que tiene una frecuencia f_0 , crea un voltaje inducido V_R en la bobina C_R el cual es proporcional a B_R , la frecuencia f_0 , el número de vueltas de cable N_R , un área de sección transversal efectiva de la bobina A_R , y una permeabilidad magnética efectiva μ_R de la bobina C_R .

De lo anterior, el V_R puede ser definido como sigue:

$$V_R = f_0 B_R N_R A_R \mu_R. \quad (3)$$

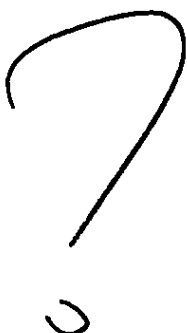
simplificando la ecuación (3), V_R puede ser escrito como sigue:

$$V_R = k_R B_R \quad (4)$$

donde $k_R = f_0 N_R A_R \mu_R$. El producto de $A_R \mu_R$ es difícil de calcular. Para determinar exactamente $A_R \mu_R$, C_R es calibrada en un campo magnético conocido y a una frecuencia conocida para determinar un valor exacto de k_R . Posteriormente, el campo magnético B_R detectado por el receptor R es relacionado directamente con el voltaje V_R medido por la siguiente ecuación:

$$B_R = \frac{V_R}{k_R} \quad (5)$$

Cuando un sistema tal como este es colocado en una formación geológica conductora, el campo magnético B_0 variable con el tiempo produce una fuerza electromotriz (emf) en la formación geológica la cual a su vez produce una corriente en ésta, mostrada esquemáticamente como L_1 en la figura 1. La corriente L_1 es proporcional a la conductividad de la formación geológica y el flujo de la corriente L_1 generalmente es concéntrico alrededor del eje longitudinal de la

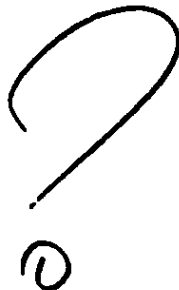


perforación. El campo magnético proximo a la perforación es resultado del campo B_0 del espacio libre, denominado campo magnético primario y el campo producido por la corriente L_1 se denomina campo magnético secundario.

La corriente L_1 típicamente está fuera de fase con respecto a la corriente del transmisor I_T . A frecuencias muy bajas, donde la reactancia inductiva de la formación circundante es pequeña, la corriente inducida L_1 es proporcional a dB/dt y está, en consecuencia, 90° fuera de fase con respecto a I_T . Cuando la frecuencia aumenta, la reactancia inductiva aumenta y la diferencia de fase aumenta.

El campo magnético secundario detectado por el receptor R es provocado por la corriente inducida L_1 y también un cambio de fase de tal manera que el campo magnético total en el receptor R tiene una naturaleza compleja. El campo magnético total tiene un componente B_R en fase con la corriente I_T del transmisor (referida como el componente real). Los valores de B_R y los componentes B_I de cuadratura del campo magnético a una frecuencia y configuración geométrica dadas unicamente especifican la resistividad eléctrica de una formación homogénea penetrada por las perforaciones. En una formación geológica no homogénea, el campo magnético complejo generalmente es medido en una sucesión de puntos a lo largo del eje longitudinal de la perforación del receptor para cada una de una sucesión de ubicaciones de transmisor. La multiplicidad de las ubicaciones T-R es suficiente para determinar la resistividad no homogénea entre las perforaciones como se describe en las referencias listadas más adelante.

En general, la distribución no homogénea de la resistividad eléctrica en una formación geológica es determinada a través de un proceso denominado inversión, el cual se describe muy bien en "Tomografía electromagnética de frecuencia de audio en 2-D", Geofísica, Vol 58, No. 4, 1993, por Zhou et al; "Representación de la conductividad electromagnética con una inversión de naturaleza iterativa", Trabajos IEEE sobre Geociencia y detección remota, Vol. 31, No. 4, 1993, por Alumbaugh et al.; "Propuesta para una inversión no lineal con aplicaciones en la tomografía EM de pozos transversales", 63er Congreso anual internacional, Sociedad de Geofísica de exploración, Resúmenes; 1993, por Torres-Verdín et al.; y "Inversión electromagnética en pozos transversales usando ecuaciones integrales y diferenciales, Geofísica, Vol. 60, No. 3, 1995, por



Newman. El proceso de inversión ha sido usado para determinar la resistividad en la vecindad pozos de una única perforación o entre perforaciones separadas y se describe en detalle en "Tomografía electromagnética de perforación transversal: Consideraciones del diseño de sistemas y resultados de campo". Sociedad de geofísica de exploración, vol. 60, No. 3, 1995, por Wilt et al.; "Consideraciones teóricas y prácticas para la tomografía electromagnética en pozos transversales asumiendo una geometría cilíndrica", Geofísica, Vol. 60, No. 3, por Alumbaugh y Wilt; y "Representación EM en tres dimensiones a partir de un único hueco de perforación: un estudio numérico de factibilidad", 1998, Alumbaugh y Wilt.

Una configuración del proceso de inversión comprende la asignación de resistividades a una multitud de "celdas" o elementos del espacio circundante a las perforaciones, o entre éstas. Las resistividades son variadas sistemáticamente hasta que los resultados del modelo celular de la formación estén muy próximos de los datos observados tomados con el sistema transmisor receptor de campo descrito aquí. En otra configuración, un modelo más específico de la formación se asume usando datos geológicos, sondeo del pozo, u otros datos geofísicos. Los parámetros de este modelo (por ejemplo, la distribución de la resistividad, forma de la formación, espesor de la capa, etc.) son variados hasta que los resultados numéricos provenientes del modelo estén lo más cerca posible de los datos medidos. En otra configuración, imágenes directas de la distribución de la resistividad pueden ser obtenidas siguiendo los principios de tomografía de difusión como se describe en "Tomografía electromagnética de frecuencia de audio en 2-D", Geofísica, Vol 58, No. 4, 1993, por Zhou et al. Aun en otro método, datos electromagnéticos de múltiples frecuencias se transforman en un dominio de campo de ondas definido matemáticamente y los datos se procesan siguiendo los procedimientos de tomografía sísmica. Estos medios de interpretación de los datos electromagnéticos se incluyen aquí para ilustrar el hecho de que los métodos electromagnéticos son de uso práctico en la determinación de la resistividad de las formaciones geológicas.

Las mediciones de distribución de la resistividad entre perforaciones regularmente se hacen antes y durante la extracción de hidrocarburos para detectar los yacimientos de hidrocarburos y para supervisar los cambios en la resistividad del yacimiento cuando se extraen los hidrocarburos. El

sistema de la figura 1 opera donde la perforación no incluye un revestimiento conductor en ésta. Sin embargo, las perforaciones, típicamente incluyen forros o revestimientos conductores, típicamente, de acero, para conservar la integridad física de la perforación y las formaciones que la rodean durante la extracción de hidrocarburos y/o operaciones de perforación adicionales. Debido a que el revestimiento típico es altamente conductor eléctrico, los campos magnéticos destinados a ser introducidos en la formación son atenuados fuertemente por el revestimiento. Como resultado, el sistema mostrado antes en la figura 1 no facilita el análisis de un yacimiento de hidrocarburos una vez que ha sido instalado un revestimiento conductor.

Los problemas presentados por el revestimiento conductor en una perforación de interés son descritos por Augustin et al. en "Estudio teórico del sondeo electromagnético del fondo del pozo a la superficie en perforaciones revestidas". Geofísica. Vol. 54 No. 1 1989; Uchda et al. "Efecto de un revestimiento de acero en las mediciones EM en huecos transversales. Reunión anual SEG, Texas, 1991; y Wu et al. en "Influencia del revestimiento de acero en las señales electromagnéticas", Geofísica, Vol 59, No. 3 de 1994. A partir de estas referencias, se puede observar que la conductividad del revestimiento puede ser modelada como un "alambre recortado" estrechamente acoplado con el transmisor T, mostrado esquemáticamente como L_2 en la figura 1.

Un momento magnético neto o efectivo M_{ef} de la combinación de transmisor/revestimiento conductor es controlado por el acoplamiento inductivo entre estos. Físicamente, la resistividad del revestimiento conductor es muy baja mientras la inductancia es relativamente alta. Esto resulta en una corriente inducida en el revestimiento conductor que está aproximadamente 180° fuera de fase con la corriente del transmisor I_T . La corriente inducida es de polaridad opuesta con respecto a la corriente del transmisor I_T pero casi con el mismo momento. En consecuencia, el campo magnético externo al revestimiento conductor es ampliamente reducido. De hecho, el forro conductor "cubre" el transmisor T del receptor R posicionado fuera del revestimiento conductor. Cualquier campo magnético fuera del revestimiento es producido por la diferencia en la corriente, y por ende el momento, entre el transmisor T y el revestimiento conductor.

Debido a que el momento inducido en el revestimiento es grande y, aproximadamente, igual al

9

momento del transmisor, pequeños cambios en las propiedades del revestimiento producen grandes cambios fraccionales en el momento efectivo. En la práctica, el revestimiento se sabe que no es homogéneo (por ejemplo, existen variaciones en el diámetro, espesor, permeabilidad y conductividad del revestimiento que pueden ser provocadas por, por ejemplo, procedimientos de fabricación/procesamiento o por procesos de corrosión/tensión/temperatura después de la instalación en una perforación. El enfoque central para los métodos electromagnéticos descritos anteriormente para perforaciones sin revestimiento, o abiertas, es que los campos desde el transmisor son atenuados marcadamente en un pozo revestido y que el momento neto varía mucho cuando el transmisor atraviesa la longitud (por ejemplo, la profundidad) del pozo. Sin el conocimiento preciso de las propiedades del revestimiento, es difícil distinguir entre variaciones del campo externo provocadas por el revestimiento y variaciones producidas por la formación.

Un detector de campo magnético posicionado dentro de una perforación revestida experimenta una situación análoga. El campo magnético a ser detectado induce una corriente que fluye concéntricamente con la bobina receptora y la corriente inducida tiende a reducir el campo magnético dentro del revestimiento. El campo magnético que se puede medir, en consecuencia, está altamente atenuado, y la medición se ve muy influenciada por las variaciones en la atenuación provocada por la variación en las propiedades del revestimiento descritas anteriormente. Frecuentemente, los criterios de diseño para un estudio en pozos transversales de una perforación revestida reduce la señal del campo magnético a un nivel que es indetectable por receptores estándar. Además, la varianza en la conductividad, permeabilidad, y espesor a lo largo del eje longitudinal de una longitud de revestimiento hace difícil determinar un factor de atenuación en cualquier punto seleccionado. La incapacidad para determinar un factor de atenuación en un punto seleccionado puede provocar errores en las mediciones del campo que no se pueden corregir fácilmente.

