



Industria y Comercio
SUPERINTENDENCIA

R

Delegatura de Propiedad Industrial
División de Nuevas Creaciones

Organización y
Digitalización CSA Ltda



SOLICITUD
PATENTE DE INVENCION

08-95698

21. **EXPEDIENTE No.**

54. **TÍTULO**

OPTIMIZACION DE PARAMETROS MTEM

51. **CLASIFICACIÓN INTERNACIONAL**

G01V 3/12

71. **SOLICITANTE**

MTEM LTD.

DOMICILIO

EDINBURGH, REINO UNIDO

74. **APODERADO**

EMILIO FERRERO

C.C. 438.019 de Usaquén

22. **BOGOTÁ, D. C.,**

2008-IX-10

**Industria y Comercio**

SUPERINTENDENCIA

PETITORIO

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 08-095698- -00000-0000

Fecha: 2008-09-10 16:44:19 Dep. 2020 NUECREACION
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 46**FORMULARIO UNICO DE SOLICITUD DE PATENTE
PCT
ENTRADA EN FASE NACIONAL****SOLICITUD DE:****1**☒ Patente de Invención.☐ Patente de Modelo de Utilidad.☒ Capítulo I.☐ Capítulo II.**2****SOLICITANTE
(71)**Nombre: **MTEM LTD.**sociedad constituida y existente bajo las
leyes de Reino Unido.Dirección: 40 Sciennes,
Edinburgh EH9 1NJ,
Reino UnidoDomicilio: Edinburgh,
Reino Unido**IDENTIFICACIÓN**

C.C.

☐

NIT

☐

C.E.

☐

Otro

☐

Cual

Número

3**REPRESENTANTE
O APODERADO**Nombre: **EMILIO FERRERO**Dirección: **Carrera 4ª. No. 72-35**Teléfono: **347 36 11**Fax: **211 86 50**E-mail: clientes@cavelier.comDomicilio: **Bogotá, Colombia.****IDENTIFICACIÓN**

C.C.

☒

NIT

☐

C.E.

☐

Otro

☐

Cual

Número

438.019T.P 31.929**4****INVENTOR (ES)
(72)****1. Anton ZIOLKOWSKI**17 Gordon Terrace,
Edinburgh EH16 5QR,
Reino Unido**5****PCT (86)**Solicitud Internacional No. PCT/GB2007/000843Fecha: 9 de marzo de 2007Publicación Internacional No. WO 2007/104949 A1Fecha: 20 de septiembre de 2007**6****Título (54)****OPTIMIZACION DE PARAMETROS MTEM****7****Clasificación Internacional (51) G01V 003/012****8****Prioridad**SI ☒ NO ☐

(33) País de Origen

GB

(32) Fecha

10 de marzo de 2006

(31) Número de Solicitud

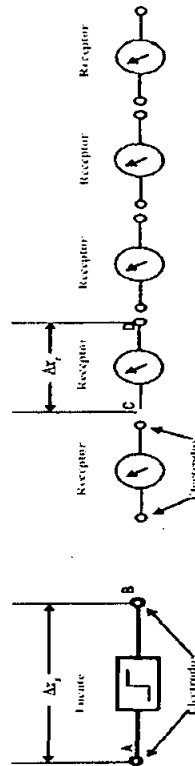
0604829.2**9****Comprobante de pago No.: 08-71,360****Fecha: 8 de septiembre de 2008**

10

Anexos:

- ☒ Comprobante de pago de la tasa de presentación de la solicitud por \$ 501.000.00.
- ☐ Comprobante de pago por reivindicación de prioridad.
- ☐ Documento que acredite la existencia y representación legal cuando el solicitante sea persona jurídica.
- ☐ Poderes, si fuere el caso.
- ☐ Documento de cesión del inventor al solicitante o a su causante.
- ☐ Declaraciones.
- ☒ Copia de la solicitud internacional. (Resumen, descripción, reivindicaciones, dibujos)
- ☒ Traducción de la solicitud internacional al castellano. (Resumen, descripción, reivindicaciones, dibujos)
- ☐ Copia del examen preliminar efectuado por la IPEA.
- ☐ Traducción del examen preliminar efectuado por la IPEA.
- ☐ De ser el caso, copia del contrato de acceso.
- ☐ De ser el caso, documento que acredite la licencia o autorización de uso de conocimientos tradicionales de las comunidades indígenas.
- ☐ De ser el caso, certificado de depósito del material biológico.
- ☒ Arte final 12x12
- ☐ De ser el caso, información sobre otras solicitudes de patente o títulos obtenidos en el extranjero por el mismo titular o su causante, relacionadas parcial o totalmente con la invención de esta solicitud.
- ☒ Otros: VER HOJA DE DOCUMENTOS ANEXOS

11

FIGURA CARACTERÍSTICA

12

Solicito la concesión de la patente,

NOMBRE: EMILIO FERREROFIRMA: *Emilio Ferrero*
C.C. 438.019 de Usaquén T.P. 31.929

DOCUMENTOS ANEXOS

1. ☒ Publicación Internacional WO 2007/104949 A1

Descripción:

Páginas 10 en el idioma original

Páginas 14 en español

Reivindicaciones: Número (s) 12

Figuras: Número (s) 3

2. ☒ **Forma PCT/ISA/210.** Informe de Búsqueda Internacional.

3. ☒ Extracto de publicación.

**NO SE REALIZARON MODIFICACIONES EN LA FASE
INTERNACIONAL**

(19) World Intellectual Property Organization
International Bureau



(43) International Publication Date
20 September 2007 (20.09.2007)

PCT

(10) International Publication Number
WO 2007/104949 A1

(51) International Patent Classification:
G01V 3/12 (2006.01)

(21) International Application Number:
PCT/GB2007/000843

(22) International Filing Date: 9 March 2007 (09.03.2007)

(25) Filing Language: English

(26) Publication Language: English

(30) Priority Data:
0604829.2 10 March 2006 (10.03.2006) GB

(71) Applicant (for all designated States except US): MTEM LTD. [GB/GB]; 40 Sciennes, Edinburgh EH9 1NJ (GB).

(72) Inventor; and

(75) Inventor/Applicant (for US only): ZIOLKOWSKI, Anton [GB/GB]; 17 Gordon Terrace, Edinburgh EH16 5QR (GB).

(74) Agents: SZCZUKA, Jan, Tymoteusz et al.; MARKS & CLERK, 19 Royal Exchange Square, Glasgow G1 3AE (GB).

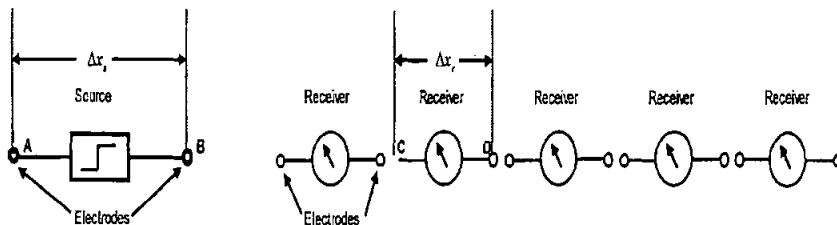
(81) Designated States (unless otherwise indicated, for every kind of national protection available): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Designated States (unless otherwise indicated, for every kind of regional protection available): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), Eurasian (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), European (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Published:
— with international search report

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

(54) Title: OPTIMISATION OF MTEM PARAMETERS



(57) Abstract: A method of optimising electromagnetic surveying comprising applying current to a current source, receiving a signal at one or more voltage receivers and recording the signals received, characterised by varying one or more acquisition parameters as a function of the source-receiver separation.

WO 2007/104949 A1

Optimisation of MTEM Parameters

The present invention relates to multi-transient electromagnetic (MTEM) surveys for estimating the response of the earth to electromagnetic pulses, thereby to detect hydrocarbon-bearing or water-bearing formations. In particular, the present invention relates to the optimisation of parameters for multi-transient electromagnetic (MTEM) surveys.

Porous rocks are saturated with fluids. The fluids may be water, gas, or oil, or a mixture of all three. The flow of current in the earth is determined by the resistivities of such rocks, which are affected by the saturating fluids. For instance, brine-saturated porous rocks are much less resistive than the same rocks filled with hydrocarbons. By measuring the resistivity of geological formations, it is possible to determine whether hydrocarbons are present. This is very useful, because if tests using other methods, for instance seismic exploration, suggest that a geological formation has the potential to bear hydrocarbons, resistivity measurements can be used before drilling begins to provide some indication as to whether the formation does in fact contain hydrocarbons or whether it is primarily water bearing.

