

18 de marzo de 2016

SEÑORES

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

DIRECCION DE NUEVAS CREACIONES

1
SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 15-301098-00003-0000

Fecha: 2016-03-18 16:20:20 Dep. 2020 DIR.NUEVASCF
Tra. 2 PATENTES Eve: 1 REGDEPOSITO
Act. 444 RESPUESTAREQUE Folios: 15

Hm

REFERENCIA: SOLICITUD PATENTE DE INVENCION NUMERO 15- 301098, RESPUESTA OFICIO 178.

En atención al Oficio 178 notificado por fijación en lista el día 26 de enero de 2016, me permito dar respuesta a los requerimientos del asunto de referencia, para lo cual adjunto un documento en medio físico de 14 folios.

De igual forma respecto al punto 1 del mismo oficio (PAGO DE TASAS), me permito comunicar que el capítulo ha sido modificado y reducido a 10 reivindicaciones.

Muchas gracias por su atención.

MARIO FERNANDO ZAMORA SANTACRUZ

SOLICITANTE

TITULO: Método y aparato para la caracterización desde superficie de secciones litológicas y depósitos de hidrocarburos en el subsuelo.

DESCRIPCIÓN

Sector Tecnológico. Esta invención está relacionada a un nuevo método y aparato para la prospección y caracterización del subsuelo mediante el registro y procesamiento de señales electromagnéticas. Este método tiene especial aplicación en las etapas de exploración previas a la extracción de recursos no renovables en el subsuelo.

Tecnología anterior. Durante las últimas décadas la exploración y prospección de recursos en el subsuelo se ha llevado a cabo usando técnicas convencionales que permiten obtener información litológica de una región en particular. El proceso exploratorio tradicional integra métodos sísmicos, perforaciones exploratorias, extracción de muestras y perfilaje de pozos, contribuyendo así al conocimiento del subsuelo pero que de una u otra forma requieren de una intervención y afectación local o regional en la zona de interés.

Las metodologías actuales se encuentran limitadas a la perforación o extracción de muestras para la caracterización de litologías o localización de depósitos de hidrocarburos incrementando los costos operativos. Como mediciones directas para la caracterización de la litología generalmente se emplea el registro de lodos (US2400046 A), el cual consiste en la creación de un registro mediante el análisis de los recortes de roca transportados por el sistema de circulación en el proceso de perforación, proporcionando información analítica puntual de la geología y de las formaciones perforadas pero con alta susceptibilidad a errores.

Como mediciones indirectas para caracterización litológica se tienen los métodos sísmicos, electromagnéticos y los registros en pozos, los métodos sísmicos como ya es conocido, se fundamentan en el comportamiento de ondas sonoras en un medio determinado, esto es posible gracias a la generación y transmisión artificial de ondas hacia el subsuelo que eventualmente son registradas en superficie a su retorno, el procesamiento y análisis de estas ondas permite una identificación de las capas litológicas al interior de la tierra en función de la densidad de las rocas que componen cada sección.

Por otra parte, los registros en pozo Rayos Gamma, potencial espontáneo, neutrón, Resistividad, entre otros permiten medir características específicas de una roca o fluido y elaborar modelos litológicos partiendo de esta información, que al ser integrada con otros resultados permite entender a nivel local y regional la configuración y distribución de secciones con características similares, pero con la limitante de requerir la perforación de un pozo para su implementación lo cual acarrea costos adicionales a los contemplados en el plan exploratorio y/o de desarrollo.

La presente invención permite la identificación de los elementos que componen el subsuelo a partir de su firma espectral, sin embargo los sensores no requieren contacto directo con la roca o el fluido de interés lo que permite realizar el registro de información desde superficie evitando la perforación de un pozo o la extracción de muestras del área de interés.

Descripción De La Invención

Los métodos indirectos como la sísmica, polarización inducida, geo eléctrica, entre otros no permiten la identificación y caracterización detallada del subsuelo, adicionalmente requieren grandes fuentes de energía proporcionales a la profundidad de evaluación y que en muchos casos dadas las condiciones del área de evaluación resulta difícil de obtener, por otro lado el registro y caracterización en pozo implica la intervención y afectación directa del subsuelo además de montajes sofisticados para transportar los sensores hasta la sección de interés, incrementando los costos y el riesgo en la perforación a medida en que la profundidad aumenta.

La presente invención permite la identificación directa de elementos y/o compuestos a través de su firma espectral, para lo cual proporciona un método y aparato para el registro y evaluación de ondas electromagnéticas emitidas en estado natural por los átomos y moléculas que componen el subsuelo sin requerir la perforación de pozos ni extracción de muestras, permitiendo así la caracterización desde superficie de secciones litológicas a través de la determinación y comparación de patrones asociados a la longitud de onda y frecuencia de las señales electromagnéticas registradas.