Un intento previo para resolver esta limitación involucra la inclusión de un transmisor/receptor de pequeña escala separado dentro de la perforación revestida para medir las propiedades del revestimiento. Las propiedades del revestimiento medidas luego son usadas para corregir los datos medidos en el pozo transversal. Véase, por ejemplo, Lee et al., "Método electromagnético

para el análisis de la propiedad de revestimiento de acero", Lawrence Berkeley National Laboratories, Rerpote 41525, Febrero de 1998.

Otro intento para corregir la atenuación del campo magnético en una perforación revestida incluye el posicionamiento de un receptor monitor adyacente al transmisor en la perforación revestida. En esta forma, se hace un intento para predecir la atenuación detectada por, por ejemplo, un receptor ubicado en una perforación adyacente. Este método se revela en la Solicitud de Patente USA No. 09/290.156, registrada el 12 de abril de 1999, titulada "Método y aparato para la medición de características de formaciones geológicas", y asignada al cesionario de la presente invención.

En la la Solicitud de Patente USA No. 09/394.852, registrada el 13 de septiembre de 1999, titulada "Un método de inducción electromagnética y aparato para la medición de la resistividad eléctrica de las formaciones geológicas que rodean los huecos de presión revestidos con un protector conductor, y asignada al presente cesionario, se revela un método para la medición de la resistividad de la formación adyacente a las perforaciones revestidas y entre éstas usando bobinas solenoides de múltiples giros de baja frecuencia (< 200 Hz) dentro de las perforaciones revestidas". Específicamente, el método revelado en ésta permite la medición de la resistividad de formaciones geológicas próximas a una perforación revestida con un revestimiento, metálico, conductor elaborado a partir de materiales tales como el acero. El método incluye tomar relaciones apropiadas de campos medidos dentro y fuera del revestimiento metálico de tal manera que la atenuación debida al revestimiento prácticamente se cancela.

Las mediciones con el método antes mencionado son difíciles de realizar una vez que ha comenzado la producción del pozo y que la tubería de producción ha sido puesta en operación desde la superficie a la zona de producción. La tubería de producción deja poco o nada de espacio para el sistema de medición electromagnético para moverse dentro del pozo. Las mediciones repetidas para supervisar la producción o mejorar los procesos de recuperación como resultado requieren la remoción e inserción repetida de la tubería de producción. Esta es una operación costosa, y está claro que un sistema de supervisión permanente, desde afuera del revestimiento, podría ser de mayor costo.



e

En consecuencia, lo que se necesita es una técnica de medición transversal que proporcione mediciones de resistividad exactas de formaciones geológicas sin que se requiere información detallada que involucre las propiedades eléctricas y magnéticas de un forro protector dispuesto en los pozos, y que no reduzca la eficiencia de producción de los pozos.

Se
Sext

Sumario de la Invención

En un aspecto, la invención comprende un método para la determinación de las características de las formaciones geológicas entre perforaciones. El método comprende la activación de al menos un transmisor para generar un primer campo magnético, el, al menos un transmisor dispuesto cerca de una superficie externa de un forro protector conductor a una profundidad seleccionada en una primera perforación. Un campo magnético de la formación inducido por el primer campo magnético es detectado con al menos un receptor dispuesto cerca de una superficie externa de un forro protector a una profundidad seleccionada en una segunda perforación. Una característica de la formación geológica es determinada del campo magnético detectado de la formación.

En otro aspecto, la invención comprende un método para la determinación de las características de formaciones geológicas entre perforaciones. El método comprende la activación de un primer transmisor a una primera profundidad para generar un primer campo magnético, el primer transmisor dispuesto sobre una herramienta de perforación dispuesta a una profundidad seleccionada en una primera perforación. Un primer campo magnético de la formación inducido por el primer campo magnético es detectado con una primera pluralidad de receptores espaciados axialmente, la pluralidad de receptores dispuestos alrededor de una superficie externa de un protector conductor a profundidades seleccionadas en una segunda perforación. El primer campo magnético de la formación inducido por el primer campo magnético luego es detectado con una segunda pluralidad de receptores. Una primera relación de amplitud es calculada de los primeros campos magnéticos de la formación detectados por la primera y segunda pluralidad de los receptores.

El método además comprende la activación de una segunda pluralidad de transmisores para generar un segundo campo magnético. Un segundo campo magnético de la formación inducido por el segundo campo magnético es detectado con la primera pluralidad de receptores. El



segundo campo magnético de la formación inducido por el segundo campo magnético entonces es detectado con la segunda pluralidad de receptores. Una segunda relación de amplitud es calculada a partir de los segundos campos magnéticos de la formación detectados por la primera y segunda pluralidad de receptores. Entonces es calculada una tercera relación de amplitud de la primera relación de amplitud y la segunda relación de amplitud, y es determinada una característica de la formación geológica a partir de la tercera relación de amplitud.

En otro aspecto, la invención comprende un método para la determinación de las características de formaciones geológicas entre perforaciones. El método comprende la activación de un primer transmisor a una primera profundidad seleccionada para generar un primer campo magnético, el primer transmisor dispuesto sobre una herramienta de perforación dispuesta a una profundidad seleccionada en una primera perforación. Un primer campo magnético de la formación inducido por el primer campo magnético es detectado con una primera pluralidad de receptores espaciados axialmente, la pluralidad de receptores dispuestos alrededor de una superficie externa de un protector conductor a profundidades seleccionadas en una segunda perforación. El primer campo magnético de la formación inducido por el primer campo magnético luego es detectado con una segunda pluralidad de receptores. Una primera relación de amplitud es calculada de los primeros campos magnéticos de la formación detectados por la primera y segunda pluralidad de los receptores.

En otro aspecto, la invención comprende un método para la telemetría de los datos entre las perforaciones. El método comprende la activación de un primer transmisor para generar un primer campo magnético, el primer transmisor dispuesto sobre una herramienta de perforación dispuesta a una profundidad seleccionada en una primera perforación. Un campo magnético de la formación inducido por el primer campo magnético es detectado con al menos un receptor, el, al menos uno, receptor dispuesto alrededor de una superficie externa de un forro protector conductor a una profundidad seleccionada en una segunda perforación. Se determina una característica de la herramienta de perforación a partir del campo magnético de la formación detectado.

En otro aspecto, la invención comprende un sistema para la determinación de características de

formaciones geológicas entre perforaciones protegidas con conductividad. El sistema comprende, al menos, dos transmisores electromagnéticos espaciados axialmente posicionados a profundidades seleccionadas en una primera perforación y dispuestos alrededor de una superficie externa de un forro protector conductor. Al menos dos receptores electromagnético espaciados axialmente están posicionados a profundidades seleccionadas en una segunda perforación y dispuestos alrededor de una superficie externa de un forro protector conductor. Al menos una estación de control de superficie es acoplada en forma operativa a los, al menos dos, transmisores y a los, al menos dos, receptores, y dicha, al menos una, estación de control de superficie está adaptada para activar selectivamente cada uno de los, al menos dos, receptores electromagnéticos para detectar los campos magnéticos de la formación inducidos por los primeros campos magnéticos.

En otro aspecto, la invención comprende un sistema para la determinación de características de formaciones geológicas entre perforaciones protegidas con conductividad. El sistema comprende una pluralidad de transmisores electromagnéticos espaciados axialmente dispuestos alrededor de una superficie externa de un protector conductor a profundidades seleccionadas en un primer perforación, y la pluralidad de transmisores electromagnéticos está adaptada para generar los primeros campos magnéticos. Una pluralidad de receptores electromagnéticos axialmente espaciados está dispuesta alrededor de una superficie externa de un forro protector conductor está adaptada para detectar campos magnéticos de la formación inducidos por los primeros campos magnéticos. El sistema también comprende medios para el cálculo de una relación de amplitud a partir de los campos magnéticos detectados de la formación, y medios para la determinación de una característica de la formación geológica a partir de la relación de amplitud.

En otro aspecto, la invención comprende un sistema para la determinación de características de formaciones geológicas próximas a un perforación protegida con capacidad conductora. El sistema comprende una pluralidad de transmisores electromagnéticos espaciados axialmente dispuestos alrededor de una superficie externa de un forro protector conductor a profundidades seleccionadas en una perforación, y una pluralidad de transmisores electromagnéticos está adaptada para generar primeros campos magnéticos. Una pluralidad de receptores

electromagnéticos espaciados axialmente están dispuestos alrededor de una superficie externa de un forro protector conductor a profundidades seleccionadas en una perforación, y la pluralidad de receptores electromagnéticos está adaptada para detectar los campos magnéticos de la formación inducidos por los primeros campos magnéticos. El sistema también comprende medios para el cálculo de una relación de amplitud a partir de los campos magnéticos detectados de la formación, y medios para la determinación de una característica de la formación geológica a partir de la relación de amplitud.

Otros aspectos y ventajas de la invención serán apreciados a partir de la siguiente descripción y reivindicaciones anexas.

Breve Descripción de los Dibujos

La figura 1 muestra una vista simplificada de un sistema de medición electromagnética en EA, perforación transversal.

La figura 2 muestra una vista de una configuración de un pozo transversal de la invención.

La figura 3 muestra otra vista de una configuración de un pozo transversal de la invención.

La figura 4 muestra una vista de una configuración de un único pozo de la invención.

La figura 5 muestra una vista de un sistema experimental usado para generar los datos para los gráficos mostrados en la figura 6.

La figura 6 muestra una representación gráfica de datos obtenidos a partir del sistema experimental mostrado en la figura 5.

Las figuras 7a-7d muestran representaciones gráficas de datos obtenidos a partir del sistema experimental mostrado en la figura 5.

La figura 8 muestra una representación gráfica de datos para respuestas de una solenoide obtenidos a partir de un sistema experimental como aquel mostrado en la figura 5.