An example of a resistivity based technique for identifying hydrocarbons uses time domain electromagnetic techniques. Conventionally, time domain electromagnetic investigations use a transmitter and one or more receivers. The transmitter may be an electric source, that is, a grounded bipole, or a magnetic source, such as a current in a wire loop or multi-loop. The receivers may be grounded bipoles for measuring potential differences, or wire loops or multi-loops or magnetometers for measuring magnetic fields and/or the time derivatives of magnetic fields. The transmitted signal is often formed by a step change in current in either an electric or magnetic source, but any transient signal may be used, including, for example, a pseudo-random binary sequence (PRBS). A PRBS is a sequence that switches between two levels at pseudo-random times that are multiples of an elemental time step Δt . The switching frequency of the PRBS is $f_s = 1/\Delta t$. A PRBS has a broad frequency bandwidth, whose upper limit is half the switching frequency f_s .

CONFIRMATION COPY

6

In recent years, a promising new survey technique based on multi-channel transient electromagnetic signals has been investigated. The article "Hydrocarbon detection and monitoring with a multichannel transient electromagnetic (MTEM) survey" by Wright, D., Ziolkowski, A., and Hobbs, B., (2002), The Leading Edge, 21, 852-864, describes the multichannel transient electromagnetic method. In this case, there is a source, usually a current applied between a pair of grounded electrodes, and receivers, usually measuring the potential difference between electrodes along a line. This is also described in WO 03/023452.

10

Multi-transient electromagnetic surveys produce geophysical data that are similar in some respects to seismic reflection and seismic refraction data. The diffusion of electric currents in the earth is, however, fundamentally different from the propagation of sound waves through the same earth and the resulting responses differ profoundly, especially in the changing shape of the response with offset and overburden resistivity. The objective of a MTEM survey is to obtain a map of subsurface resistivity variations. The ability to make this map depends entirely on the quality of the measurements made. The present invention recognises this and establishes a framework for quality control of MTEM data to enable good quality data to be obtained for subsequent processing and inversion to make a map of subsurface resistivities.

According to a first aspect of the invention, there is provided a method of optimising electromagnetic surveying comprising applying current to a current bipole source, receiving a signal at one or more voltage bipole receivers and recording the signals received, characterised in that the method involves varying one or more acquisition parameters as a function of the source-receiver separation.

The invention resides in the realisation that the optimum data acquisition parameters for MTEM surveys can vary significantly as a function of the source-receiver separation. This has not been appreciated previously. This realisation has allowed the selection of optimum measurement parameters, where previously only experience and an element of guesswork were used. This is a significant advance in the art.

7

The acquisition parameters that are varied may be at least one of a switching frequency f_s at the source and a sampling frequency f_r in the recording system. The switching frequency f_s and the sampling frequency f_r are inversely proportional to the square of the source-receiver separation, and so in this case, the step of varying the
5 switching frequency and/or the sampling frequency may be done inversely as the square of the source-receiver separation.

The separation between the source electrodes and the separation between receiver electrodes may be varied, preferably as a function of the target survey depth.

10

According to another aspect of the invention, there is provided an electromagnetic surveying system comprising a current bi-pole source, one or more voltage bipole receivers and a recorder for recording the signals received, characterised in that one or more acquisition parameters used by the source and/or the or each receiver is selected
15 as a function of the source-receiver separation.

The acquisition parameters may be at least one of a switching frequency f_s at the source and a sampling frequency f_r in the recording system. The switching frequency and/or the sampling frequency may be selected inversely as the square of the source-receiver separation.
20

Preferably, a plurality of receivers is provided and the source is operable to provide a current at a plurality of different frequencies, each frequency being selected as a function of the separation of one of the receivers from the source.

25

The source may be operable to provide current signals in a range of different bandwidths. Alternatively, the source may comprise a plurality of different sources each operable to provide current in a different frequency bandwidth.

30 The current source may comprise at least one current bipole source. The/each voltage receiver may comprise at least one voltage bipole receiver.

The separation between the source electrodes and the separation between receiver electrodes may be selected as a function of a target survey depth.

Various aspects of the present invention will now be described by way of example only and with reference to the accompanying drawings, of which:

Figure 1 is a block diagram of a MTEM source/receiver configuration;

5 Figure 2 is a table of the parameters that have an impact on MTEM measurements, and

Figure 3 is a plot of the amplitude of the earth impulse response as a function of time.

10 Figure 1 shows a typical MTEM source-receiver configuration, with a current bi-pole source and its two electrodes A and B, and a line of receivers in line with the source, measuring the potential between pairs of receiver electrodes, for instance C and D. Associated with each pair of receiver electrodes is a recording instrument for digitally sampling and recording the received signal. A time-varying current is injected
15 between the two source electrodes and is measured and digitally recorded at each receiver. The receivers are normally connected to a computer that can interrogate them and download the recorded data. The current input may be a simple step for a shallow target or, more likely some other function, such as a pseudo-random binary sequence (PRBS). The time-varying voltage response of the earth is measured and
20 recorded at each receiver. In data processing the measured voltages are deconvolved for the measured input current to obtain the earth impulse responses. These responses are subsequently inverted to obtain the earth's subsurface resistivity variations.

The quality of the data processing and inversion depends on the quality of source and
25 receiver measurements. Bad quality data cannot be corrected in processing and inversion. Therefore, it is necessary to be certain that the data acquired in the field are good enough. In practice, this can be a significant challenge due to the large number of potentially variable acquisition parameters - see the table of Figure 2. Hence in practice, it is necessary to maintain some acquisition parameters substantially constant
30 and carefully control changes in others.

It can be shown that the peak voltage of the earth response is related to the acquisition parameters by the following equation:

$$V \approx 10^6 \cdot \Delta x_s \cdot \Delta x_r \cdot I \cdot \frac{\rho^2}{f_s r^5} \text{ Volts.} \quad (1)$$

The factor of r^5 in the denominator makes it very difficult to obtain good signal at large source-receiver offsets, especially if the overburden resistivity ρ - the average resistivity from the earth's surface to the target - is low.

To be able to resolve the top and bottom of the target, it has been found that the maximum offset must be about four times the target depth; that is, $r_{\max} \approx 4d$. For example, for a 40-channel system ($N_{\text{bax}} = 40$) the following layout parameters might be used:

$$\bullet \quad \Delta x_s = d/10 \quad (2)$$

$$\bullet \quad \Delta x_r = d/10 \quad (3)$$

$$\bullet \quad r_{\min} = 5\Delta x_s \quad (=d/5) \quad (4)$$

$$\bullet \quad r_{\max} = 5\Delta x_s + 39\Delta x_r \quad (=4.4d) \quad (5)$$

As the target depth increases, so does the maximum offset, which dramatically decreases the voltage at the receiver according to equation (1). The situation is mitigated to some extent by the scaling of both Δx_s and Δx_r . For a particular prospect these parameters are normally kept reasonably constant, although for longer offsets it is advantageous to maximise Δx_s , provided, from equation (5), $\Delta x_s \leq r$. However, the other parameters are more variable, that is, the current I , the source switching frequency f_s , the receiver sampling rate f_r , the number of PBRS samples N_{PBRS} , the listening time T_{LIST} , the number of listening samples N_{LIST} , the number of recorded samples per cycle N_T and the number of recorded cycles in a run N_{CYC} . The present invention is based on the recognition that some of these acquisition parameters may vary with source-receiver offset.

Current I

The strength of the received signal is directly proportional to the current I put into the ground and signal-to-noise ratio is therefore proportional to I . If signal-to-noise ratio

is a problem, especially at large source-receiver offsets, it is important to maximise the level of the source current within the limit of the applied voltage. This is done by reducing the contact resistance of the ground at the source electrodes. A number of well known methods can be used, including using electrodes in parallel, watering-in the electrodes, and adding bentonite.