El aparato propuesto registra en superficie señales electromagnéticas con frecuencia y longitud de onda específicas y se diferencia de los sensores convencionales debido a que no requiere contacto directo con la roca o los fluidos a caracterizar; El aparato está compuesto por una antena unidireccional que se caracteriza por estar acoplada a un generador de pulsos electromagnéticos y a un convertidor de señal analógico/digital el cual envía la información a la unidad central de procesamiento en donde se almacena junto con la coordenada geográfica, hora y fecha del registro.

El aparato cuenta además con una central de almacenamiento externa removible en donde los datos se archivan en formato de texto (.txt) una vez son convertidos por el procesador de señal analógico/digital; Los datos almacenados son compatibles con Microsoft Excel, software en cual se procesan usando la siguiente formula:

$$\ln(Z) = \ln\left(\frac{L}{2} - \frac{d}{2} + (-1)^k * \frac{1}{8} * \frac{S}{F} * (8 * n + 1)\right)$$

En donde (Z) es la profundidad a la que se encuentra el elemento que origina la señal, (L) la longitud de onda, (d) el diámetro de la antena, (S) la velocidad de la Luz en el Vacío, (F) la frecuencia de resonancia para la firma espectral del elemento de interés, (n) y (k) constantes de corrección.

El principio de funcionamiento del aparato se fundamenta en la ley de Planck que sugiere que todo cuerpo sin importar su composición atómica emite energía siempre y cuando su temperatura se encuentre por encima del cero absoluto (0° C) , esta ley describe la radiación electromagnética emitida por un cuerpo negro en equilibrio térmico a una temperatura definida

$$I(\nu, T) = \frac{2h\nu^3}{c^2} \frac{1}{e^{\frac{h\nu}{kT}} - 1}$$

La fórmula se usa para calcular la Radiancia espectral que es la cantidad de energía emitida por un cuerpo en función de unidades de superficie, tiempo y ángulo sólido por unidad de frecuencia. Por otro lado se llama poder emisivo de un cuerpo $E(\nu, T)$ a la cantidad de energía radiante emitida por la unidad de superficie y tiempo entre las frecuencias ν y $\nu + \delta\nu$ como se muestra a continuación:

$$E(\nu, T) = 4\pi \cdot I(\nu, T) = \frac{8\pi h\nu^3}{c^2} \frac{1}{e^{\frac{h\nu}{kT}} - 1}$$

La longitud de onda en la que se produce el máximo de emisión viene dada por la ley de Wien; por lo tanto, a medida que la temperatura aumenta, el brillo de un cuerpo va sumando longitudes de onda

entendiéndose como un incremento en la potencia de emisión de energía la cual puede ser medida gracias a la ley Stefan Boltzman que no es más que una integración de la distribución de Planck a lo largo de todo el espectro de frecuencias .

Esta ley establece que un cuerpo negro emite radiación térmica con una potencia emisiva hemisférica total (W/m^2) proporcional a la cuarta potencia de su temperatura:

$$E = \sigma \cdot T_e^4$$

Donde T_e es la temperatura efectiva, es decir, la temperatura absoluta de la superficie y sigma es la constante de Stefan-Boltzmann ($\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \frac{W}{m^2.K^4}$)

La potencia emisiva de un cuerpo negro supone un límite superior para la potencia emitida por los cuerpos reales por lo tanto la potencia emisiva superficial de una superficie real es menor que el de un cuerpo negro a la misma temperatura y está dada por:

$$E = \epsilon \cdot \sigma \cdot T_e^4$$

En donde ϵ es una propiedad radiativa de la superficie denominada emisividad con valores en el rango de $0 \leq \epsilon \leq 1$, esta propiedad es la relación entre la radiación emitida por una superficie real y la emitida por el cuerpo negro a la misma temperatura. Esto depende en gran medida del material, ángulo, longitud de onda, y la temperatura de la superficie, características propias y específicas para cada tipo de depósito en el subsuelo que son calculados a partir de cálculos teóricos.

Por ende todos los cuerpos independientemente de su localización en la superficie terrestre o en el subsuelo se encuentran en constante emisión de energía con frecuencia y longitud de onda específica.

Es así que el aparato presentado se caracteriza por la amplificación y registro de estas señales electromagnéticas naturales a través del fenómeno de resonancia, para lo cual genera y mantiene durante un tiempo determinado ondas electromagnéticas patronadas, con características espectrales iguales a las emitidas en estado natural por un elemento y/o compuesto de interés, en donde gracias al diseño de la antena del aparato, se puede regular el caudal de energía y registrar la señal consecuente de la interacción entre la onda patronada y las ondas provenientes del subsuelo.