Descripción Detallada

(Haciendo) referencia a la figura 2, una formación geológica 11 (bajo) análisis puede ser penetrada por una o más perforaciones, mostradas en forma general como 12a y 12b. La formación geológica 11 puede además comprender otras estructuras geológicas, tales como uno o más yacimientos que contienen hidrocarburos, mostrados en general como 14a y 14b. Típicamente, al

menos una de las perforaciones 12, 12b incluyendo un forro protector conductor (16a y 16b, respectivamente) en éstas.

La figura 2 muestra un sistema 19 usado para analizar la formación geológica 11 incluyendo una pluralidad de transmisores electromagnéticos espaciados axialmente 20 unidos a una superficie externa del forro protector conductor 16a que están dispuestos dentro de la perforación 12a en una primera región de la formación geológica 11. Un generador de señales (no mostrado) está conectado con comunicación con la pluralidad de transmisores 20. El generador de señales (no mostrado) generalmente es incluido en una estación de superficie 22. Una pluralidad de receptores 24 está unida a una superficie externa del forro protector conductor 16b que está dispuesto dentro de la perforación 12b en una segunda región de la formación geológica 11.

El sistema 19 puede ser operado usando un computador (no mostrado) el cual generalmente se incluye en la estación de superficie 22. El computador (no mostrado) está conectado con comunicación con los transmisores 20 y receptores 24 usando cables 21 dispuestos sobre las superficies externas del revestimiento 16a, 16b asociado con éstos. El computador (no mostrado) incluye un procesador (no mostrado) y una memoria (no mostrada) que guarda los programas para operar el sistema 19.

Típicamente, los campos magnéticos son generados por la pluralidad de transmisores 20 ubicados a varios niveles arriba, adentro y debajo del área de interés en la formación geológica 11. Los campos magnéticos son detectados por la pluralidad de receptores 24 a varios niveles arriba, adentro y debajo del área de interés. En una configuración de la invención, la pluralidad de transmisores 20 y la pluralidad de receptores 24 están dispuestas externamente alrededor de los revestimientos 16a, 16b a intervalos axiales seleccionados. Las posiciones axiales a las cuales la pluralidad de transmisores 20 y la pluralidad de receptores 24 están ubicadas a profundidades preseleccionadas, fijas, una vez que los revestimientos 16a, 16b son posicionados dentro de las perforaciones 12a, 12b.

Un aspecto importante de la invención es que el revestimiento actúa como un núcleo magnéticamente permeable para los transmisores o los receptores. A las frecuencias de operación preferidas para usar con las diferentes configuraciones de la invención, la mejora del campo

magnético debida a la permeabilidad magnética del revestimiento ayuda a desviar la atenuación del campo magnético provocada por el flujo de corrientes inducidas en el revestimiento. La mejora del campo magnético resulta en una ganancia neta en la consistencia de los campos magnéticos formados fuera del revestimiento sobre aquel que podría ser obtenido si los transmisores/receptores se enrollaran sobre un núcleo no magnético, no conductor. La longitud del revestimiento asegura que la permeabilidad magnética relativa $k_{m-relativa}$ del material del núcleo (sobre la cual un solenoide es enbobinado y correspondiente a una sección transversal del revestimiento) estará cerca de la permeabilidad magnética real k_m la cual, para el revestimiento típico, está entre 50 y 200.

El límite en el momento magnético M neto, donde:

$$M = NIA$$

para un transmisor que consiste de un devanado de solenoide sobre el revestimiento es el contra-momento provocado por la corriente inducida en el revestimiento. El contra-momento puede ser reducido en algunas configuraciones cortando ranuras axiales delgadas (una puede ser suficiente) en el revestimiento para interrumpir el flujo de corriente inducida. Esto es equivalente al uso de bandas delgadas de aislamiento usadas en el material del núcleo de solenoides típicos. El revestimiento ranurado ya es usado en aplicaciones del campo petrolero para permitir el ingreso de fluidos de la formación a los niveles de interés. Tal transmisor o receptor podría en consecuencia ser embobinado sobre un revestimiento esencialmente estándar. Los momentos que se pueden obtener con tal transmisor (y/o las sensibilidades obtenidas en un devanado de solenoide receptora sobre el revestimiento en forma similar) son comparables o superiores a los momentos efectivos obtenidos con solenoides enrollados sobre material de alta permeabilidad ubicado dentro del revestimiento. Esto es debido al radio y longitud más grandes que los convenientemente disponibles cuando se usa revestimiento como el núcleo del transmisor/receptor.

Sin embargo, el ranurado del revestimiento no elimina toda la contra corriente circulante inducida en el revestimiento en la vecindad de las bobinas. Aunque una ranura del mismo largo que el embobinado interrumpe la corriente en el largo del revestimiento bajo el enrollado, las corrientes

inducidas son forzadas a circular en el revestimiento próximas a los extremos del devanado. En esta región, las corrientes inducidas dependen de la "caída" geometría de la corriente que induce el campo del solenoide y el efecto acumulador de flujo de la permeabilidad del revestimiento (el cual no se ve afectado por la ranura). En forma ideal, es deseable introducir un espacio de aislante magnético (un segmento cilíndrico de permeabilidad relativa cero) en cada extremo del devanado para reducir el flujo magnético resultante de la naturaleza continua del revestimiento adyacente.

La Solicitud de patente No. 09/394.852, asignada al presente cesionario e incorporada aquí como referencia, revela un método para la determinación de las propiedades de la formación entre perforaciones revestidas. Haciendo referencia nuevamente a la figura 2, donde las perforaciones 12a, 12b son protegidas con revestimiento conductor 16a, 16b, una relación de campos magnéticos detectados por los receptores 24 puede ser usada para excluir los efectos del revestimiento para determinaar las propiedades de la formación geológica 11 entre las perforaciones 12a, 12b

Para cada relación, dos transmisores 20 son activados individualmente y dos receptores 24 detectan los campos magnéticos secundarios inducidos por los campos magnéticos primarios generados por los transmisores 20. En consecuencia, los transmisores 20 posicionados en diferentes posiciones axiales en la perforación 12a producen los campos magnéticos secundarios detectados por los receptores 24 a diferentes posiciones en la perforación 12b. Para determinar las características de la formación, una "relación doble" se realiza en la siguiente forma. Nótese que la siguiente descripción está destinada a ser solamente una ilustración del método de la relación y que no está destinada a limitar el alcance de la invención.

Haciendo referencia ~~a la~~ figura 3, un primer transmisor 50 y un segundo transmisor 52 son posicionados en la perforación 12a. Un primer receptor 54 y un segundo receptor 56 son posicionados en la perforación 12b. Por consiguiente dos campos magnéticos detectados por el primer receptor 54 resultante de cada uno de los dos transmisores 50,52 puede ser descrito como sigue:

$$B_{i,j} = M_i f_{i,j} k_j \text{ y} \quad (7)$$

$$B_{i'+k,j} = M_{i+k} f_{i+k,j} k_j \quad (8)$$

donde M_i y M_{i+k} son momentos magnéticos de los transmisores 50,52, respectivamente, a dos diferentes posiciones axiales en la perforación 12a (se nota que, en alguna extensión, los momentos difieren debido a, por ejemplo, inconsistencias en el diámetro del revestimiento, espesor del revestimiento, etc). Las respuestas de la formación, $f_{i,j}$ y $f_{i+k,j}$, corresponden a una posición común del primer receptor 54 y las posiciones axiales diferentes de los transmisores 50,52. La variable k_j es un factor de atenuación del revestimiento correspondiente a la ubicación del primer receptor 54.

En forma similar, los dos campos magnéticos por el segundo receptor 56 de cada transmisor 50,52, puede ser descrito como sigue:

$$B_{i,j+1} = M_i f_{i,j+1} k_{j+1} \quad \text{y} \quad (9)$$

$$B_{i+k,j+1} = M_{i+k} f_{i+k,j+1} k_{j+1} \quad (10)$$

donde los momentos magnéticos (M_i y M_{i+k}), las respuestas de la formación ($f_{i,j}$ y $f_{i+k,j+1}$) y el factor de atenuación del revestimiento (k) son definidos en forma similar a aquella mostrada anteriormente.

Para eliminar los efectos de las diferencias en el momento magnético de cada uno de los transmisores 50,52, las siguientes relaciones son definidas:

$$r_1 = \frac{B_{i,j}}{B_{i,j+1}} = \frac{f_{i,j}}{f_{i,j+1}} \times \frac{k_j}{k_{j+1}} \quad \text{y} \quad (11)$$

$$r_1 = \frac{B_{i+k,j}}{B_{i+k,j+1}} = \frac{f_{i+k,j}}{f_{i+k,j+1}} \times \frac{k_j}{k_{j+1}} \quad (12)$$

Para eliminar los efectos de los factores de atenuación, la relación de r_1 y r_2 determina que:

$$\frac{r_1}{r_2} = \frac{f_{i,j}}{f_{i,j+1}} = \frac{f_{i+k,j+1}}{f_{i+k,j}} \quad (13)$$

De las relaciones anteriores, al respuesta de la formación " f " (la cual puede estar relacionada, por ejemplo, con una resistividad de la formación geológica 11) puede ser determinada mientras que se minimiza los efectos del revestimiento 16a y 16b.

El método de la relación también puede ser usado para determinar las características de una formación geológica 11 usando una perforación 12a con un revestimiento conductor 16a, como se muestra en la figura 4. En la configuración mostrada en la figura 4, un par de transmisores 66,68 y un par de receptores 70,72 están dispuestos en posiciones axiales diferentes en la perforación 12a. Los receptores 70,72 están posicionados entre los dos transmisores 66,68. En esta forma, un campo magnético $B_{i,j}$ detectado por el receptor 70 en una posición R_j del transmisor 66 (el cual está posicionado en la ubicación T_j) puede ser definido como:

$$B_{i,j} = M_i f_{i,j} k_j \quad (14)$$

Un campo magnético $B_{i,j+1}$ detectado por el receptor 72 (en la posición R_{j+1}) desde el transmisor 66 puede ser definido como:

$$B_{i,j+1} = M_i f_{i,j+1} k_{j+1} \quad (15)$$

A partir de estos dos campos magnéticos, se puede definir la relación:

$$R_1 = \frac{B_{i,j}}{B_{i,j+1}} = \frac{f_{i,j}}{f_{i,j+1}} \frac{k_j}{k_{j+1}} \quad (16)$$

la cual es independiente del momento magnético del transmisor 66 pero aun depende de los factores de atenuación del revestimiento en los receptores 70,72. Sin embargo, el segundo transmisor 68 (ubicado en la posición T_{i+k}) puede ser usado para derivar una nueva relación de los campos magnéticos detectados por los detectores 70,72 que puede expresarse como sigue:

$$R_2 = \frac{B_{i+k,j}}{B_{i+k,j+1}} = \frac{f_{i+k,j}}{f_{i+k,j+1}} \frac{k_j}{k_{j+1}} \quad (17)$$

La relación R_2 es independiente del momento magnético del transmisor 68 pero aun depende de los factores de atenuación del revestimiento como en el caso de R_1 . Por consiguiente, la discusión de la configuración previa, una segunda relación puede estar formada usando R_1 y R_2 para eliminar el efecto de los factores de atenuación del revestimiento:

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{f_{i,j}}{f_{i,j+1}} = \frac{f_{i+k,j+1}}{f_{i+k,j}} \quad (18)$$

?