Source switching frequency f_s

In the land case the impulse response of the earth has a shape as shown in Figure 3, in which t_0 is the time break, or start of data and t_{PEAK} is the time to the peak of the earth impulse response. At t_0 the source impulse travels across the surface of the earth at about the speed of light and arrives at the receivers almost instantaneously. This is the airwave. This is followed by the diffusive earth impulse response. The received signal is the convolution of the total impulse response – the airwave and the earth response - with the input signal. From equation (1) it can be seen that the amplitude of the received signal is inversely proportional to the source switching frequency f_s . Therefore, the signal-to-noise ratio can be increased by decreasing the source current switching frequency f_s . This is particularly important at large source-receiver offsets. Having said this, there is a limit to how low f_s should be: the minimum time between switches Δt_s should be small compared with the time to the peak of the earth impulse responses:

$$\Delta t_s = \frac{1}{f_s} \ll t_{peak} - t_0. \quad (6)$$

Typically, we need

$$\Delta t_s \approx \frac{t_{peak} - t_0}{10}. \quad (7)$$

Therefore, it is best to use the lowest switching frequency f_s that still allows the peak of the earth impulse response to be separated from the airwave.

To optimise measurements, and in accordance with the present invention, it has been appreciated that it is normally not possible to obtain good resolution and good signal-to-noise ratio at all offsets with a single switching frequency f_s . Instead, it is normally necessary to vary f_s with offset. Hence, for the MTEM measurement configuration of Figure 1, the switching frequency f_s may in principle be different for each source-receiver pair.

In the marine case, the "airwave" has a different shape from the sharp impulse that occurs in the land case. Its shape depends on the depth of the water, the depths of the source and receiver below the sea surface, and the source-receiver separation. In principle the marine data can be considered as the same as the land case, but with the impulsive land airwave replaced by a longer duration wave, which is superimposed on the earth impulse response.

15 *Receiver sampling rate f_r*

At all source-receiver offsets the data should ideally satisfy two criteria (1) the peak of the earth impulse response should separate from the airwave - this is required for resolution of shallow features, and (2) the length of the impulse response $T_{LIST} - t_0$ should be greater than four times the time to the peak $t_{peak} - t_0$; that is, $T_{LIST} - t_0 > 4(t_{PEAK} - t_0)$. This is essential for inversion of the data to resolve the target.

For a half-space, in this case the space below the earth's surface, the time to the peak increases as the square of the source-receiver offset r (m) and inversely as the resistivity ρ (ohm m):

$$t_{PEAK} - t_0 = \frac{kr^2}{\rho}. \quad (8)$$

The constant k has the value $4\pi \cdot 10^{-8}$ in SI units. At short offsets, e.g. r_{min} , and for large resistivities ρ this time is short and a high receiver sampling rate is required. At long offsets, e.g. r_{max} , the pulse is much longer and the receiver sampling rate can

be less. At long offsets the signal is weak and the source switching frequency f_s should be as low as possible.

There is no point in over-sampling the received data, but the received data must be adequately sampled, so the receiver sampling rate f_r must be equal to, or greater than the source switching frequency:

$$f_r \geq f_s. \quad (9)$$

Ideally $f_r = f_s$, but in practice this may not be possible because of limitations in the receiver electronics. If this is the case, it would be convenient if f_r were an exact multiple of f_s :

$$f_r = mf_s, \quad (10)$$

where m is an integer.

Number of PRBS samples N_{PRBS}

The number of PRBS samples at the source is $N_{PRBS} = 2^n - 1$, where n is known as the order of the PRBS. Provided the source switching frequency f_s is low enough, the processing gain in signal amplitude after deconvolution is almost equal to N_{PRBS} and much greater than $\sqrt{N_{PRBS}}$. To obtain adequate data for the minimum cost, a single long PRBS is used and only one record is recorded.

Listening time T_{LIST} and number of listening samples N_{LIST}

After deconvolution the recovered impulse response must be long enough; that is, the recoverable length of the impulse response must be greater than four times the time to the peak, as explained above. Listening time and number of listening samples are defined as:

$$\bullet \quad T_{LIST} - t_0 \geq 4(t_{peak} - t_0). \quad (11)$$

$$\bullet \quad N_{LIST} = T_{LIST} / f_r. \quad (12)$$

Number of recorded samples per cycle N_T

If the source switching frequency and the sampling rate at the receiver are equal (that is if $f_r = f_s$), the total number of recorded samples is equal to the number of PRBS samples plus the listening samples:

$$\bullet \quad N_T = N_{PRBS} + N_{LIST} \quad (13)$$

If the source switching frequency and the sampling rate at the receiver are not equal (that is, if $f_r = mf_s$), the total number of samples is greater:

$$\bullet \quad N_T = \frac{f_r}{f_s} \cdot N_{PRBS} + N_{LIST} = m \cdot N_{PRBS} + N_{LIST} \quad (14)$$

Number of recorded cycles in a run N_{CYC}

If the recording system has a memory that is too small, it may be impossible to obtain adequate signal-to-noise ratio with a single PRBS cycle: that is, with only one recording of N_T samples per channel. In this case a run of N_{CYC} cycles is recorded and the resulting traces are summed, or stacked, for each channel to increase the signal-to-noise ratio before deconvolution. The signal-to-noise ratio increases as $\sqrt{N_{CYC}}$. It is clearly most efficient to maximize N_{PRBS} and to minimize N_{CYC} . This can be achieved only if there is sufficient memory in the recording boxes.

Operational considerations

It will be clear from the above that the ratio of the longest offset r_{max} to the shortest r_{min} is about 10. Since the switching frequency f_s and sampling rate f_r may both vary as the square of the offset, these two frequencies vary by about two orders of magnitude from the shortest to the longest offset. In the arrangement of Figure 1, it will not be possible for the single source to switch at different frequencies simultaneously, although it is possible to measure and record at all receivers simultaneously. Instead, to meet the requirements above, a range of source switching

14

frequencies for each source position should be used, each source switching frequency being selected for addressing a particular range of receivers based on the source-receiver offset. For the single source example of Figure 1, this means that the source would typically transmit signals of different frequency bandwidths, determined by the switching frequency, and the receiver/recording systems would record using the corresponding sampling rate. The data would be sorted according to offset and processed with the appropriate bandwidth source signal. Alternatively, multiple sources having non-overlapping frequency bandwidths could be used. In this case, signals could be transmitted simultaneously. However, when this is done, the receiver/recording system combination would have to be configured to enable the different frequency bandwidths to be separated out. In either case, the recording system must have the flexibility to cope with the range of frequency bandwidths posed by MTEM data.

15 A skilled person will appreciate that variations of the disclosed arrangements are possible without departing from the invention. Alternative configurations are clearly possible. Accordingly the above description of the specific embodiment is made by way of example only and not for the purposes of limitation. It will be clear to the skilled person that minor modifications may be made without significant changes to the operation described.

20

Claims

1. A method of optimising electromagnetic surveying comprising applying current to a current source, receiving a signal at one or more voltage receivers
5 and recording the signals received, characterised in that the method involves varying one or more acquisition parameters as a function of the source-receiver separation.
2. A method as claimed in claim 1 wherein the acquisition parameters that are
10 varied comprise at least one of a switching frequency at the source and a sampling frequency in the recording system.
3. A method as claimed in claim 2 comprising varying the switching frequency
15 and/or the sampling frequency inversely as the square of the source-receiver separation.
4. A method as claimed in any of the preceding claims comprising varying the
20 separation between the source electrodes and the separation between receiver electrodes.
5. A method as claimed in claim 4 wherein the separation is varied in proportion
to a target survey depth and/or to the separation between source and receiver.
6. An electromagnetic surveying system comprising a current source, and one or
25 more voltage receivers for receiving and recording received signals, characterised in that one or more acquisition parameters used by the source and/or the or each receiver is selected as a function of the source-receiver separation.
7. A system as claimed in claim 6 wherein the acquisition parameters are at least
30 one of a switching frequency at the source and a sampling frequency in the recording system.

8. A system as claimed in claim 7 wherein the switching frequency and/or the sampling frequency is selected inversely as the square of the source-receiver separation.
- 5 9. A system as claimed in any of claims 6 to 8 wherein the separation between the source electrodes and the separation between receiver electrodes is selected as a function of a target survey depth and/or to the separation between source and receiver.
- 10 10. A system as claimed in any of claims 6 to 9 wherein a plurality of receivers is provided and the source is operable to provide a current at a plurality of different frequency bandwidths, each frequency bandwidth being selected as a function of the separation of one of the receivers from the source.
- 15 11. A system as claimed in claim 10 wherein the source comprises a plurality of different sources each operable to provide current in a different frequency range.
- 20 12. A system as claimed in any of claims 6 to 11 wherein the current source comprises at least one current bipole source and the or each voltage receiver comprises at least one voltage bipole receiver.