Por otro lado el método contempla los parámetros y etapas involucrados en la adquisición así como el procesamiento de esta información electromagnética para la delimitación de áreas en función de la concentración de un elemento de interés, caracterización litológica en profundidad, y cuantificación en volumen de roca de recursos minerales y/o hidrocarbúricos

La señal registrada por el equipo es comparada automáticamente por la unidad central de procesamiento contra las librerías espectrales correspondientes al elemento de interés, en donde el incremento de la amplitud producto de la superposición de una señal electromagnética resonante confirma la presencia de un elemento emisor específico, dada la singularidad de su firma espectral, lo cual soluciona la problemática según el estado actual de la técnica, debido a que el procedimiento y aparato que constituyen la presente invención permiten la caracterización desde superficie a nivel molecular y atómico del subsuelo mediante el registro pasivo de las ondas emitidas en estado natural que al ser electromagnéticas no se ven afectadas en gran medida por el medio en el que se desplazan lo que permite alcanzar una profundidad de evaluación de 12000 m con un porcentaje de error del 5%.

Descripción de las figuras. El grupo de dibujos que se adjunta al presente documento descriptivo tiene como objetivo sin limitarse a este ilustrar y complementar la invención anteriormente descrita a fin de facilitar su comprensión:

- | | |
|-------------|---|
| La Figura 1 | • Muestra el esquema del aparato de registro, procesamiento y digitalización de señales electromagnéticas |
| La Figura 2 | • Representa un despiece en sección longitudinal del sistema de generación de ondas |
| La Figura 3 | • Muestra una vista frontal de la antena unidireccional |
| La Figura 4 | • Muestra la representación gráfica de los datos adquiridos en la etapa móvil |
| La Figura 5 | • Muestra el comportamiento en profundidad de las señales electromagnéticas |

La Figura 6

- Muestra la litología interpretada a partir de las curvas de sílice, óxido de aluminio, agua y carbonatos

Mejor manera de realizar la invención. El aparato de registro de ondas electromagnéticas como se muestra en la Figura 1, cual permite la adquisición, almacenamiento, procesamiento y digitalización de señales electromagnéticas naturales provenientes del subsuelo. El aparato de registro de ondas electromagnéticas está conformado por un sistema de generación de ondas (1), una antena unidireccional (2), un convertidor de señales analógicas a digitales (3), sistema de encendido (4), un controlador electrónico (5), un localizador GPS (6), una batería (7), un adaptador de corriente DC/DC (8), un sistema de almacenamiento externo (9), una pantalla LCD (10) y una unidad central de procesamiento (11).

El sistema de generación de ondas (1) está compuesto por tres generadores de ondas (fig. 2); un generador de ondas electromagnéticas de alta frecuencia (1) encargado de generar ondas en un rango de 120 – 400 MHz, un generador de ondas electromagnéticas de extrema baja frecuencia (2) encargado de generar ondas en un rango de 0.1 – 50 Hz y un generador de ondas electromagnéticas de radio frecuencias (3) encargado de generar ondas en un rango de 350 MHz – 1.5 GHz. Como se muestra en la figura 1, el sistema de generación de ondas (1) está conectado en serie al controlador electrónico (5) y este a su vez se encuentra acoplado a la unidad central de procesamiento (11).

La antena de recepción como se muestra en la figura 3 esta acoplada a un sensor de señales electromagnéticas (1), también como se puede apreciar en la Figura 1 la antena de recepción se encuentra conectada a través de un cable coaxial de cobre (12) al sistema de generación de ondas (1) y al convertidor de señales analógicas a digitales (3), este último a su vez se encuentra acoplado a la unidad central de procesamiento (11) por un cable de datos (12). El equipo de generación de ondas electromagnéticas (1) es alimentado por una batería (7) de doce voltios, conectada a un adaptador de corriente DC/DC (8) que alimenta la unidad central de procesamiento (11), la cual se encarga de regular y suministrar la energía a los demás componentes del equipo.

El equipo de registro de ondas electromagnéticas (Ver Figura 1) está provisto de un sistema de encendido (4) que regula y protege la unidad central de procesamiento (11) además de una pantalla LCD táctil (10) que permite el monitoreo constante de la adquisición, el ingreso de comandos para la variación de los parámetros de adquisición y la exportación de los datos registrados. El equipo (ver figura 1) cuenta además con un sistema de localización por GPS (6) que permite georreferenciar el punto de registro tanto en la etapa móvil como en la etapa estática.

La unidad central de procesamiento (11) comprende un sistema electrónico de almacenamiento y procesamiento de información, que hace posible el registro y digitalización de las señales electromagnéticas a través del control sistematizado de los componentes del equipo.

Para realizar el registro de las ondas electromagnéticas de origen natural, el equipo debe configurarse desde la pantalla LCD (10) con la frecuencia del elemento y/o compuesto que se desea caracterizar.