18
Se ha determinado que para frecuencias útiles para un pozo o pozo transversal la representación de la conductividad sobre la escala del yacimiento (10 a 100 metros), una bobina de solenoide directamente sobre el revestimiento estándar con una ranura que se extienda aproximadamente un metro más allá del extremo axial del embobinado de la bobina (por ejemplo, más allá de cada extremo del embobinado) produce un momento más adecuado para un sistema de supervisión permanente. Además, se ha determinado que tales ranuras permiten el uso de frecuencias tan altas como 10,000 Hz con solamente una atenuación modesta. Esta determinación permite el uso de sondeo de inducción de resolución alta "estándar" en presencia del revestimiento.

Los datos experimentales fueron obtenidos examinando los campos producidos por un solenoide sobre un revestimiento de acero típico, como el mostrado en la figura 5. El solenoide consistía de 100 vueltas de devanado sobre el revestimiento de acero 80 o sobre una tubería de plástico 82 del mismo radio. Los campos fueron medidos con un detector de campo magnético estándar 84, tal como un detector fabricado por Electromagnetic Instruments Inc. (model BF-6), y la frecuencia de la corriente en el solenoide fue variada de 1,0 Hz a 10.000 Hz con un transmisor controlable. 86. La corriente por sí misma fue medida a cada frecuencia, y el campo medido fue normalizado con respecto a la corriente medido.

Los resultados se muestran en la figura 6 como la relación del campo medido con el núcleo del revestimiento al campo medido con el núcleo del tubo de plástico. lo cual proporciona una determinación experimental directa de la permeabilidad efectiva del núcleo de revestimiento. La mejora de la magnetización del núcleo del revestimiento provocó un aumento efectivo en el momento en CD. Las corrientes inducidas provocaron una disminución del momento cuando aumentaron la frecuencia. La mejora en el campo debido a la magnetización del revestimiento es evidente para frecuencias por debajo de aproximadamente 1000 Hz.

Las mediciones fueron realizadas con dos longitudes de ranura. La primera, indicada como ranura corta 94, se extendía aproximadamente 2 diámetros del revestimiento pasando el extremo del embobinado y la segunda "ranura larga" 92, que se extendía 7 diámetros del revestimiento. La atenuación para el revestimiento sin ranura caía por debajo de pocos cientos de Hz como se predijo por inducción teórica. Arriba de unos cientos Hz, la corriente es confinada a la sección

externa del revestimiento por efectos de profundidad y la magnitud de la contracorriente se reduce. Las ranuras interrumpen claramente la atenuación de corriente de inducción esencialmente independiente del largo de la ranura hasta cerca de 300 Hz, por arriba de este valor la ranura larga es más eficiente que la corta. A la máxima frecuencia de interés para la representación del yacimiento, aproximadamente 500 Hz, el campo solamente es atenuado por a lo sumo un factor de 3,5 para la ranura corta en comparación con el factor de 10 para el revestimiento sin ranura.

La concentración del campo magnético es proporcional al momento M del transmisor, el cual es dado por

$$M = k_m \mu_0 NIA \quad (19)$$

donde μ_0 es la permeabilidad magnética del espacio libre, k_m es la permeabilidad relativa, A es el área de sección transversal del solenoide, I es la corriente, N es el número de vueltas del cable usando en el solenoide. En espacio libre a una distancia r alejándose en una dirección perpendicular al eje del solenoide, el campo magnético producido B_{0z} (tesla, T) es dado por

$$B_{0z} = \left(\frac{\mu_0}{4\pi} \right) \left(\frac{m^2 IN}{r^3} \right) \quad (20)$$

donde a es el radio del solenoide.

En unidades prácticas de nano Teslas (nT, 10^{-9} T), el campo a una separación r

$$B_{0z} = \frac{100 NIA}{r^3} \quad (21)$$

Como al corriente del transmisor varía sinusoidalmente con una frecuencia de f Hz, los campos magnéticos cambiantes asociados inducen corrientes en la formación conductora y en cualquier conductor cercano tal como la línea de perforación o revestimiento. Estas corrientes disipan la energía, y los campos magnéticos son atenuados arriba de la atenuación CD. Fundamentalmente, la atenuación total siempre debe aumenatar cuando la frecuencia del transmisor aumenta. La amplitud de los campos magnéticos producida dentro de la formación, incluyendo a lo largo de la perforación, en puntos distantes del transmisor puede ser calculada como una función de la resistividad y frecuencia de la formación. Anticipando que relaciones pueden existir entre la

frecuencia y el rango, se han calculado respuestas para varias frecuencias entre 30 Hz y 1000 Hz.

Estas gráficas de respuesta se representan en las figuras 7a-7d.

La fuerza del campo en nT es para un momento unitario en el transmisor. Usando los gráficos mostrados en las figuras 7a-7d, es un ejercicio directo desarrollar un diseño general de un sistema realizable. El análisis que se presenta a continuación es una configuración típica y no está destinada a limitar el alcance de la invención. El análisis está destinado a aclarar los conceptos presentados aquí y proporcionar un ejemplo de aplicaciones prácticas de la invención. El diseño del sistema para el rango máximo para frecuencias de interés ahora depende de la sensibilidad máxima lograda en los receptores y el momento máximo práctico en el transmisor. Primero consideramos el receptor.

El receptor, de acuerdo con la presente configuración, incluye una bobina de solenoide de múltiples vueltas que rodea el revestimiento. La mejora del campo recibido debido a la magnetización y al atenuación del campo debido a las corrientes de inducción formadas afectan el receptor en forma similar al transmisor. El receptor actúa como un solenoide con permeabilidad magnética efectiva como se muestra en la figura 5. A partir de la ley de Farady, el voltaje a través de los terminales del solenoide en el campo axial de B Telsa puede ser determinado por la expresión:

Para la aplicación práctica de la invención, una configuración puede tener un servicio de configuración de cable relativamente sencilla con cualquier cantidad de transmisores y receptores por medio del uso de "relevadores inteligentes" en cada solenoide. La electrónica asociada con cada solenoide tiene dirección seleccionada. Una línea de control de dos cables envía señales codificada que activan interruptores activos y electrónica a un solenoide deseado, abre otros circuitos en la matriz. La energía es transportada en una línea de calibre grueso, la tierra y la vía de retorno siendo provistos por el mismo revestimiento.

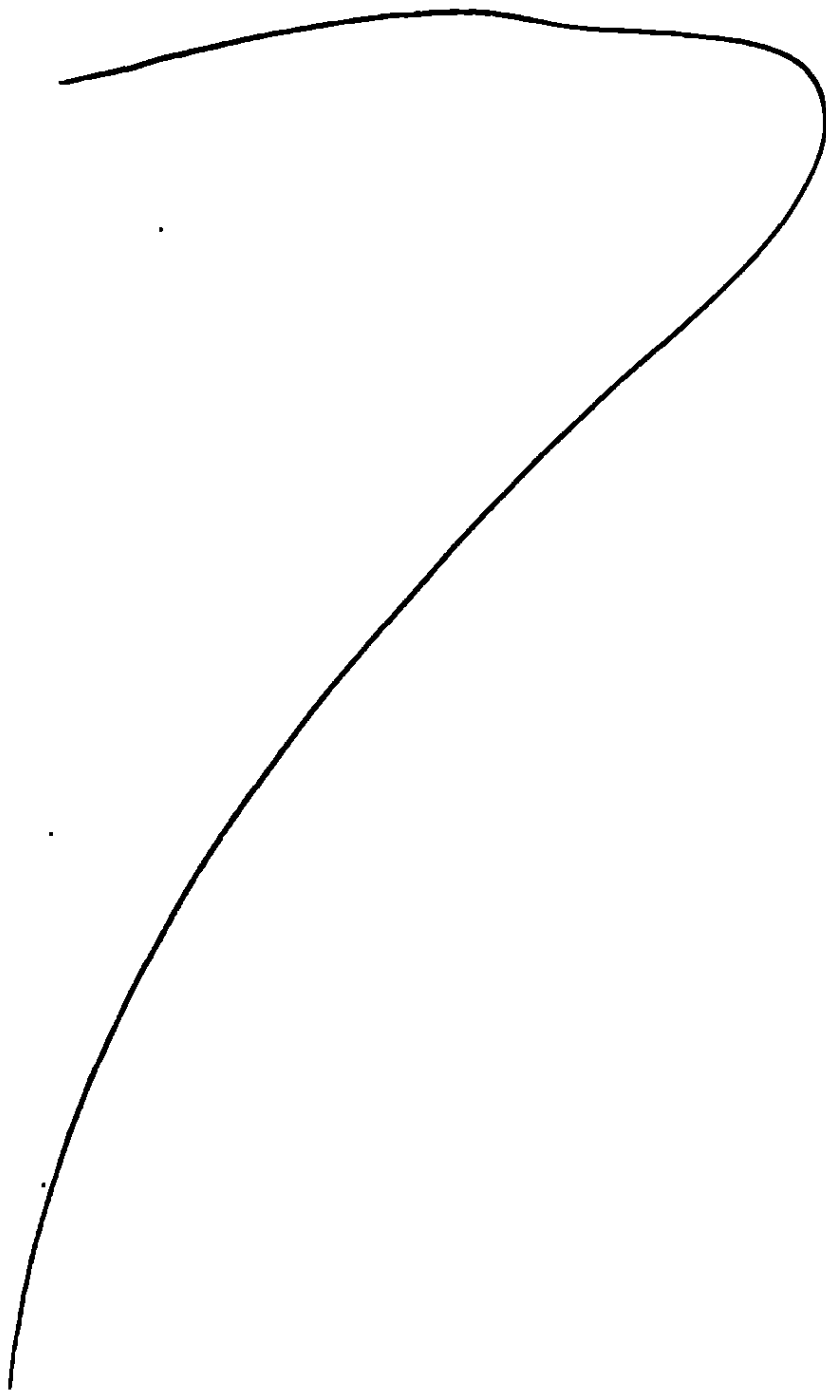
Para un transmisor, la línea de control selecciona el transmisor deseado (ubicado en la dirección de la corriente), con lo cual conectando la potencia a la electrónica del transmisor y posteriormente suministrando la frecuencia y el tiempo para controlar el transmisor por la duración de la medición. Un segundo par de cables llevan una medición de la corriente real en el

transmisor a la superficie.