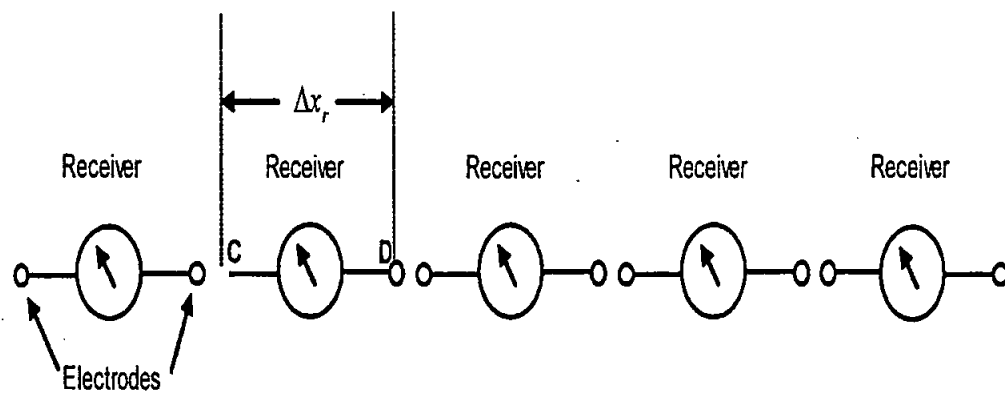
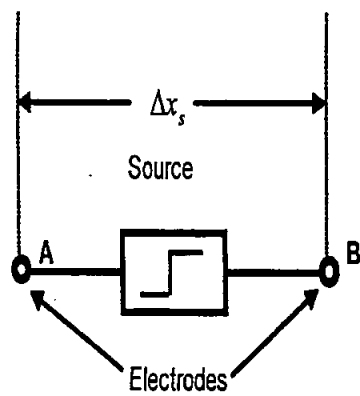


Figure 1

Parameter	Name	Units
d	Target depth	m
ρ	Overburden resistivity	Ohm m
Δx_s	Source electrode separation	m
Δx_r	Receiver electrode separation	m
I	Current level	A
f_s	Source switching frequency	Hz
f_r	Receiver sampling frequency	Hz
r	Distance from source centre to a receiver centre	m
$r_{\min}$	Distance from source centre to nearest receiver centre	m
$r_{\max}$	Distance from source centre to farthest receiver centre	m
N_{PRBS}	Number of PRBS samples	
T_{LIST}	Listening time	s
N_{LIST}	Listening samples	
N_T	Number of recorded samples per cycle	
N_{CVC}	Number of recorded cycles in a run	
N_{box}	Number of live boxes	

Figure 2

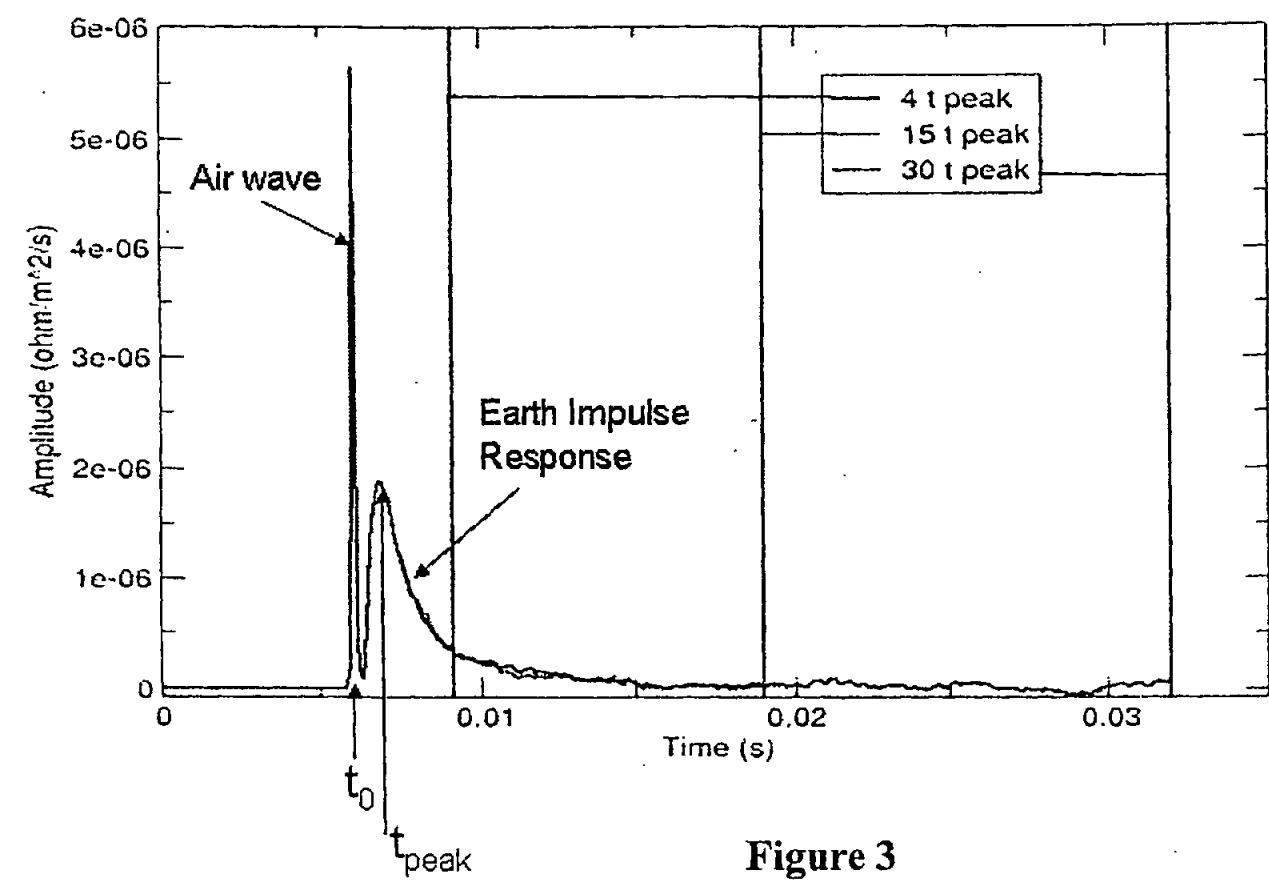


Figure 3

OPTIMIZACIÓN DE PARÁMETROS MTEM

La presente invención se relaciona con inspecciones electromagnéticas multitransitorias (MTEM) para estimar la respuesta de la tierra a los pulsos
5 electromagnéticos, para detectar de esta manera formaciones que tienen hidrocarburos o que tienen agua. En particular, la presente invención se relaciona con la optimización de parámetros para inspecciones electromagnéticas multitransitorias (MTEM).

- 10 Las rocas porosas están saturadas con fluidos. Los fluidos pueden ser agua, gas, o petróleo o pueden ser una mezcla de los tres. El flujo de corriente en la tierra se determina por las resistividades de tales rocas, que se afectan por los fluidos que las saturan. Por ejemplo, las rocas porosas saturadas con agua salina tienen mucha menos resistencia que las mismas rocas rellenas con hidrocarburos. Al
15 medir la resistividad de las formaciones geológicas, es posible determinar si están presentes hidrocarburos. Esto es muy útil, porque si las pruebas que utilizan otros métodos, por ejemplo la exploración sísmica, sugieren que una formación geológica tiene el potencial de poseer hidrocarburos, las mediciones de resistividad se pueden utilizar antes de que inicie la perforación para suministrar
20 alguna indicación de si la formación de echo contiene hidrocarburos o si lo que tienen principalmente es agua.

Un ejemplo de una técnica basada en resistividad para identificar hidrocarburos utiliza técnicas electromagnéticas con dominio temporal. Convencionalmente, las
25 investigaciones electromagnéticas con dominio temporal utilizan un transmisor y uno o más receptores. El trasmisor puede ser una fuente eléctrica, esto es, un bipolo a tierra o una fuente magnética, tal como una corriente en un bucle de

alambre o multibucle. Los receptores pueden ser bipolos a tierra para medir las diferencias de potencial, o bucles de alarma o multibucles o magnetómetros para medir los campos magnéticos y/o las derivadas de tiempo de los campos magnéticos. La señal transmitida se forma a menudo por un cambio de etapa en la corriente en una fuente eléctrica o magnética pero se puede utilizar cualquier señal transitoria, incluyendo, por ejemplo, una secuencia binaria pseudo aleatoria (PRBS). Una PRBS es una secuencia que cambia entre dos niveles en momentos pseudo aleatorios que son múltiples de una etapa de tiempo elemental Δt . la frecuencia de cambio del PRBS es $f_s = 1 / \Delta t$. Un PRBS tiene un ancho de banda de frecuencia amplia, cuyo limite superior es la mitad de la frecuencia de cambio f_s .