Como se muestra en la Figura 1 la unidad central de procesamiento (11) está conectada al adaptador de corriente DC/DC (8) que regula el paso de energía al sistema una vez este se encuentra encendido, desde la unidad central de procesamiento (11) se configura el controlador electrónico (5) que es el encargado de determinar automáticamente cuál de los generadores de ondas es el apropiado para realizar la emisión de la señal electromagnética permitiendo el paso de energía requerido para generar la onda y mantenerla durante un periodo de tiempo que varía de acuerdo a la naturaleza de la adquisición, el sistema de generación de ondas (1) (Ver figura 1) envía la señal a través de un cable coaxial de cobre (12) a la antena de recepción (2), que dada su geometría permite la recepción focalizada de las ondas provenientes del subsuelo enviando la señal al convertidor analógico/digital (3) que transforma el estímulo analógico percibido por la antena (2) en un pulso eléctrico que puede ser leído, procesado y almacenado por la unidad central de procesamiento (11). Además, en paralelo el sistema de localización GPS (6) registra la coordenada geográfica que se asigna a cada señal adquirida.

7

El aparato de registro de ondas electromagnéticas (Ver Figura 1) almacena la información digitalizada en el sistema de almacenamiento externo (9) en formato de texto.

Como objeto de la presente invención, se encuentra el procedimiento para la caracterización de secciones litológicas del subsuelo, que inicia con la caracterización de las firmas espectrales de los elementos y/o compuestos de interés que serán objeto de evaluación.

La caracterización de las firmas espectrales es una etapa importante del procedimiento pues con esta información se configura el aparato de medición de ondas electromagnéticas (Fig. 1), las librerías espectrales son el producto de la caracterización de elementos en laboratorio usando espectrómetros de absorción que permiten identificar la frecuencia y longitud de onda en la que elemento y/o compuesto emite energía y que frente al estado actual de la técnica presenta una solución dado que posibilita la identificación a nivel composicional de los elementos intrínsecos de una litología en particular.

La identificación de la firma espectral para los elementos y/o compuestos faltantes, inicia con la caracterización de diez muestras del elemento y/o compuesto de diferente peso y tamaños adquiridas en zonas ya exploradas o disponibles en superficie. La información obtenida se ingresa a la unidad central de procesamiento (11) previamente patronada y asignándole el código correspondiente al elemento caracterizado.

Una vez se ha identificado la firma espectral de los elementos faltantes se procede a diseñar el esquema de adquisición para la etapa móvil que permitirá la identificación de zonas con mayor y menor concentración de un elemento y/o compuesto a nivel areal, en este punto se establece el medio de transporte (terrestre, aéreo o fluvial), trayectoria y velocidad de desplazamiento que definen la resolución espacial del estudio.

Luego de la etapa de diseño, se procede a la delimitación e identificación de la concentración a nivel areal de los elementos y/o compuestos de interés, esto se logra mediante una adquisición móvil, desplazándose a lo largo del área de evaluación sin importar la dirección en que se adquieran los datos, de esta forma el procedimiento se diferencia del estado de la técnica actual porque cada medida es independiente y específica para un solo parámetro.

A medida que se recorre el área de evaluación se van registrando las señales electromagnéticas usando el aparato de registro de ondas electromagnéticas (Fig. 1) pre-configurado para un rango de frecuencias asociadas al elemento de interés (firma espectral), previamente se fija el intervalo de muestreo en función de la velocidad de desplazamiento de la adquisición, garantizando un espaciamiento entre puntos de registro máximo de 30 metros, cada uno debidamente geo-referenciado mediante un sistema de GPS (6), para ello se establecen intervalos de registro de 0.5 a 1 segundos para desplazamientos entre 80 y 100 Km/h, de 1 a 1.5 segundos para desplazamientos entre 40 y 80 Km/h, de 1.5 a 2 segundos para para desplazamientos entre 10 y 40 Km/h y de 2 hasta 10 segundos para velocidades de desplazamiento menores o iguales a 10 Km/h.

El montaje del equipo para la adquisición móvil puede variar de acuerdo a las condiciones del terreno sin que el medio de transporte sea una limitante, siempre y cuando se garantice la posición horizontal de la antena de recepción (Figura 3) y la adquisición se realice teniendo en cuenta los parámetros predeterminados para cada escenario como se indicó previamente, adicionalmente los datos deben ser adquiridos en transectas con un espaciamiento entre líneas de máximo 250 metros, sin que la orientación de la adquisición influya en la calidad de la información registrada.

Las señales registradas son procesadas usando un algoritmo de dominio de frecuencias, que permite apilar las señales registradas en cada punto de muestreo y exportar en archivos de texto las coordenadas, la amplitud, la frecuencia y longitud de onda de la señal apilada para cada punto. Con las coordenadas y los valores de amplitud se generan mapas de intensidad (Fig. 4), permitiendo la categorización de áreas con mayor o menor concentración del elemento de interés que es directamente proporcional a la amplitud registrada.

Partiendo de los mapas de intensidad generados (Fig. 4), en donde la zonas con amplitudes superiores a 10 mV representan mayor concentración (1) y las zonas con valores inferiores a 1mV menor

concentración (2), se define la ubicación de los puntos para evaluación en profundidad (3), con una densidad de 1 punto de muestreo en profundidad por cada kilómetro cuadrado.