Para el receptor, el primer par de líneas de control selecciona la unidad deseada y conecta la energía a su electrónica y el segundo par lleva la salida medida del solenoide a la superficie. Tal sistema permanentemente instalado debería ser simple y resistente.

Otros esquemas de conexión son conocidos en el arte y pueden ser usados con la invención. La forma de conexión del equipo para el fondo del pozo y el equipo de superficie no está destinado a limitar el alcance de la invención.

Aunque la invención ha sido descrita con respecto a un número limitado de configuraciones, aquellos expertos en el arte, que se han beneficiado de esta revelación, apreciarán que otras configuraciones pueden ser consideradas las cuales no se apartan del alcance de la invención como se revela aquí. Por consiguiente, el alcance de la invención debe quedar limitado solamente por las reivindicaciones anexas.



Reivindicaciones:

1. Un método para la determinación de características de formaciones geológicas entre perforaciones, el método comprendiendo:
la activación de al menos un transmisor para generar un primer campo magnético el al menos un transmisor dispuesto alrededor de una superficie externa de un forro protector conductor a una profundidad seleccionada en una primera perforación;
la detección de un campo magnético de la formación inducido por el primer campo magnético con al menos un receptor dispuesto alrededor de una superficie externa de un forro protector conductor a una profundidad seleccionada en una segunda perforación; y
la determinación de una característica de la formación geológica a partir de la campo magnético de la formación detectado.
2. El método de la Reivindicación 1, en donde el primer campo magnético comprende un campo magnético variable con el tiempo.
3. El método de la Reivindicación 1, en donde la característica comprende una resistividad de la formación geológica.
4. El método de la Reivindicación 1, en donde la detección comprende el promediado de una señal durante un tiempo seleccionado de tal manera que aumente la relación de señal a ruido del campo magnético de la formación detectado.
5. El método de la Reivindicación 4, que además comprende la reducción de la potencia usada para generar el primer campo magnético.
6. El método de la Reivindicación 1, en donde los forros protectores conductores dispuestos en la primera y segunda perforaciones comprenden ranuras próximas al menos a uno, de al menos un, transmisor y al menos a un receptor.
7. Un método para la determinación de las características de las formaciones geológicas entre perforaciones, el método comprendiendo:
la activación de una primera pluralidad de transmisores espaciados axialmente para generar un primer campo magnético la pluralidad de transmisores dispuestos alrededor de una superficie externa de un forro protector conductor a profundidades seleccionadas en una primera

no en la
actua
una

Alm
en la

exp.
ape.

perforación;

la detección de un primer campo magnético de la formación inducido por el primer campo magnético con uno primero de una pluralidad de receptores espaciados axialmente, la pluralidad de receptores dispuestos alrededor de una superficie externa de un forro protector conductor a profundidades seleccionadas en una segunda perforación;

la detección del primer campo magnético de la formación inducido por el primer campo magnético con una segunda pluralidad de receptores; y

el cálculo de una primera relación de amplitud de los primero campos magnéticos de formación detectados por la primera y segunda pluralidad de receptores.

8. El método de la Reivindicación 7, que además comprende:

la activación de una segunda pluralidad de transmisores para generar un segundo campo magnético;

la detección de un segundo campo magnético de formación inducido por el segundo campo magnético con la primera pluralidad de receptores;

la detección de un segundo campo magnético de formación inducido por el segundo campo magnético con la segunda pluralidad de receptores;

el cálculo de una segunda relación de amplitud a partir de los segundo campos magnéticos de formación detectados por la primera y segunda pluralidad de receptores;

el cálculo de una tercera relación de amplitud a partir de la primera relación de amplitud y la segunda relación de amplitud; y

la determinación de una característica de la formación geológica a partir de la tercera relación de amplitud.

9. El método de la Reivindicación 7, ^{C?} en donde el primer campo magnético comprende campos magnéticos que varían con el tiempo. X

10. El método de la Reivindicación 7, que comprende la repetición de la activación y detección de pluralidades diferentes seleccionadas entre pluralidad de receptores y pluralidad de transmisores, y la repetición del cálculo para determinar las características de las formaciones geológicas a una pluralidad de profundidades. ?

11. El método de la Reivindicación 8, en donde la característica comprende una resistividad de la formación geológica.

12. El método de la Reivindicación 7, en donde el forro protector conductor dispuesto en la primera perforación comprende ranuras próximas a cada uno de la pluralidad de transmisores.

13. El método de la Reivindicación 7, en donde el forro protector conductor dispuesto en la segunda perforación comprende ranuras próximas a cada uno de la pluralidad de receptores.

14. El método de la Reivindicación 7, en donde la pluralidad de receptores y/o receptores comprenden bobinas de solenoides en el exterior del forro protector conductor respectivo.

15. El método de la Reivindicación 7, en donde la detección comprende el promediado de la señal durante un tiempo seleccionado de tal manera que aumente la relación de señal a ruido del campo magnético de la formación detectado.

16. El método de la Reivindicación 15, que además comprende la reducción de la potencia usada para generar el primer campo magnético.

17. El método de la Reivindicación 8, en donde la detección comprende el promediado de la señal durante un tiempo seleccionado de tal manera que aumente la relación de señal a ruido del campo magnético de la formación detectado.

18. Un método para la determinación de características de formaciones geológicas entre perforaciones, el método comprendiendo:

la activación de un primer transmisor a una primera profundidad para generar un primer campo magnético, el primer transmisor dispuesto sobre una herramienta de perforación dispuesta a una profundidad seleccionada en una primera perforación;

la detección de un primer campo magnético de formación inducido por el primer campo magnético con un primero de una pluralidad de receptores espaciados axialmente, la pluralidad de receptores dispuestos alrededor de una superficie externa de un forro protector conductor a profundidades seleccionadas en una segunda perforación;

la detección de la primer campo magnético de formación inducida por el primer campo magnético con un segundo de la pluralidad de receptores; y

el cálculo de una primera relación de amplitud a partir de los primero campos magnéticos de

formación detectados por la primera y segunda de las pluralidad de receptores.

19. El método de la Reivindicación 18, que además comprende:

la activación del primer transmisor a una segunda profundidad seleccionada para generar un segundo campo magnético;

la detección de un segundo campo magnético de formación inducido por el segundo campo magnético con el primero de la pluralidad de receptores;

la detección del segundo campo magnético de formación inducido por el segundo campo magnético con el segundo de la pluralidad de receptores;

el cálculo de una segunda relación de amplitud de los segundo campos magnéticos de formación detectados por el primer y segundo de la pluralidad de receptores;

el cálculo de una tercera relación de amplitud a partir de la primera relación de amplitud y la segunda relación de amplitud; y

la determinación de una característica de la formación geológica a partir de la tercera relación de amplitud.

20. El método de la Reivindicación 19, en donde la característica comprende una resistividad de una formación geológica.

21. El método de la Reivindicación 18, en donde la pluralidad de receptores comprende solenoides devanados sobre la superficie externa del forro protector conductor.

22. Un método para la telemetría de datos entre perforaciones, el método comprende:

la activación de un primer transmisor para generar un primer campo magnético, el primer transmisor dispuesto sobre una herramienta de perforación dispuesta en una primera perforación;

la detección de un campo magnético de la formación inducido por el primer campo magnético con al menos un receptor, el al menos un receptor dispuesto alrededor de una superficie externa de un forro protector conductor a una profundidad seleccionada en una segunda perforación; y

la determinación de una característica de la herramienta de perforación a partir del campo magnético de la formación detectado.

23. El método de la Reivindicación 22, en donde en donde la primera perforación comprende un revestimiento conductor.

24. Un sistema para la determinación de características de formaciones geológicas entre perforaciones protegidas con conducción, que comprende: ~~car-~~

al menos dos transmisores electromagnéticos espaciados axialmente posicionados a profundidades seleccionadas en una primera perforación y dispuestos alrededor de una superficie externa de un forro protector conductor;

al menos dos receptores electromagnético espaciados axialmente están posicionados a profundidades seleccionadas en una segunda perforación y dispuestos alrededor de una superficie externa de un forro protector conductor; y

al menos una estación de control de superficie es acoplada en forma operativa a los, al menos dos, transmisores y a los, al menos dos, receptores, y dicha, al menos una, estación de control de superficie está adaptada para activar selectivamente cada uno de los, al menos dos, receptores electromagnéticos para detectar los campos magnéticos de la formación inducidos por los primeros campos magnéticos.

25. El sistema de la Reivindicación 24, en donde el forro protector conductor dispuesto en la primera perforación comprende ranuras cerca de cada uno de los al menos dos transmisores electromagnéticos.

26. El sistema de la Reivindicación 24, en donde el forro protector conductor dispuesto en la segunda perforación comprende ranuras cerca de cada uno de los al menos dos receptores electromagnéticos.

27. El sistema de la Reivindicación 24, que además comprende medios para el cálculo de una relación de amplitud a partir de los campos magnéticos de la formación detectados por al menos dos receptores electromagnéticos.

28. El sistema de la Reivindicación 27, que además comprende la demm de una característica de la formación geológica a partir de la relación de amplitud calculada.