En años recientes, una nueva técnica de inspección promisoría basada en señales electromagnéticas transitorias multicanal se ha investigado. El artículo "Hydrocarbon detection and monitoring with a multichannel transient electromagnetic (MTEM) survey" de Wright, D., Ziolkowski, A., y Hobbs, B., (2002), The leading Edge, 21, 852-864, describe un método electromagnético transitorio multicanal. En este caso, existe una fuente, usualmente una corriente aplicada entre un par de electrodos puestos a tierra, y receptores, que miden usualmente la diferencia de potencial entre los electrodos a lo largo de una línea. Esto también se describe en la WO 03/023452.

Las inspecciones electromagnéticas multitransitorias producen datos geofísicos, que son similares en algunos aspectos a los datos de reflexión sísmica y de refracción. La difusión de las corrientes eléctricas en la tierra es, sin embargo, fundamentalmente diferente de la propagación de las ondas de sonido a través de la misma tierra y las respuestas resultantes difieren profundamente, especialmente

en la forma de cambio de la respuesta con resistividad de desfase y de sobrecarga. El objetivo de una inspección MTEM es obtener un mapa de las variaciones de la resistividad subsuperficiales. La capacidad de hacer este mapa depende completamente de la calidad de las mediciones hechas. La presente
5 invención reconoce esto y establece una estructura para el control de calidad de los datos MTEM para posibilitar buenos datos de calidad a ser obtenidos para el procesamiento y la inversión posteriores para hacer un mapa de resistividades subsuperficiales.

10 De acuerdo con un primer aspecto de la invención, se suministra un método para optimizar inspecciones electromagnéticas que comprende aplicar una corriente a una fuente bipolo de corriente, que recibe una señal en uno o más receptores bipolo de voltaje y registra las señales recibidas, caracterizada por que el método involucra variar uno o más parámetros de adquisición como una función de la
15 separación fuente-receptor.

La invención reside en la concreción de que los parámetros de adquisición óptima de datos para las inspecciones MTEM pueden variar significativamente como una función de la separación fuente-receptor. Esto no se había apreciado previamente.
20 Esta concreción ha permitido la selección de parámetros de medición óptimos, donde previamente solo se utilizaba la experiencia y un elemento de conjetura. Esto es un avance significativo en la técnica.

Los parámetros de adquisición que se varían pueden ser por lo menos uno de una
25 frecuencia de cambio f_s en la fuente y una frecuencia de muestreo f_r en el sistema de registro. La frecuencia de cambio f_s y la frecuencia de muestreo f_r son inversamente proporcionales al cuadrado de la separación fuente-receptor, y así

23

en este caso, la etapa de variar la frecuencia de cambio y/o la frecuencia de muestreo pueden ser hechos inversamente como el cuadrado de la separación fuente-receptor.

- 5 La separación entre los electrodos fuente y la separación entre los electrodos de receptor puede variar, preferiblemente como una función de la profundidad de inspección objetivo.

De acuerdo con otro aspecto de la invención, se suministra un sistema de
10 inspección electromagnético que comprende una fuente bipolo de corriente, uno o más receptores bipolo de voltaje y un registrador para registrar las señales recibidas, caracterizadas porque uno o más parámetros de adquisición utilizados por la fuente y/o cada receptor se seleccionan como una función de la separación fuente-receptor.

15

Los parámetros de adquisición pueden ser por lo menos uno de una frecuencia de cambio f_s en la fuente y una secuencia de muestreo f_r en el sistema de registro. La frecuencia de cambio y/o la secuencia de muestreo se pueden seleccionar inversamente como el cuadrado de la separación fuente-receptor.

20

Preferiblemente, se suministra una pluralidad de receptores y una fuente es operable para suministrar una corriente en una pluralidad de diferentes frecuencias, siendo cada frecuencia seleccionada como a una función de la separación de uno de los receptores de la fuente.

25

La fuente puede ser operable para suministrar señales de corriente en un rango de diferentes anchos de banda. Alternativamente, la fuente puede comprender una

pluralidad de diferentes fuentes cada una operable para suministrar corriente en un diferente ancho de banda de frecuencia.

La fuente de corriente puede comprender por lo menos una fuente bipolo de corriente. El/cada receptor de voltaje puede comprender por lo menos un receptor bipolo de voltaje.

La separación entre los electrodos fuente y la separación entre los electrodos del receptor se puede seleccionar como una función de la profundidad de inspección objetivo.

Varios aspectos de la presente invención se describirán ahora por vía de ejemplos solamente y con referencia a los dibujos que lo acompañan, de los cuales:

La figura 1 es un diagrama de bloque de una configuración fuente/receptor MTEM;

La figura 2 es una tabla de parámetros que tiene un impacto sobre las mediciones MTEM, y

La figura 3 es una gráfica de la amplitud de la respuesta del impulso de la tierra como una función del tiempo.

La figura 1 muestra una configuración fuente/receptor MTEM típica, con una fuente bipolo de corriente y sus dos electrodos A y B, y una línea de receptores en línea con la fuente, que mide el potencial entre los pares de electrodos receptores, por ejemplo C y D. Asociados con cada par de electrodos del receptor se

Sec.
del
proc.
de
señal

encuentra un instrumento de registro para muestrear y registrar digitalmente la señal recibida. Una corriente que varía con el tiempo es suministrada entre los dos electrodos fuente y se mide y registra digitalmente en cada receptor. Los receptores están normalmente conectados a una computadora que puede
5 interrogarlas y bajar los datos registrados. La entrada de corriente puede ser una etapa simple para un blanco poco profundo, o más probablemente alguna otra función, tal como una secuencia binaria pseudo aleatoria (PRBS). La respuesta de voltaje que varía con el tiempo de la tierra se mide y registra en cada receptor. En el procesamiento de datos los voltajes medidos son desconvolucionados para
10 medir la corriente de entrada para obtener las respuestas de impulso de la tierra. Las respuestas son posteriormente invertidas para obtener las variaciones de resistividad de la superficie de la tierra.

La calidad del procesamiento de datos y la inversión dependen de la calidad de la
15 fuente y las mediciones del receptor. Los datos de mala calidad no se pueden corregir en el procesamiento y la inversión. Por lo tanto, es necesario estar seguro de que los datos adquiridos en el campo son suficientemente buenos. En la práctica, este puede ser un reto significativo debido al gran número de parámetros de adquisición potencialmente variables – ver la tabla de la figura 2. De esta
20 manera en la práctica, es necesario mantener algunos parámetros de adquisición sustancialmente constantes y cuidar y controlar los cambios cuidadosamente en los otros.

Se puede mostrar que el voltaje pico de la respuesta de la tierra está relacionado
25 con los parámetros de adquisición por medio de la siguiente ecuación:

$$V \approx 10^6 \cdot \Delta x_s \cdot \Delta x_r \cdot I \cdot \frac{\rho^2}{f_s r^5} \text{ Voltios.} \quad (1)$$

El factor r^5 en el denominador hace muy difícil obtener una buena señal en grandes desfases fuente-receptor, especialmente si la resistividad de sobrecarga ρ

5 - la resistividad promedio de la superficie de la tierra al blanco, es baja.

