

267,464



267464

PATENTE DE INTRODUCCION

Que por diez años se solicita, para España y sus posesiones, a favor de la firma Robert H. Ray International, Inc., con domicilio en Panama City, República del Panama, y que ha de recaer sobre "METODO DE EXPLORACION GEOFISICA POR GENERACION Y REGISTRO DE ONDAS SISMICAS"

Memoria Descriptiva

El registro de Patente de Introducción que se solicita tiene por objeto garantizar la explotación exclusiva en todo el territorio nacional y sus posesiones de un método de exploración geofísica por generación y registro de ondas sísmicas.

La presente invención se refiere a métodos de exploración sísmográfica, y más particularmente a mejoras en los mismos, según expuestas en solicitud de patente estadounidense de Burton McCollun, número de serie 413,297, presentada el 1º de marzo de 1.954.



En la susodicha solicitud de McCollun se exponen métodos, sistemas y aparatos de exploración sismográfica que comprenden una estación principal o controladora, una pluralidad de estaciones subordinadas espaciadas y una estación detectora, y en virtud de los cuales una pluralidad de sacudidas sísmicas son producidas por orden de sucesión en las respectivas estaciones subordinadas, detectándose las consiguientes ondas sísmicas, por orden de sucesión, en la estación detectora, obteniéndose seguidamente registros individuales de las ondas sísmicas detectadas en la estación principal, y produciendo finalmente un registro compuesto a partir de los registros individuales.

Las sacudidas sísmicas sucesivas son producidas en las respectivas estaciones subordinadas por caídas, por orden de sucesión, en las mismas de una pesa determinada sobre la superficie del suelo siendo la pesa llevada a las diferentes estaciones en un vehículo movable, y dejándose caer en cada caso desde una altura fija por encima de la superficie del suelo mediante un mecanismo soltador llevado por el vehículo movable. También, en la disposición, las ondas sísmicas producidas por los impactos mencionados contienen datos deseables, característicos de las profundidades de los principales horizontes reflectores debajo de la superficie del suelo, así como también datos indeseables característicos de discontinuidades menores del suelo debajo de su superficie; debido a ello, los registros individuales contienen unos primeros componentes substancialmente en fase, representativos de los datos deseables mencionados y unos segundos componentes substancialmente fuera de fase, representativos de los datos indeseables mencionados, de modo que los primeros componentes en los registros individuales son substancialmente reforzados en el registro compuesto, y los segundos componentes en



los registros individuales son substancialmente atenuados en el registro compuesto.

5 Si bien ese método es bastante satisfactorio, está sujeto a ciertas criticas de menor importancia, relativas a pequeñas inexactitudes que son introducidas en el mismo por ciertos factores variables que se presentan en una exploración geofísica y que deben ser tenidos en cuenta y compensados por el geofísico en su interpretación subsiguiente del correspondiente registro compuesto específico.

10 En consecuencia, una finalidad general de la presente invención consiste en proporcionar un método de exploración geofísica del carácter descrito que incorpora perfeccionamientos que compensan automáticamente las pequeñas inexactitudes observadas de modo que la resultante onda de registro compuesta no requiere
15 ninguna interpretación altamente especializada por un geofísico experimentado familiarizado con la exploración geofísica específica, sino que más bien constituye un registro exacto de los fenómenos producidos por formaciones geológicas características y bien conocidas, debido a lo cual el registro compuesto puede ser
20 interpretado de manera fácil y simple por cualquier persona familiarizada con esta materia, y con independencia de todo conocimiento particular de la exploración geofísica específica.

25 Otra finalidad de la invención consiste en proporcionar un método de exploración geofísica, del carácter descrito, que incorpora una disposición mejorada para compensar los intervalos de tiempo variables que se producen en la caída real de la pesa en las diversas estaciones subordinadas.

30 Una finalidad adicional de la invención consiste en proveer en un método del carácter descrito una disposición para compensar progresivamente los diferentes componentes de la onda sísmica resultantes de los diferentes horizontes reflectores dis-



puestos a profundidades progresivamente mayores debajo de la superficie del suelo.

5 Una finalidad adicional de la invención consiste en proveer en un método de exploración geofísica, del carácter descrito, una disposición para compensar inicialmente las variaciones en el carácter de la capa relativamente blanda, alterada por los agentes atmosféricos, del suelo adyacente a su superficie.