29. El sistema de la Reivindicación 24, en donde al menos dos transmisores y/o receptores electromagnéticos comprenden solenoides embobinados en el exterior del forro protector conductor respectivo.

30. Un sistema para la determinación de las características de formaciones geológicas entre

perforaciones protegidas con conducción, ²⁷ que comprende:

una pluralidad de transmisores electromagnéticos espaciados axialmente dispuestos alrededor de una superficie externa de un protector conductor a profundidades seleccionadas en un primer perforación, y la pluralidad de transmisores electromagnéticos está adaptada para generar los primeros campos magnéticos;

una pluralidad de receptores electromagnéticos axialmente espaciados está dispuesta alrededor de una superficie externa de un forro protector conductor está adaptada para detectar campos magnéticos de la formación inducidos por los primeros campos magnéticos;

medios para el cálculo de una relación de amplitud a partir de los campos magnéticos detectados de la formación; y

medios para la determinación de una característica de la formación geológica a partir de la relación de amplitud.

31. El sistema de la Reivindicación 30, en donde los medios para el cálculo de una relación de amplitud están adaptados para detectar campos magnéticos de la formación según diferentes receptores de la pluralidad de receptores, en donde los campos magnéticos de la formación detectados son inducidos por los primeros campos magnéticos generados por diferentes transmisores de la pluralidad de transmisores, los medios de cálculo además adaptados para calcular la relación de amplitud para determinar las características de las formaciones geológicas a una pluralidad de profundidades seleccionando la operación de los apropiados de los transmisores y receptores.

32. El sistema de la Reivindicación 30, en donde la característica comprende una resistividad de la formación geológica.

33. El sistema de la Reivindicación 30, en donde la pluralidad de transmisores y/o receptores comprende solenoides embobinados en el exterior del forro protector conductor respectivo.

34. El sistema de la Reivindicación 30, en donde al menos un sistema de control desde la superficie acoplado a la pluralidad de receptores está adaptado para promediar la señal durante un tiempo seleccionado de tal manera de aumentar la relación señal a ruido de los campos magnéticos detectados de la formación.



35. Un sistema para la determinación de características de las formaciones geológicas próximas a una perforación revestida con capacidad conductora, que comprende:

una pluralidad de transmisores electromagnéticos espaciados axialmente dispuestos alrededor de una superficie externa de un protector conductor a profundidades seleccionadas en una perforación, la pluralidad de transmisores electromagnéticos está adaptada para generar los primeros campos magnéticos;

una pluralidad de receptores electromagnéticos axialmente espaciados está dispuesta alrededor de una superficie externa de un forro protector conductor a profundidades seleccionadas en la perforación, la pluralidad de receptores electromagnéticos adaptada para detectar campos magnéticos de la formación inducidos por los primeros campos magnéticos;

medios para el cálculo de una relación de amplitud a partir de los campos magnéticos detectados de la formación, y

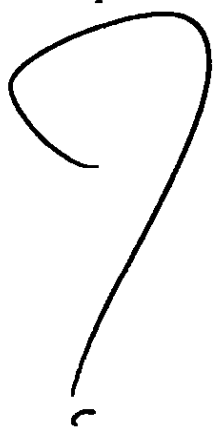
medios para la determinación de una característica de la formación geológica a partir de la relación de amplitud.

36. El sistema de la Reivindicación 35, en donde los medios para el cálculo de una relación de amplitud están adaptados para detectar campos magnéticos de la formación según diferentes receptores de la pluralidad de receptores, en donde los campos magnéticos de la formación detectados son inducidos por los primeros campos magnéticos generados por diferentes transmisores de la pluralidad de transmisores, los medios de cálculo además adaptados para calcular la relación de amplitud para determinar las características de las formaciones geológicas a una pluralidad de profundidades seleccionando la operación de los apropiados de los transmisores y receptores.

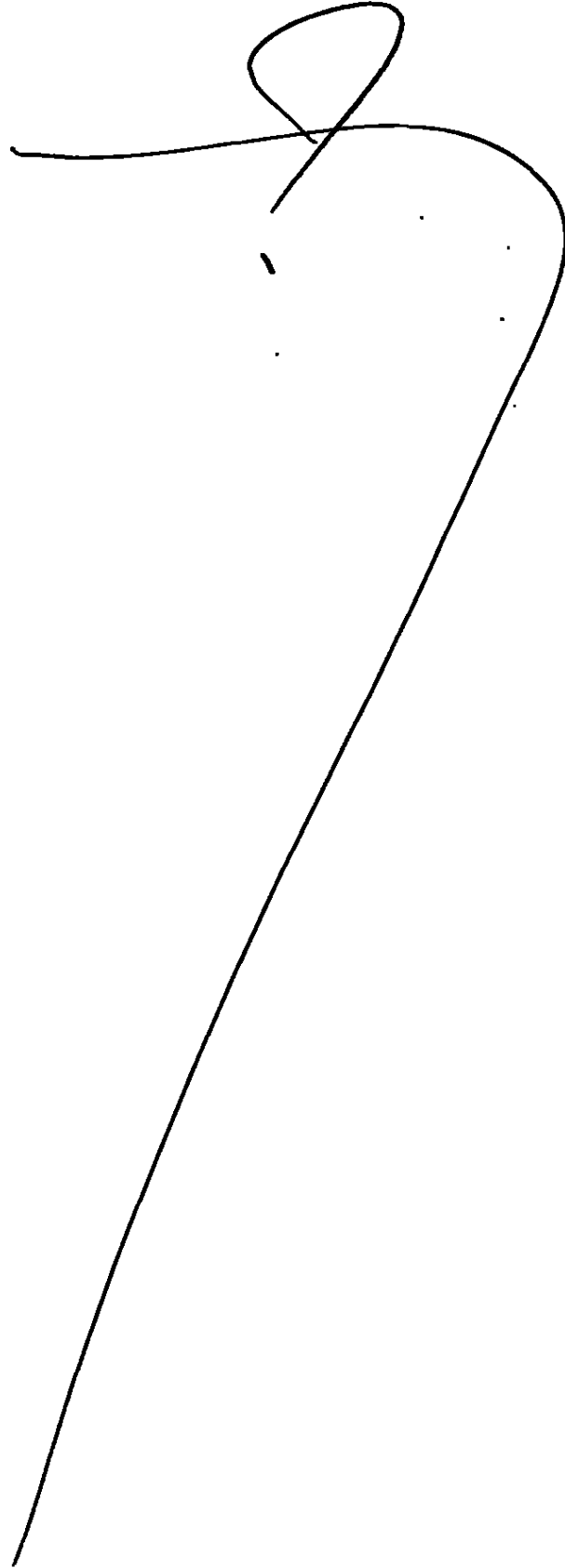
37. El sistema de la Reivindicación 35, en donde la característica comprende una resistividad o conductividad de la formación geológica.

38. El sistema de la Reivindicación 35, en donde la pluralidad de transmisores y/o receptores comprende solenoides embobinados en el exterior del forro protector conductor respectivo.

39. El sistema de la Reivindicación 35, en donde al menos un sistema de control desde la superficie acoplado a la pluralidad de receptores está adaptado para promediar la señal



durante un tiempo seleccionado de tal manera de aumentar la relación señal a ruido de los campos magnéticos detectados de la formación.



Sistemas y métodos para la determinación de características de formaciones geológicas entre perforaciones protegidas con capacidad conductora. Al menos un transmisor está dispuesto axialmente a una profundidad seleccionada en una primera perforación y está unida a una superficie externa de un forro protector conductor. Al menos un receptor está dispuesto axialmente a una profundidad seleccionada en una segunda perforación y está conectad a una superficie externa de un forro protector conductor. Tanto el transmisor como el receptor están conectados a una estación de control en la superficie. El transmisor genera un primer campo magnético, y un campo magnético de la formación inducido por el primer campo magnético es detectado por el receptor. El campo magnético de la formación detectado es usado para determinar las características de las formaciones geológicas.