Para poder resolver la parte superior e inferior del blanco, se ha encontrado que el desfase máximo debe ser de aproximadamente cuatro veces la profundidad del blanco; eso es, $r_{\max} \approx 4d$. Por ejemplo, para un sistema de 40 canales ($N_{\text{box}} = 40$)

10 se podrían usar los siguientes parámetros de diseño:

$$\bullet \quad \Delta x_s = d / 10 \quad (2)$$

$$\bullet \quad \Delta x_r = d / 10 \quad (3)$$

15

$$\bullet \quad r_{\min} = 5\Delta x_s (=d / 5) \quad (4)$$

$$\bullet \quad r_{\max} = 5\Delta x_s + 39\Delta x_r (=4.4d) \quad (5)$$

20 En la medida en que la profundidad del blanco se incrementa, ocurre lo mismo con el desfase máximo, que disminuye dramáticamente el voltaje en el receptor de acuerdo con la ecuación (1). La situación es mitigada en alguna proporción por el cambio de escala tanto de Δx_s como de Δx_r . Para un prospecto particular esos parámetros son mantenidos normalmente razonablemente constantes, aunque

25 para desfases mayores es ventajoso maximizar Δx_s , suministrada, de la ecuación (5), $\Delta x_s \leq r$. Sin embargo, los otros parámetros son más variables, esto es, la

respuesta de la tierra – con la señal de entrada. De la ecuación (1) se puede ver que la amplitud de la señal recibida es inversamente proporcional a la frecuencia de cambio de la fuente f_s . Por lo tanto, la proporción señal a ruido se puede incrementar al disminuir la frecuencia de cambio de la corriente fuente f_s . Esto es particularmente importante en grandes desfases fuente – receptor. Habiendo dicho esto, existe un límite de que tan bajo debe ser f_s : el tiempo mínimo entre los cambios Δt_s debe ser pequeño comparado con el tiempo al pico de las respuestas del impulso de la tierra:

$$\Delta t_s = \frac{1}{f_s} \ll t_{peak} - t_0. \quad (6)$$

Típicamente, necesitamos

$$\Delta t_s \approx \frac{t_{peak} - t_0}{10}. \quad (7)$$

Por lo tanto, es mejor utilizar una frecuencia de cambio más baja f_s y permitir aun que el pico de la respuesta del impulso de la tierra se separe de la onda sonora.

Para optimizar las mediciones, y de acuerdo con la presente invención, se ha apreciado que normalmente no es posible obtener una buena resolución y buena proporción señal a ruido en todos los desfases con una frecuencia de cambio única f_s . Por el contrario, es normalmente necesario variar f_s con el desfase. De esta manera, para la configuración de la medición MTEM de la figura 1, la frecuencia de cambio f_s puede en principio ser diferente para cada par fuente-receptor.

En el caso marino, la "onda sonora" tiene una forma diferente del impulso agudo que ocurre en el caso de suelo. Su forma depende de la profundidad del agua, las profundidades de la fuente y el receptor por debajo de la superficie del mar, y la separación fuente-receptor. En principio los datos marinos se pueden considerar
5 como iguales al caso del suelo, pero con la onda sonora de tierra de impulso reemplazada por una onda de duración mayor, que es súper impuesta sobre la respuesta de impulso de la tierra.

Tasa de muestreo del receptor f_r

10

En todos los desfases fuente-receptor los datos deben idealmente satisfacer dos
criterios (1) el pico de la respuesta de impulso de la tierra debe separarse de la
onda sonora-esto se requiere para la resolución de características de poca
profundidad, (2) la longitud de la respuesta de impulso $T_{LIST} - t_0$ debe ser mayor
15 que cuatro veces el tiempo al pico $t_{peak} - t_0$; esto es, $T_{LIST} - t_0 > 4(t_{PEAK} - t_0)$. Esto es esencial para la inversión de los datos para resolver el blanco.

Para la mitad del espacio, en este caso el espacio por debajo de la superficie de la tierra, el tiempo del pico se incrementa como al cuadrado del desfase fuente-
20 receptor r (m) e inversamente a la resistividad ρ (ohm m):

$$t_{PEAK} - t_0 = \frac{kr^2}{\rho} \quad (8)$$

La constante k tiene el valor $4\pi \cdot 10^{-8}$ en unidades SI. En desfases cortos como por
25 ejemplo, r_{min} , y para resistividades grandes ρ este tiempo es corto y se requiere una tasa alta de muestreo del receptor.

30

En grandes desfases, por ejemplo, $t_{\max}$, el pulso es mucho mayor y la tasa de muestreo del receptor puede ser menor. En grandes desfases la señal es débil y la frecuencia de cambio de fuente f_s debe ser tan baja como sea posible.

5

No existe punto en sobre muestrear los datos recibidos, pero los datos recibidos deben ser adecuadamente muestreados, de tal manera que la tasa de muestreo del receptor f_r debe ser igual a, o mayor que la frecuencia de cambio de la fuente:

10 $f_r \geq f_s .$ (9)

Idealmente $f_r = f_s$, pero en la practica esto puede no ser posible en razón de las limitaciones de la electrónica del receptor. Si este es el caso, seria conveniente si f_r fuera un múltiplo exacto de f_s :

15

$f_r = m f_s,$ (10)

donde m es un entero.

20 **Número de muestras PBRS N_{PBRS}**

El número de muestras PRBS en la fuente es $N_{PRBS} = 2^n - 1$, donde n es conocido como el orden del PRBS. Suministrada la frecuencia de cambio de la fuente f_s es suficientemente baja, la ganancia del procesamiento en la amplitud de señal

25 después de la desconvolución es casi igual a N_{PRBS} y mucho mayor que $\sqrt{N_{PRBS}}$.

Para obtener los datos adecuados para el costo mínimo, un PRBS largo único se utiliza y solamente se guarda un registro.

Tiempo de escucha T_{LIST} y número de muestras de escucha N_{LIST}

después de la desconvolución la respuesta de impulso recuperada debe ser
suficientemente larga; esto es, la longitud recuperable de la respuesta del impulso
debe ser mayor que cuatro veces el tiempo al pico, como se explico anteriormente.

El tiempo de escucha y el número de muestras de escucha se definen como:

$$\bullet \quad T_{LIST} - t_0 \geq 4(t_{pico} - t_0). \quad (11)$$

$$\bullet \quad N_{LIST} = T_{LIST} / f_r. \quad (12)$$

Número de muestras registradas por ciclo N_T

Si la frecuencia de cambio de la fuente y la tasa de muestreo en el receptor son
iguales (esto es si $f_r = f_s$), el número total de muestras registradas es igual al
número de muestras PRBS más las muestras de escucha:

$$\bullet \quad N_T = N_{PRBS} + N_{LIST} \quad (13)$$

Si la frecuencia de cambio de la fuente y la tasa de muestreo en el receptor no son
iguales (esto es, si $f_r = mf_s$), el número total de muestras es mayor:

$$\bullet \quad N_T = \frac{f_r}{f_s} \cdot N_{PRBS} + N_{LIST} = m \cdot N_{PRBS} + N_{LIST} \quad (14)$$

Número de ciclos registrados en una corrida N_{CYC}

Si el sistema de registro tiene una memoria que es muy pequeña, puede ser imposible obtener una proporción señal a ruido además con un ciclo PRBS único: esto es, con solo un registro de muestras N_T por canal. En este caso una corrida
5 de ciclos N_{CYC} se registra y las tasas resultantes se suman o se apilan, para que cada canal incremente la proporción señal a ruido antes de la desconvolución. La proporción señal a ruido se incrementa como $\sqrt{N_{CYC}}$. Es claramente más eficiente maximizar N_{PRBS} y minimizar N_{CYC} . Esto se puede lograr solamente si existe suficiente memoria en las cajas de registro.

10

Consideraciones operacionales

Se da claro de lo anterior que la proporción del desfase más largo $r_{\max}$ al $r_{\min}$ más corto es de aproximadamente 10. en razón a que a frecuencia de cambio f_s y la
15 tasa de muestreo f_r pueden variar ambas como el cuadrado del desfase, estas dos frecuencias varían en aproximadamente dos ordenes de magnitud desde el desfase más corto al más largo. En el arreglo de la figura 1, no será posible para la fuente única cambiar a diferentes frecuencias simultáneamente, aunque es posible medir y registrar en todos los receptores simultáneamente. En su lugar,
20 para cumplir con los requisitos anteriores, se debe utilizar un rango de frecuencias de cambio de fuente para cada posición de fuente, cada frecuencia de cambio de fuente se selecciona para manejar un rango particular de receptores con base en el desfase fuente – receptor. Para ejemplo de la fuente única de la figura 1, esto significa que la fuente típicamente transmitiría señales de diferentes anchos de
25 banda de frecuencia, determinados por la frecuencia de cambio, y los sistemas de receptores/registro registrarían utilizando la correspondiente tasa de muestreo. Los datos serían elegidos de acuerdo con el desfase improcesados-con-la-señal

- de fuente de ancho de banda apropiada. Alternativamente, fuentes múltiples que tienen anchos de banda de frecuencia no traslapantes se podrían utilizar. En este caso, las señales podrían ser transmitidas simultáneamente. Sin embargo, cuando se hace esto, la combinación del sistema receptor-registro tendría que ser
- 5 configurada para posibilitarle a los diferentes anchos de banda de frecuencia ser separados. En cualquier caso, el sistema de registro debe tener la flexibilidad para hacer frente con el rango de anchos de banda de frecuencia poseídos por los datos MTEM.
- 10 La persona experta apreciara que son posibles variaciones de los arreglos descritos sin apartarse de la invención. las configuraciones alternativas son claramente posibles. De acuerdo con esto, la descripción anterior de la modalidad específica se hace por vía solo de ejemplo y no con propósitos de limitación. será claro para la persona experta que se pueden hacer modificaciones menores sin
- 15 cambios significativos a la operación descrita.