10 Una finalidad más de la invención consiste en proveer en un método de exploración geofísica, del carácter descrito, una disposición para introducir los deseables desplazamientos de fase de tiempo en los componentes de ondas sísmicas detectadas antes del registro, para corregir diferencias de elevación.

15 Otras particularidades más de la invención residen en la disposición particular de las etapas del método, debido a lo cual se realizan las finalidades arriba esbozadas y las particularidades de accionamiento adicionales.

20 La invención, tanto en cuanto a su organización como con respecto a su principio de funcionamiento, conjuntamente con otras finalidades y ventajas de la misma, se comprenderá mejor, haciendo referencia a la siguiente memoria descriptiva considerada con relación a los gráficos adjuntos, en los cuales:

25 La figura 1 es una ilustración diagramática de los recorridos de rayo de una onda elástica comportada por la exploración geofísica de acuerdo con el método de la presente invención.

30 La figura 2 es una ilustración diagramática del diagrama de una estación detectora y una pluralidad de estaciones subordinadas utilizadas en la exploración geofísica.

La figura 3 es otra ilustración diagramática de los recorridos de una onda elástica comportada por la exploración geofísica.



En la exploración sismográfica de horizontes de subsuelo a fin de localizar petróleo o minerales, un método común empleado es el que se conoce como método de reflexión. En este método, una onda elástica es generada en un punto apropiado, por lo general cerca de la superficie del suelo, y esta onda irradia en todas las direcciones desde su fuente originaria hasta encontrar discontinuidades, tales como límites entre arenas, arcillas esquistosas y calizas etc., y en tales límites una parte de la energía de la onda es reflejada hacia la superficie donde es detectada y registrada por aparatos bien conocidos. En este método, las ondas reflejadas que se desplazan más o menos verticalmente son las que son de interés principal para el geofísico. Sin embargo, tal como el método se usa en la práctica, las ondas que se desplazan verticalmente no son las únicas ondas detectadas en la superficie del suelo, dado que existe generalmente una gran cantidad de energía irradiada en una dirección más o menos horizontal. Una explicación de este fenómeno se ilustra en la figura 1 de los gráficos, en la cual una fuente de ondas elásticas está situada en una estación de campo 11 adyacente a la superficie del suelo, y los diversos componentes de la onda irradian en todas las direcciones, según lo simbolizan los recorridos 12, 13, 14 etc. Por lo común existe cerca de la superficie del suelo una zona en la cual la velocidad de propagación de las ondas es substancialmente menor que en las formaciones más profundas. Las propiedades de esta zona o capa 15 cerca de la superficie son por lo común complejas y sumamente variables, pero sus efectos sobre los registros de exploración sismográfica pueden ser interpretados claramente, examinando un ejemplo simplificado, tal como representada en la figura 1, donde se supone que un límite 16 esté dispuesto entre la zona arenosa 15 y la adyacente zona sub-



yacente 17. Ahora bien, si la velocidad de propagación de las ondas en el medio 15 es V_{15} y en el medio 17 es V_{17} , se puede demostrar que los recorridos, tales como 12 y 13, dispuestos dentro de cierto ángulo 18, pasan por el límite 16 con sólo una pequeña porción de la energía reflejada hacia la superficie del suelo, tal como se indica en 12'. Empero, los recorridos ejemplificados por 14, que están fuera del ángulo crítico 18, al encontrarse con el límite 16, son reflejadas totalmente. Es cosa bien conocida que el ángulo crítico 18, más allá del cual se produce la reflexión total, está dado por la siguiente relación: seno del ángulo 18 es mayor que la relación V_{15}/V_{17} . Por lo general, el factor V_{15} es harto reducido en comparación con V_{17} , de modo que la mayor parte de la energía irradiada desde el origen de la onda será totalmente reflejada en el límite 16, un hecho bien conocido por los geofísicos. Estos recorridos totalmente reflejados, al encontrarse con la superficie del suelo serán nuevamente reflejados totalmente, tal como se indica en 10. Como consecuencia de ello, la mayor parte de la energía elástica emergente del origen 11 es permanentemente limitada a la capa superficial 15 y progresa en la misma radialmente hacia afuera, tal como lo indica la flecha 19, a una velocidad aparente que es substancialmente inferior a la velocidad real V_{15} que, a su vez, es mucho menor que la velocidad V_{17} en el medio más profundo 17. Estas ondas 14 que progresan horizontalmente, así como los rayos reflejados 12, llegan finalmente a la estación detectora 20, donde son detectadas y causan en la misma la generación de análogos eléctricos de las ondas elásticas. En la práctica, la distancia entre el origen de la onda en la estación 11 y los detectores en la estación detectora 20, tal como medida en una línea directa, es mucho menor que la distancia entre las estaciones por vía del recorrido reflejado 12, pero debido al progreso relativamente len-