FIGURA 2

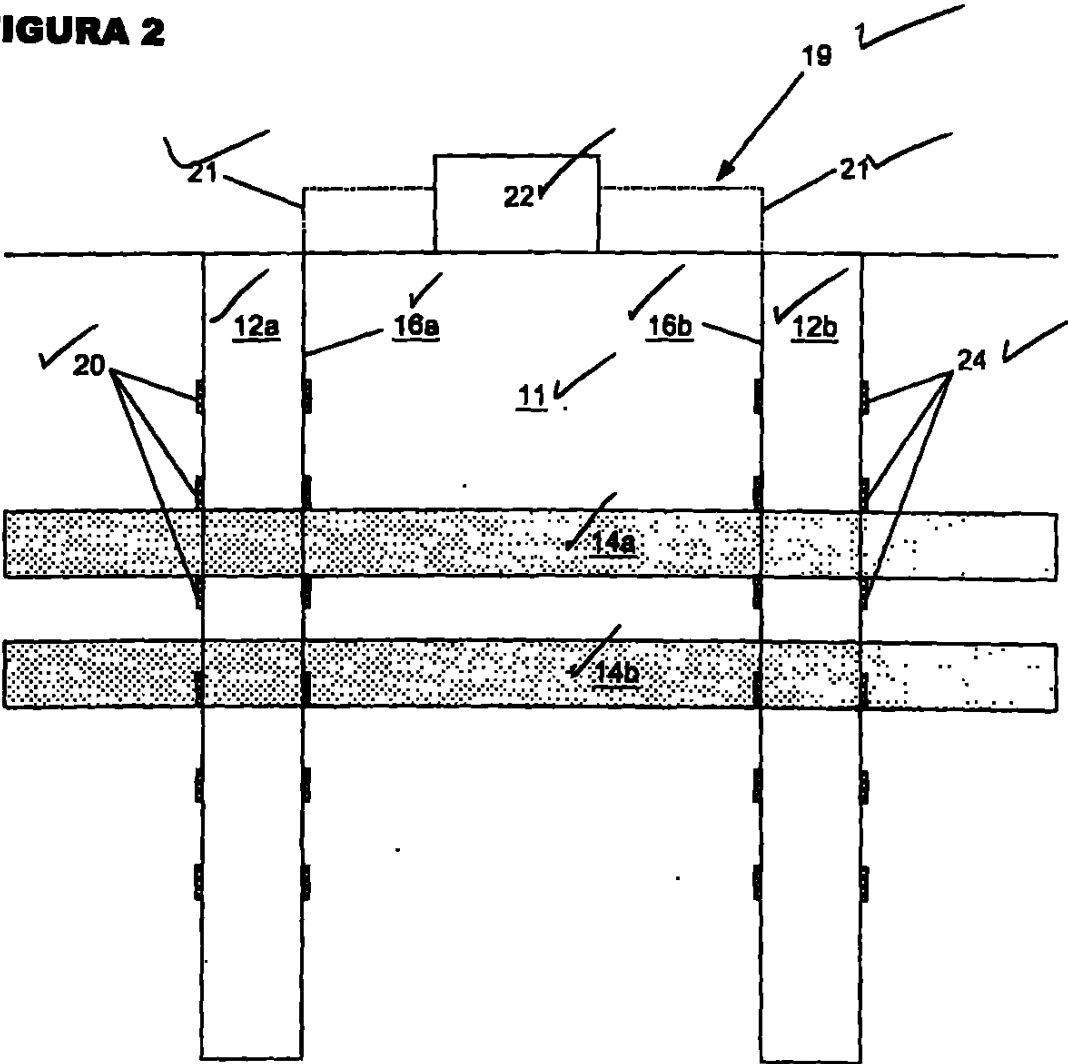
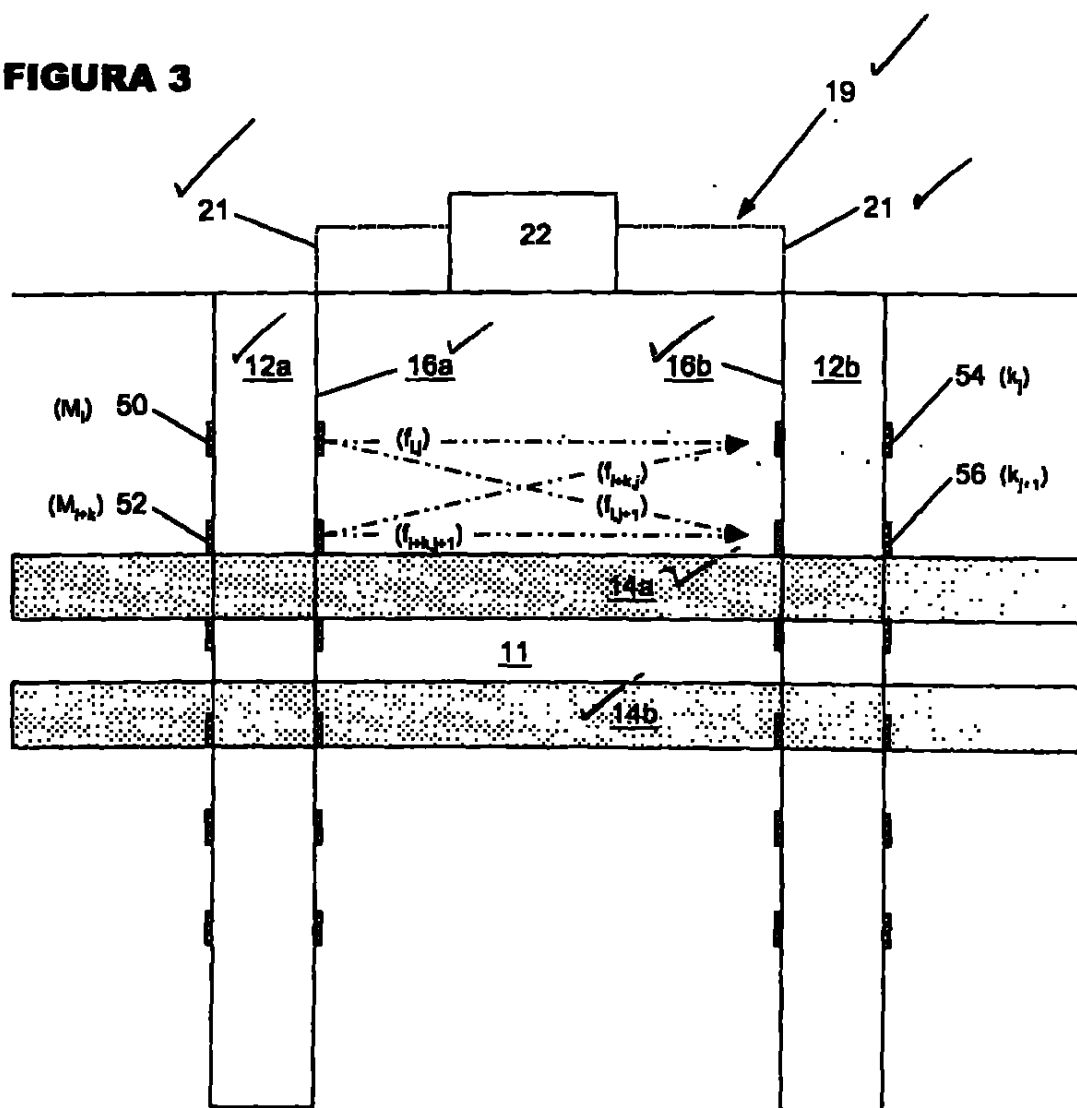
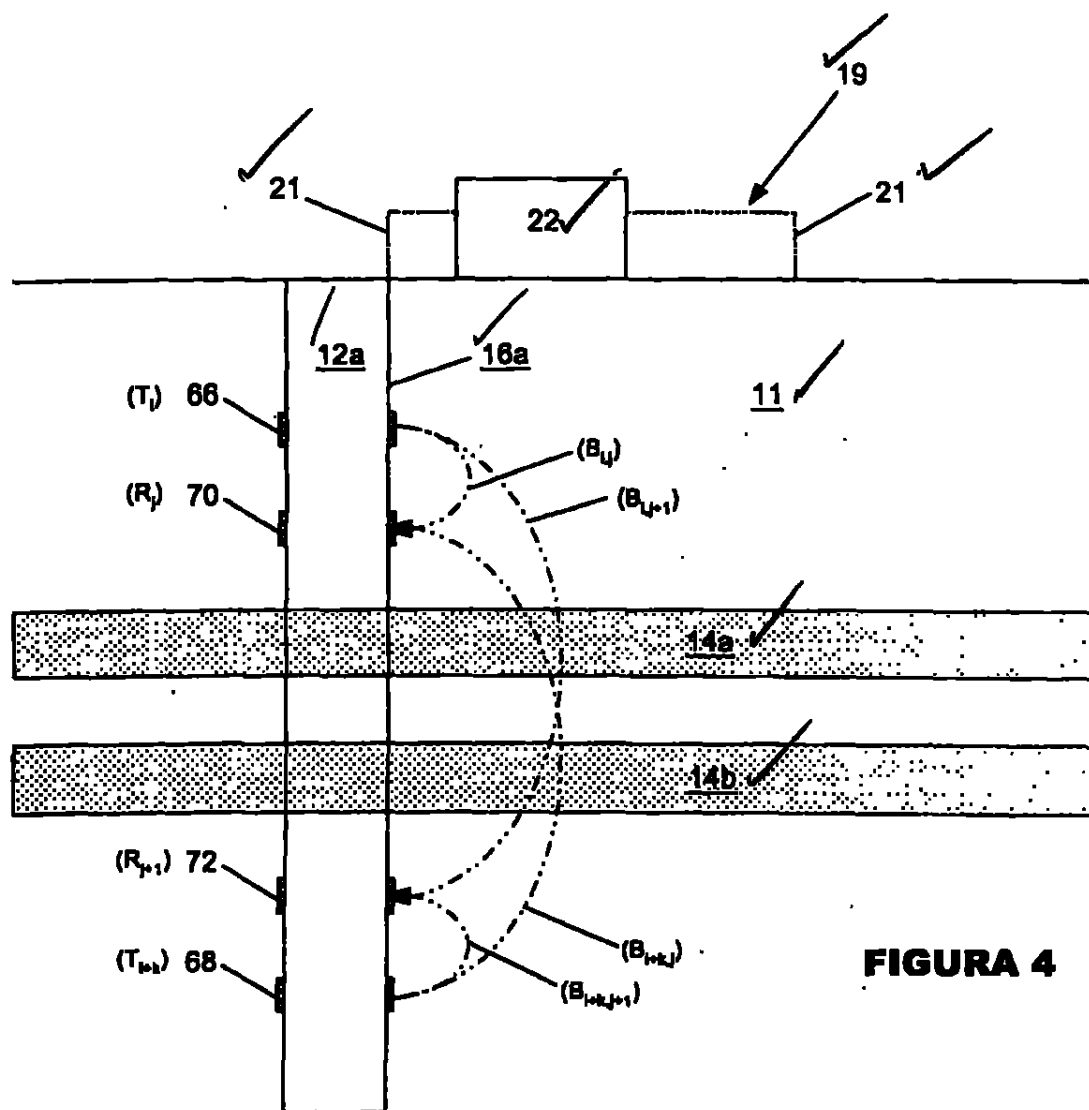