La siguiente etapa del procedimiento consiste en la selección y caracterización en profundidad para lo cual es importante resalta que para cada elemento y/o compuesto que se desee registrar es necesario ingresar en el aparato de registro de ondas electromagnéticas (Fig. 1), la frecuencia asociada al mismo (firma espectral) y establecer los intervalos de muestreo (resolución vertical) que pueden estar entre 0.1 m hasta 1 m, además antes de la adquisición se debe definir la profundidad de evaluación entre 0 m y 15.000 m.

En esta etapa la adquisición debe ser estática, ubicando la antena sobre la superficie totalmente nivelada tal como se observa en la figura 3 y registrando las coordenadas del punto con el GPS (6), cada dato registrado es un apilado de señales con longitud de onda equivalentes que de acuerdo a una relación matemática corresponde a una misma profundidad, del mismo modo la amplitud de cada onda se suma y refiere la intensidad de la señal apilada al igual que en la etapa de evaluación areal, pero que en esta etapa se complementa con la longitud de onda registrada permitiendo así la elaboración de curvas de comportamiento en profundidad (Fig. 5).

Como se mencionó anteriormente, la longitud y la intensidad calculados para una frecuencia específica permiten la representación gráfica del comportamiento en función de la presencia y concentración de un elemento (sílice, carbonatos, óxidos, agua, etc.) a una profundidad definida, dado que los estratos en el subsuelo están compuestos de diferentes elementos, es necesario registrar varios parámetros, los cuales al ser comparados con patrones preestablecidos permiten la identificación más acertada de una litología específica, en la figura 6 se presenta un ejemplo en donde la curva de sílice tiene valores por encima del 80 por ciento (1) y las curvas de óxidos de aluminio (2), carbonatos (3) y agua (4) se mantienen por debajo del 20 por ciento refiriendo una zona de arenas, este procedimiento se realiza para cada punto de registro en profundidad.

Para la caracterización de secciones litológicas y caracterización de yacimientos minerales e hidrocarburíferos, se adquiere con el equipo de registro de ondas electromagnéticas (Fig. 1) información en ocho rangos espectrales diferentes, correspondientes a la firma espectral del sílice, carbonato, óxido de aluminio, sodio, potasio, albita, anortita y agua, además de los rangos espectrales correspondientes al tipo de yacimiento de interés sea un mineral específico o metano, querosene y parafinas para hidrocarburos.

La continuidad de la intensidad registrada en profundidad define el espesor de intervalos que pueden ser considerados como yacimientos en donde intensidades a los 10 voltios representan concentración en volumen de roca superiores al 40 % y usando el espesor del intervalo, la extensión y la concentración en volumen de roca de un mineral y/o fluido es posible calcular el volumen de un elemento para un área de interés.

Este procedimiento representa un avance de acuerdo al estado de la técnica debido a que permite la cuantificación de recursos en un área determinada sin la perforación o extracción de muestras físicas debidas que permite la caracterización de secciones a nivel litológico en donde se encuentra concentrado el recurso.

El registro de los parámetros de sílice, carbonato, óxido de aluminio, sodio, potasio, albita, anortita y agua permite además de la caracterización de secciones litológicas calcular la densidad en rangos de profundidades específicas partiendo de la densidad teórica de cada elemento caracterizado.

La información obtenida en los puntos de evaluación en profundidad permite identificar la continuidad y comportamiento de las diferentes secciones litológicas, además la correlación entre puntos de evaluación adyacentes, permite calcular el volumen de un elemento y/o compuesto en particular para un área determinada sin requerir perforación u otro método intrusivo.