REIVINDICACIONES

1. Un método para optimizar la inspección electromagnética que comprende aplicar una corriente a una fuente de corriente, recibir una señal en uno o más receptores de voltaje y registrar las señales recibidas, caracterizada porque el método involucra variar uno o más parámetros de adquisición como una función de la separación fuente-receptor.
5
2. Un método como se reivindico en la reivindicación 1 en donde los parámetros de adquisición que son variados comprenden por lo menos una frecuencia de cambio en la fuente y una frecuencia de muestreo en el sistema de registro.
10
3. Un método como se reivindico en la reivindicación 2 que comprende variar la frecuencia de cambio y/o la frecuencia de muestreo inversamente como el cuadrado de la separación fuente-receptor.
15
4. Un método como se reivindico en cualquiera de las reivindicaciones precedentes que comprende variar la separación entre los electrodos fuente y la separación entre los electrodos del receptor.
20
5. Un método como se reivindico en la reivindicación 4 en donde la separación varia en proporción a la profundidad de inspección del blanco y/o a la separación entre la fuente y el receptor.
25
6. Un sistema de inspección electromagnética que comprende una fuente de corriente, y uno o más receptores de voltaje para recibir y registrar las

señales recibidas, caracterizado porque uno o más parámetros de adquisición utilizados por la fuente y/o el o cada receptor se seleccionan como una función de la separación fuente-receptor.

- 5 7. Un sistema como se reivindica en la reivindicación 6 en donde los parámetros de adquisición son por lo menos uno de una frecuencia de cambio en la fuente y una frecuencia de muestreo en el sistema de registro.
- 10 8. Un sistema como se reivindica en la reivindicación 7 en donde la frecuencia de cambio y/o la frecuencia de muestreo se seleccionan inversamente como el cuadrado de la separación fuente-receptor.
- 15 9. Un sistema como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones 6 a 8 en donde la separación entre los electrodos de la fuente y la separación entre los electrodos del receptor se selecciona como una función de la profundidad de inspección del blanco y/o a la separación entre la fuente y el receptor.
- 20 10. Un sistema como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones 6 a 9 en donde se suministra una pluralidad de receptores y la fuente es operable para suministrar una corriente en una pluralidad de diferentes anchos de banda de frecuencia, cada ancho de banda de frecuencia se selecciona como una función de la separación de uno de los receptores de la fuente.
- 25 11. Un sistema como se reivindica en la reivindicación 10 en donde la fuente comprende una pluralidad de diferentes fuentes cada una operable para suministrar corriente en un rango de secuencia diferente.

12. Un sistema como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones 6 a 11 en donde la fuente de corriente comprende por lo menos una fuente bipolo de corriente y el o cada receptor de voltaje comprenden por lo menos un receptor bipolo de voltaje.

5

OPTIMIZACIÓN DE PARÁMETROS MTEM

RESUMEN

- 5 Un método para optimizar inspecciones electromagnéticas que comprende aplica corriente a una fuente de corriente, recibir una señal en uno o más receptores de señal y registrar las señales recibidas, caracterizado al variar uno o más parámetros de adquisición como una función de la separación de fuente-receptor.

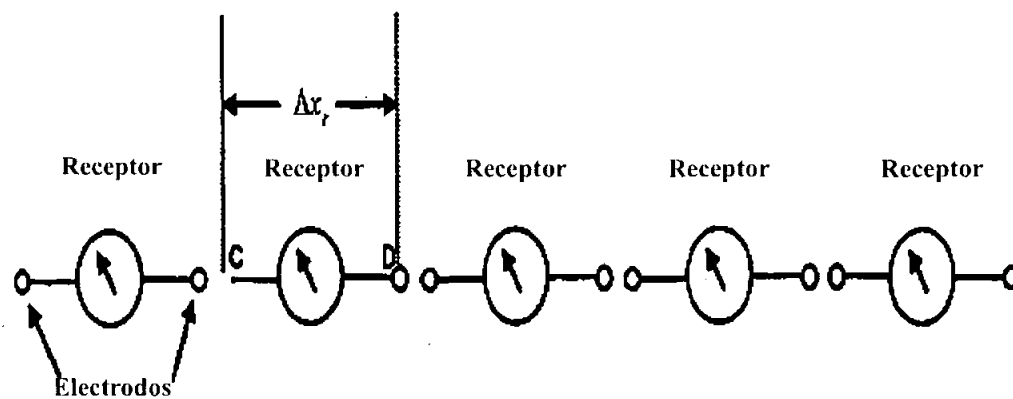
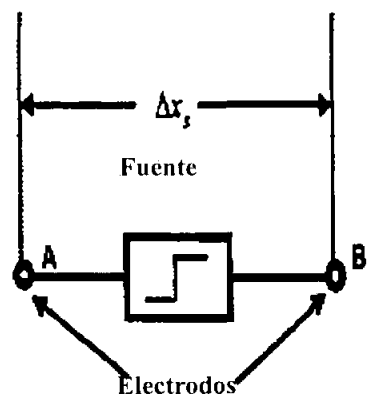


Figura 1

Parámetro	Nombre	Unidades
d	Profundidad objetivo	m
ρ	Resistividad de Sobrecarga	Ohm m
Δx_s	Separación de electrodo de fuente	m
Δx_r	Separación de electrodo de receptor	m
I	Nivel de corriente	A
f_s	Frecuencia de conmutación de fuente	Hz
F_r	Frecuencia de muestreo del receptor	Hz
r	Distancia del centro de fuente a un centro del receptor	m
r_{min}	Distancia del centro de fuente al centro de receptor más cercano	m
r_{max}	Distancia del centro de fuente al centro de receptor más cercano	m
N_{PRBS}	Número de muestras PRBS	
T_{LIST}	Tiempo de escuchas	s
N_{LIST}	Muestras de escuchas	
N_T	Número de muestras registradas por ciclo	
N_{CYC}	Número de ciclos registrados en una serie	
N_{box}	Número de cajas activas	