FIGURA 3





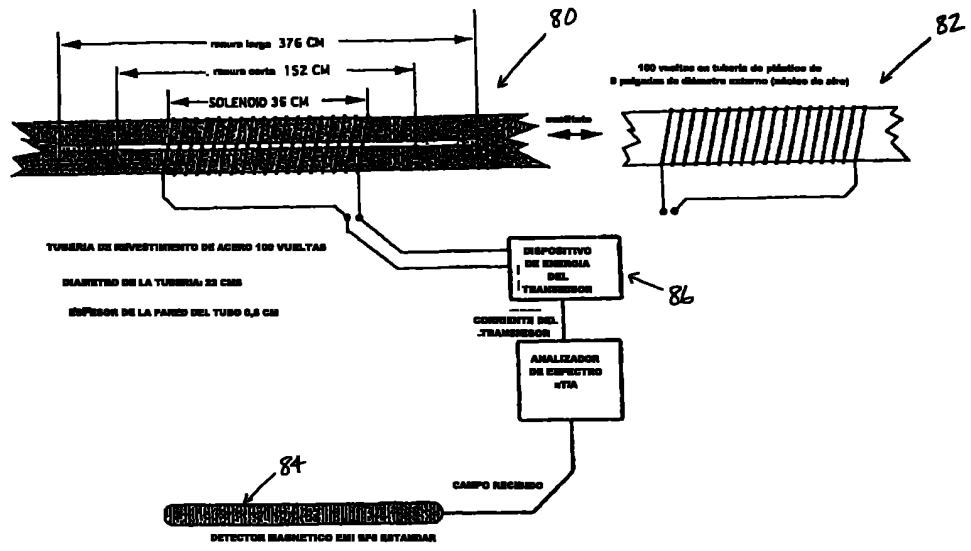
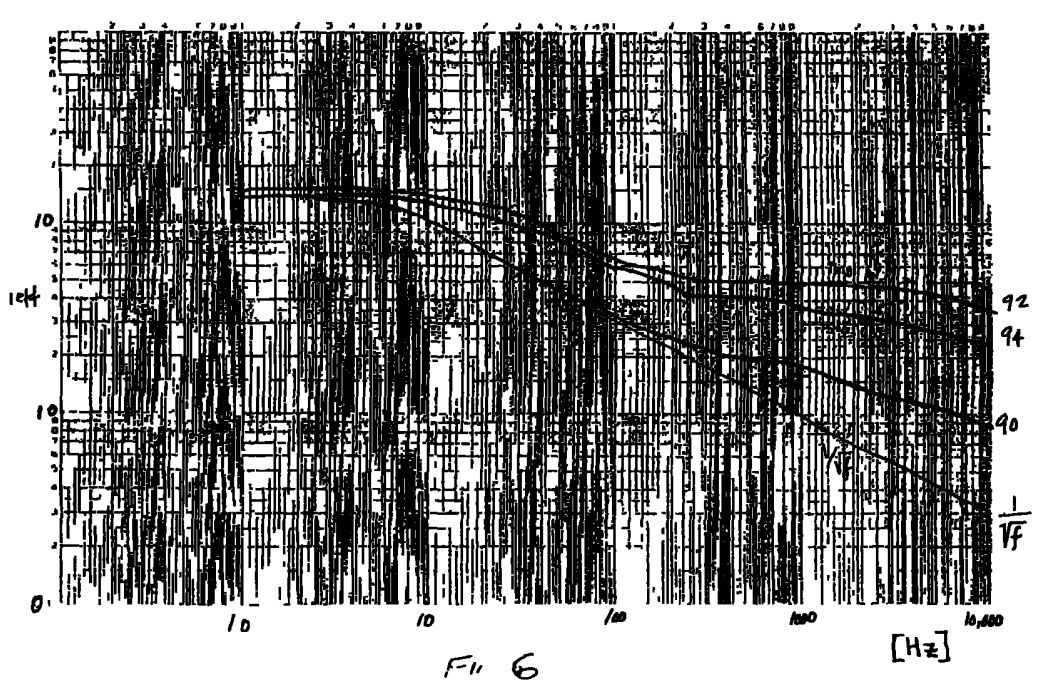


FIGURA 5

14



41

41

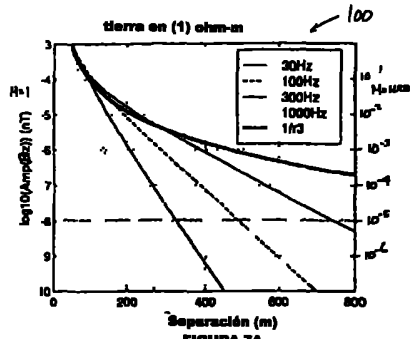


FIGURA 7A

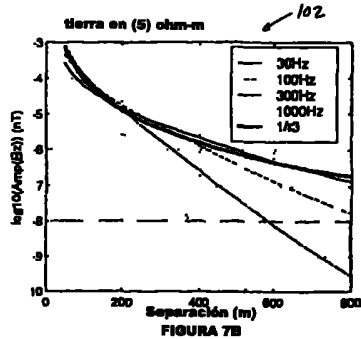


FIGURA 7B

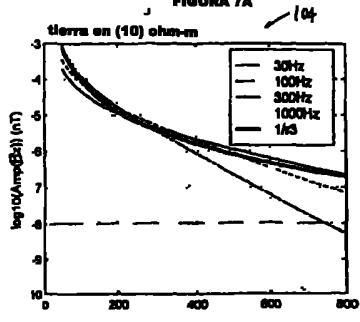


FIGURA 7C

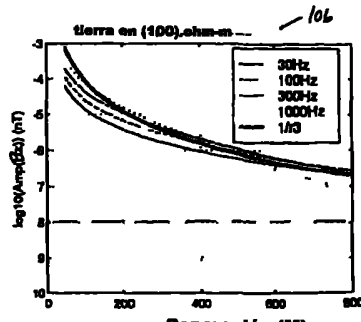


FIGURA 7D

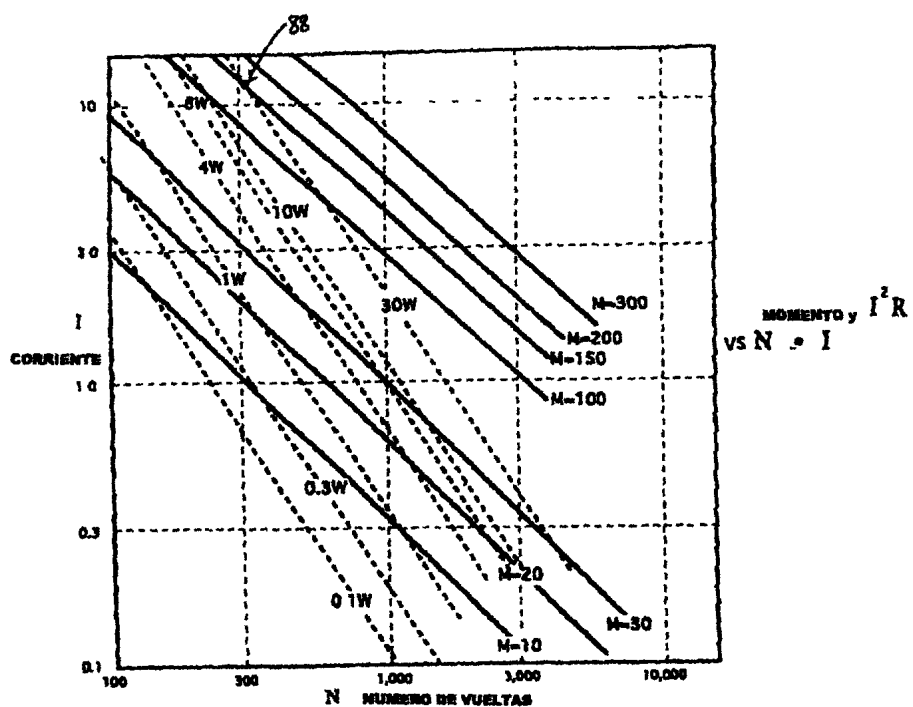


FIGURA 8

REQUISITOS MINIMOS PARA ADMISION A TRAMITE

PATENTE DE INVENCION ☒

MODELO DE UTILIDAD ☐

- Indicación de que se solicita la concesión de una patente ☐
- Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud ☒
- Descripción de la invención ☐
- Dibujos de ser estos pertinentes ☐
- Comprobante de Pago de las tasas establecidas ☐

COMPLETA ☐

INCOMPLETA ☐

DISEÑO INDUSTRIAL ☐

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

COMPLETA ☐

INCOMPLETA ☐

ESQUEMA DE TRAZADO ☐

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

COMPLETA ☐

INCOMPLETA ☐

Firma/Responsable

Fec:
 Radicación: 0125358
 Fecha (FOL): 2001-04-25 14:30:51
 Trámite: 02 PATENTES E INVENTOS 411 PRESENTE
 Dependencia: 2522 DIVERSOS DE LEYES (EJECUCION)

Carrera 13 No. 27-00 Piso 5 y 10
 Conmutador: 334 12 21-2-3-4
 Fax: 281 31 25 e-mail: info@dic.gov.co
 Santa Fe de Bogotá D.C. - Colombia



Industria y Comercio
SUPERINTENDENCIA

2020
Bogotá, D.C.

44
47

Doctor
GERMAN CASTILLO GRAU

REFERENCIA:	Radicación No.	01-33358
	Trámite	002
	Evento	001
	Actuación	430
	Oficio No.	1689
	Folios	001

Como resultado del examen de forma, realizado con fundamento en el artículo 38 de la Decisión 486 de la Comisión de la Comunidad Andina, se le comunica que:

- Debe allegar el poder otorgado al abogado que aparece en la solicitud como apoderado, con el lleno de los requisitos exigidos en el Código de Procedimiento Civil. Adicionalmente, deberá presentar el documento que acredite la existencia y representación legal de la sociedad solicitante.
- Debe indicarse el lugar de constitución de la sociedad solicitante (Art. 27-c, D 486/00).
- Debe allegar copia del documento en que consta la cesión del derecho a la patente otorgado por el inventor al solicitante o a su causante (art. 28-k, Dec 486/2000).
- El interesado debe informar la dirección del solicitante, debido a que en el petitorio no aparece la misma. (Art. 27-b, D 486/00).

En cumplimiento del artículo 39 de la Decisión 486 de la Comisión de la Comunidad Andina, se le requiere para que dentro del término de dos (2) meses siguientes a la fecha de notificación del presente oficio, complete los requisitos anteriormente enunciados. En caso de no dar cumplimiento al presente requerimiento, la solicitud se considerará abandonada y perderá su prelación.

Notifíquese el presente oficio conforme a lo dispuesto en el artículo 8 de la Resolución Reglamentaria No. 210 del 15 de enero del 2001.

ALIX CARMENZA GÉSPEDES DE VERGEL
Jefe de la División de Nuevas Creaciones

31 MAYO 2001

El anterior requerimiento fue notificado por fijación en lista de fecha _____.

Se recuerda al interesado que debe presentar, dentro de los dieciséis meses siguientes contados a partir de la fecha de presentación de la solicitud cuya prioridad se invoca, copia de la misma certificada por la autoridad que la expidió y, en los casos en que haya lugar, la traducción simple del capítulo reivindicatorio. El incumplimiento de este plazo, acarreará la pérdida de la prioridad invocada.

202027/202022

Carrera 13 No. 27-00 Pisos 5, 7 y 10

Conmutador: 382 0840

Fax: 382 2695

E-mail: Info@slc.gov.co

Bogotá, D.C., Colombia