REIVINDICACIONES

1. Método para la caracterización de secciones litológicas y yacimientos de hidrocarburos y/o minerales en el subsuelo, caracterizado porque no requiere contacto directo con las rocas y/o fluidos presentes en el subsuelo.
2. Método según la reivindicación 1, caracterizado por que la delimitación areal de la concentración de los elementos y/o compuestos de interés se realiza mediante el registro individual en superficie de medidas a través del desplazamiento terrestre, fluvial y/o aéreo y comprende las etapas de:
 - Diseño del esquema de adquisición.
 - Registro móvil de la concentración global de los elementos y/o compuestos de interés para el área de evaluación.
 - Procesamiento de las señales obtenidas usando un algoritmo de dominio de frecuencias, apilando las señales registradas en cada punto de muestreo y exportando en archivos de texto las coordenadas, la amplitud, la frecuencia y longitud de onda de la señal apilada para cada punto.
 - Generación de mapas de intensidad categorizando zonas de mayor o menor concentración del elemento y/o compuesto de interés.
3. Método según la reivindicación 2, caracterizado porque la concentración de los elementos caracterizados se calcula a partir de la amplitud de las señales registradas.
4. Método según la reivindicación 2, caracterizado por que la fijación del intervalo de muestreo es modificable a la velocidad de desplazamiento para lo que se definen los siguientes valores:
 - Intervalo de muestreo de 0.5 a 1 segundos para desplazamientos entre 80 y 100 Km/h.
 - Intervalo de muestreo de 1 a 1.5 segundos para desplazamientos entre 40 y 80 Km/h.
 - Intervalo de muestreo de 1.5 a 2 segundos para desplazamientos entre 10 y 40 Km/h.
 - Intervalo de muestreo de 2 hasta 10 segundos para velocidades de desplazamiento menores o iguales a 10 Km/h.
5. Método según las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que la información electromagnética registrada por el aparato de registro (1) se almacena simultáneamente con la posición geográfica.
6. Método según las reivindicaciones 1 a 3 caracterizado por que no requiere perforación y/o extracción de muestras en la zona de interés para realizar la caracterización de litología.
7. Aparato según la reivindicación 6 caracterizado por que el registro se realiza en superficie sin intervenir el suelo o el subsuelo.
8. Aparato (Figura 1) según las reivindicaciones 1, 2 y 4 que permite el registro de señales electromagnéticas en movimiento.
9. Aparato de registro y procesamiento de ondas electromagnéticas (Figura 1) para la realización del procedimiento según las reivindicaciones 1 a 8 caracterizado porque comprende:
 - Un sistema de generación de ondas (1),
 - Una antena unidireccional (2),
 - Un convertidor de señales analógicas a digitales (3),
 - Sistema de encendido (4),
 - Un controlador electrónico (5),
 - Un localizador GPS (6),
 - Una batería (7),
 - Un adaptador de corriente DC/DC (8),
 - Un sistema de almacenamiento externo (9),

- Una pantalla LCD (10)
- Una unidad central de procesamiento (11),

10. Aparato según la reivindicación 9 caracterizado por que la antena unidireccional (2) se encuentra acoplada a un sistema de generación de pulsos electromagnéticos que amplifican la señal de origen.