Figura 2

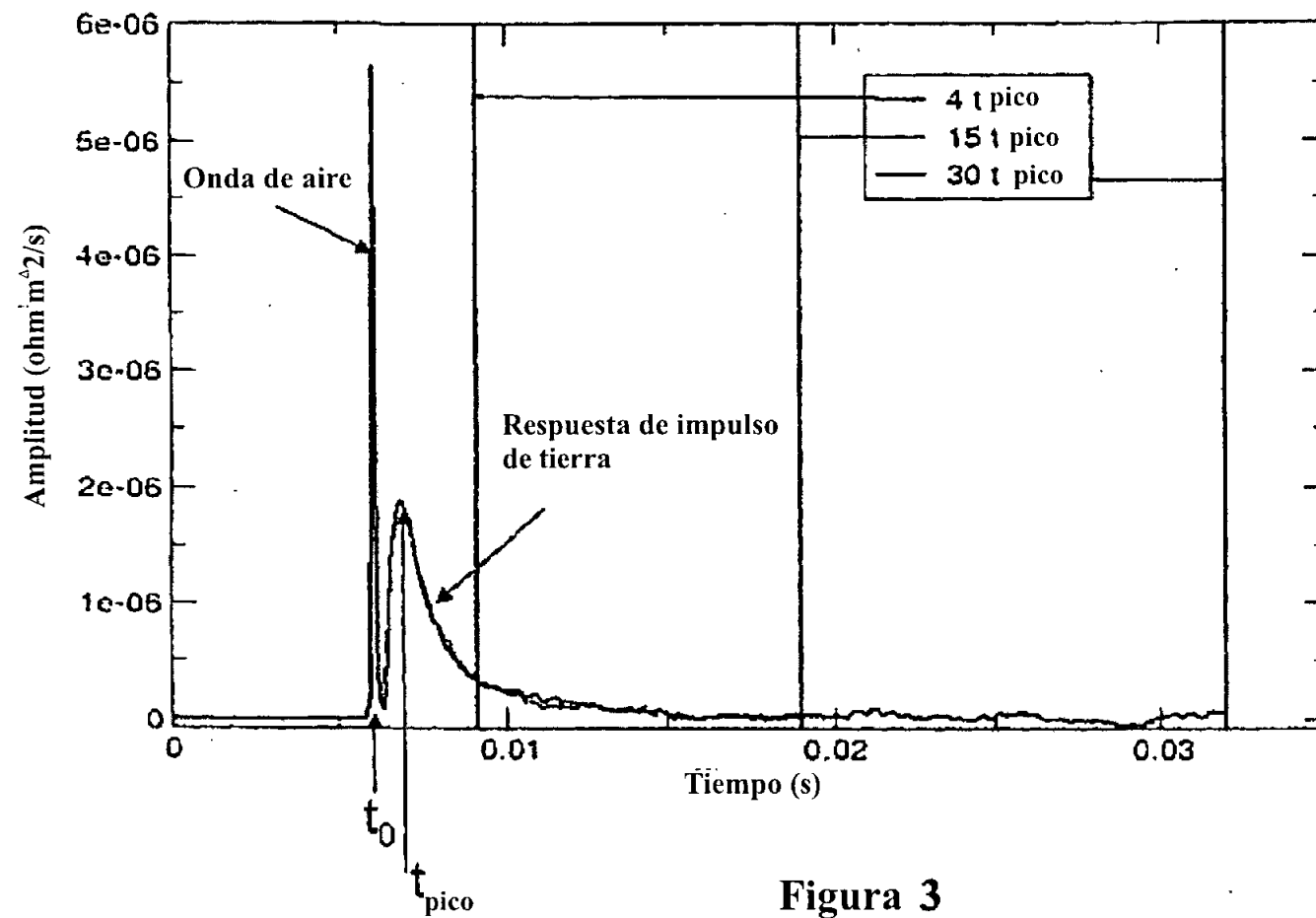


Figura 3

40

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/GB2007/000843

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G01V3/12

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G01V

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

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

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2004/140811 A1 (CONTI UGO) 22 July 2004 (2004-07-22) paragraphs [0027], [0029] claims 18,26,27	1-12
X	US 3 134 941 A (NORELIUS RUSSELL G) 26 May 1964 (1964-05-26) column 4, line 3 - line 9 column 10, line 12 - line 51 figures 2a,2b	1,6
A	US 2 690 537 A (WEISS OSCAR ET AL) 28 September 1954 (1954-09-28) column 7, line 11 - line 18 column 10, line 12 - line 15	4,5,9
	----- -/--	

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

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *Z* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

6 June 2007

Date of mailing of the international search report

15/06/2007

Name and mailing address of the ISA/

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

Authorized officer

SCHNEIDERBAUER, K

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/GB2007/000843

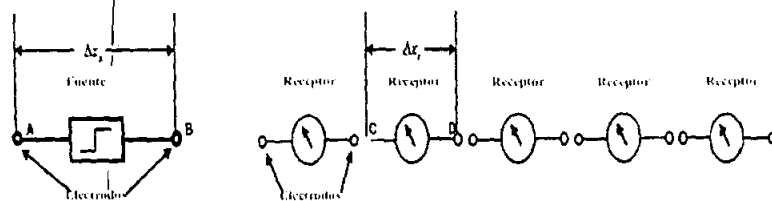
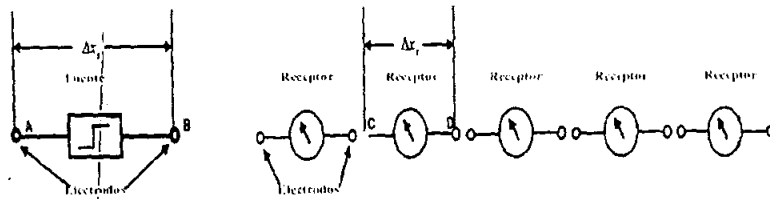
C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2 342 626 A (EVJEN HAAKON M) 29 February 1944 (1944-02-29) page 2, line 73 - page 3, line 1 page 3, line 67 - line 70 -----	4,5,9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/GB2007/000843

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2004140811	A1	22-07-2004	US 2004145370 A1	29-07-2004
US 3134941	A	26-05-1964	NONE	
US 2690537	A	28-09-1954	NONE	
US 2342626	A	29-02-1944	NONE	





**SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE SENA
GRUPO TELEINFORMÁTICA
FORMACIÓN APOYADA EN AMBIENTES VIRTUALES**

MANEJO DE HERRAMIENTAS OFIMÁTICAS: MICROSOFT PROJECT

Fecha:

06/10/2009

Página 1 de 3

EJEMPLO CREAR DIAGRAMA DE RED

1. Para llevar a cabo la adecuación de un local se tienen en cuenta las siguientes actividades.

ACTIVIDAD/TAREA	DURACION	PREDECESORAS
LIJAR PAREDES	2 DIAS	
REPELLAR	4 DIAS	LIJAR PAREDES
ADECUACIONES ELECTRICAS	3 DIAS	REPELLAR
PINTAR PAREDES	3 DIAS	LIJAR PAREDES; PINTAR PAREDES

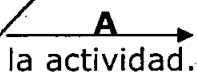
Para mayor comodidad vamos a darle un nombre de letra a cada tarea y la tabla puede quedar así:

ACTIVIDAD	DESCRIPCION	DURACIÓN	PREDECESORAS
A	LIJAR PAREDES	2 DIAS	
B	REPELLAR	4 DIAS	A
C	ADECUACIONES ELECTRICAS	3 DIAS	
D	PINTAR PAREDES	3 DIAS	B;C

Para realizar el diagrama vamos a tener en cuenta las siguientes convenciones:



Nodo, un círculo con un número dentro de él, se van enumerando de 1 en 1.



Una flecha indica la actividad o tarea, se coloca el nombre de la actividad.

SOLUCIÓN:

Para iniciar el diagrama, empezamos con un nodo con número 0, y de él sale la actividad A que es la primera tarea de la tabla así:

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

NIT : 900176089-2

RECIBO OFICIAL DE CAJA : 08 - 71,360
FECHA : SEPTIEMBRE 8 DE 2008

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 08-095698- -00000-0000

Fecha: 2008-09-10 16:44:19 Dep. 2020 NUECREACIONI
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 46

**** CONSIGNACION ****

DEPOSITANTE	TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PAGO	Vr. PAGO
CAVELIER ABOGADOS	CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062754387	7438804	08/09/2008	41,250,000.00

**** CONCEPTO ****

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

SON: QUINIENTOS UN MIL PESOS

RESPONSABLE :

RECIBO DE CAJA APLICADO AL EXPEDIENTE No.

COLO: 16707-841-001-3.



No. 08-095698- -00000-0000

Fecha: 2008-09-10 16:44:19
Tra. 11 PATENTEIYII
Act. 411 PRESENTACION

Dep. 2020 NUECREACION
Eve: 378 FASENACIONALI
Folios: 46

Industria y Comercio
SUPERINTENDENCIA

**REQUISITOS MINIMOS PARA ADMISION A TRAMITE
PCT**

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 trazado []
- ◆ Comprobante de pago de las tasas establecidas []

COMPLETA []

INCOMPLETA []

Sandra Rodríguez
Firma Responsable

Fecha SEP-10-08

Carrera 13 No. 27-00 Piso 5, 7 y 10
Conmutador: 3 82 08 40
Fax: 350 52 20
E-mail: info@sic.gov.co
www.sic.gov.co
Bogotá, D.C., Colombia

48

REPUBLICA DE COLOMBIA
SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

Bogotá,
2020

Doctor(a)
FERRERO EMILIO

REFERENCIA	Radicación No.	8 95698
	Solicitud internacional	PCT/GB2007/000843
	Fecha inicio fase nacional	10/10/2008
	Trámite	11
	Evento	378
	Actuación	430
	Oficio No.	16099

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

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

2. La solicitud no contiene el poder debidamente otorgado, con el lleno de los requisitos exigidos por los artículos 63 y subsiguientes del Código de Procedimiento Civil. Adicionalmente, deberá presentar el documento que acredita la existencia y representación legal de la sociedad solicitante, cuando ésta fuere persona jurídica.

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

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

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

El anterior requerimiento fue notificado por fijación en lista de fecha 19 DIC. 2008
cegomez