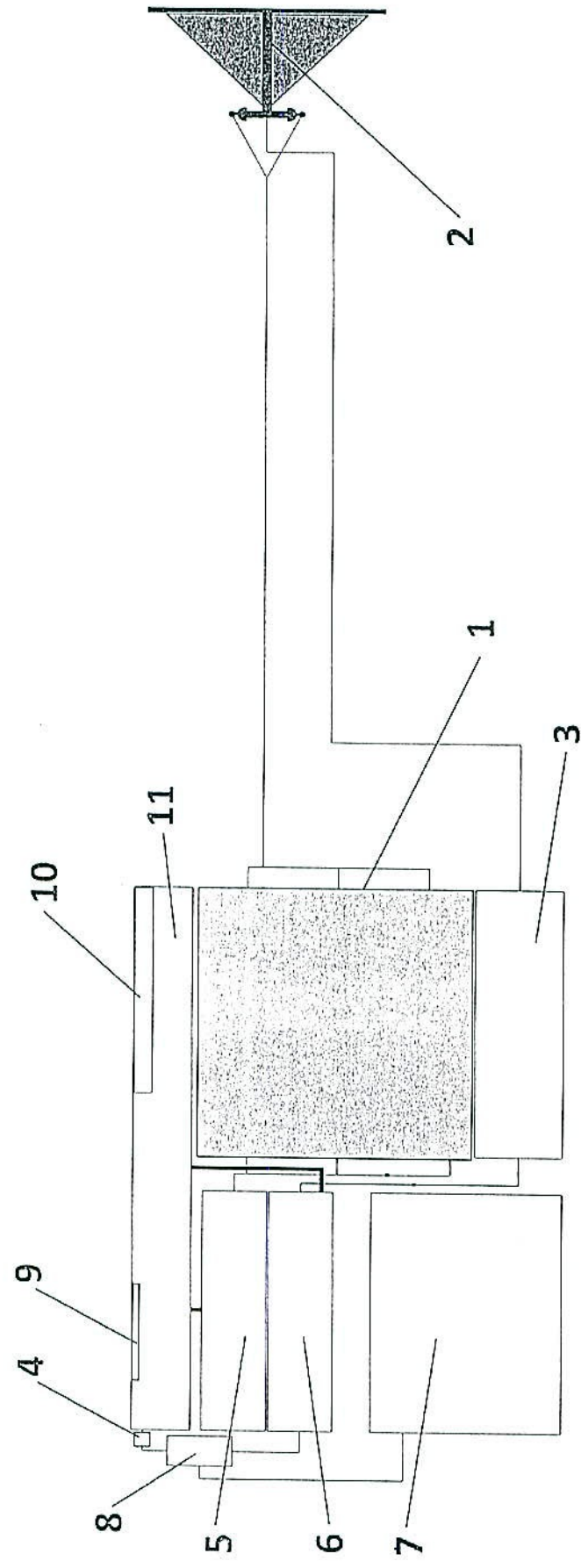


FIG. 1

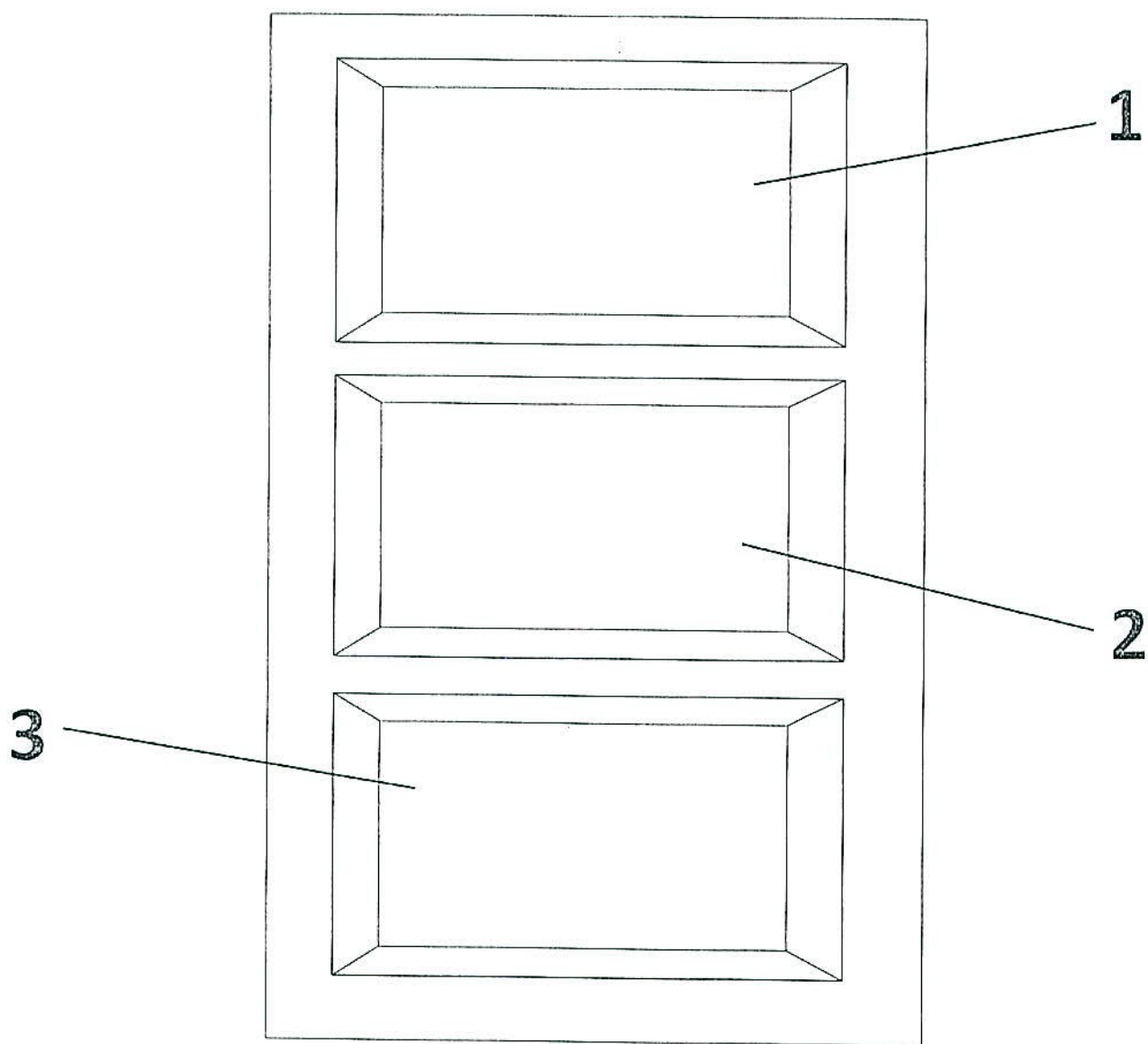


FIG. 2

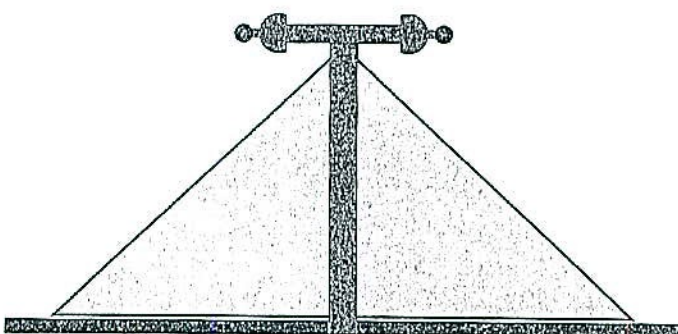


FIG. 3

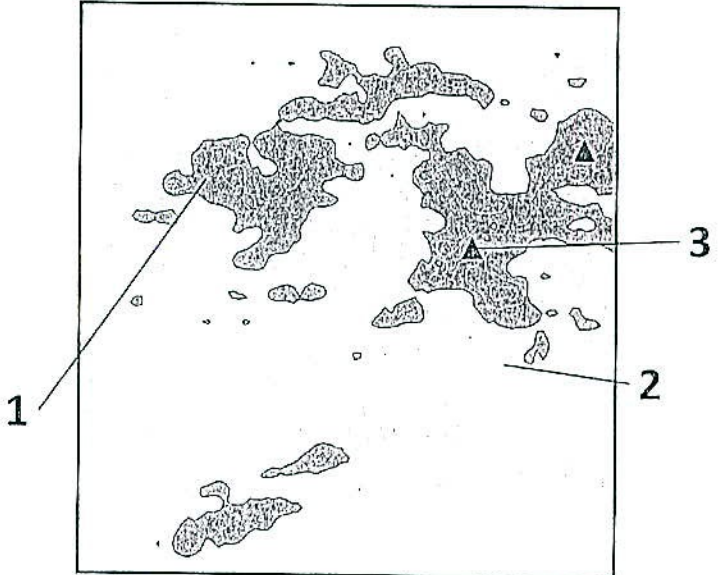


FIG. 4

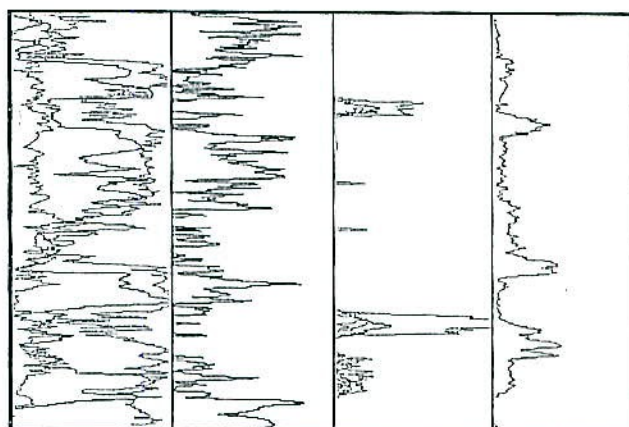


FIG. 5

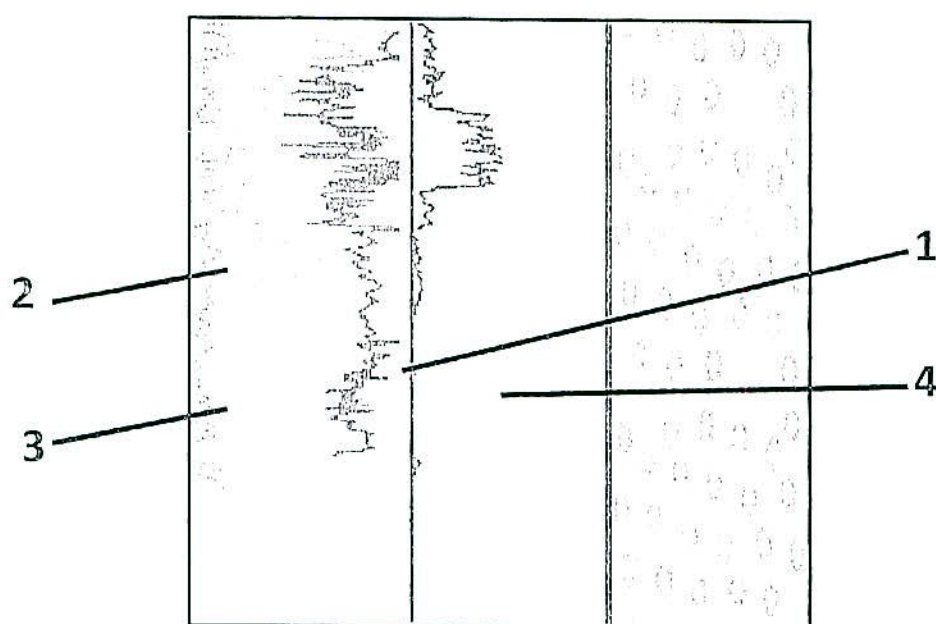


FIG. 6

RESUMEN

La presente patente se relaciona con un método y aparato para el registro y procesamiento de señales electromagnéticas para la caracterización de secciones litológicas y depósitos de hidrocarburos en el subsuelo, que está caracterizado por los siguientes pasos: Localización de antenas y receptores unidireccionales; Generación de pulsos electromagnéticos de corto impulso; Monitoreo, registro y almacenamiento de señales amplificadas; Filtración de señal útil; Conversión a unidades de amplitud y longitud de onda; Calculo de profundidades e intensidad; Modelamiento 3D de secciones en profundidad.