to de las ondas 14, que progresan horizontalmente, resultante
tanto de la poca velocidad en la zona superficial 15 y en reco-
rrido en zigzag de estas ondas, tal como arriba explicado, los
dos sistemas de ondas llegan a menudo a la estación detectora
5 20 aproximadamente al mismo tiempo. Estas ondas 14, que progre-
san horizontalmente, están sujetas tanto a reflexión como a re-
fracción en numerosos límites causados por condiciones bien co-
nocidas por los geofísicos. También, estos trenes de ondas 14
que progresan horizontalmente, y sus componentes reflejados y
10 refractados, que están virtualmente aprisionados en la capa su-
perficial 15, muy similar al sonido aprisionado en un tubo par-
lante, continúan repercutiendo durante un periodo por lo común
más largo que el que requieren los trenes de onda 12 que se des-
plazan verticalmente, para llegar a la estación detectora 20
15 desde cualesquiera profundidades debajo de la superficie del sue-
lo en que está interesado el geofísico. Además, estas ondas 14,
indeseables, que progresan horizontalmente, obscurecen a menudo
completamente las ondas 12 deseables que se desplazan vertical-
mente; y en otros casos, cuando estas últimas ondas no son del
20 todo obscurecidas, la interferencia entre los dos sistemas de
ondas produce deformaciones y desplazamientos de fase que hacen
difícil o imposible la interpretación exacta de los registros.

Haciendo ahora referencia a la figura 2, se ilustra en
la misma diagramáticamente en plan básico del presente método
25 de exploración geofísica. La estación maestra 30 controla una
pluralidad de estaciones subordinadas 31, 32, 33, etc., y 34,
indicándose en la estación 41 una fuente de ondas sísmicas 41.
A una distancia conocida a partir de las estaciones subordina-
das se encuentra una estación detectora 42, eléctricamente co-
30 nectada con la estación principal 30, que puede ser una sola



5
10
15
20
25
30

unidad o un número de unidades eléctricamente conectadas en serie o en paralelo o en serie-paralelo, que funcionan como una sola unidad. La distancia entre la estación detectora 42 y las diversas estaciones subordinadas 31, 32 etc. puede variar ampliamente desde un mínimo de aproximadamente 30,48m, o menos, hasta un máximo de aproximadamente 3,22 km. o más, y por lo general tales distancias variarán entre aproximadamente 152,4 m y 914,4 m. A fin de demostrar los cálculos aplicables, supóngase que la distancia entre la fuente de ondas elásticas 41 y la estación detectora 42 varíe desde un máximo de 457,2 m hasta un mínimo de 152,4 m. Si ahora una onda sísmica es generada por la fuente 41 en la estación 31, a una distancia de 457,2 m de la estación detectora 42, y se efectúa un registro de las ondas resultantes que llegan a la estación detectora 42, el registro contendrá no solamente las ondas deseadas que se desplazan verticalmente, sino también la totalidad de las ondas indeseables que se desplazan horizontalmente, tal como descrito con referencia a la figura 1, y estas últimas ondas pueden obscurecer en gran parte o totalmente las primeras ondas. Según se describirá más detalladamente más adelante en la presente, este registro se efectúa en un medio magnético y se almacena para ser usado en el futuro. Si ahora la fuente 41 se traslada a la estación subordinada 32 que está situada a una distancia de 442 m de la estación detectora 42, o sea 15,2 m más cerca, y si se efectúa un segundo registro y se registra como el anterior sobre un tambor de registro, los sucesos correspondientes en los dos registros tendrán una relación definida entre sí. A fines de un cálculo ilustrativo, se puede suponer que la velocidad de onda V_{17} , que es la velocidad vertical media desde la base de la capa superficial 15 a cualquier límite reflector bajo consideración a la profundidad "h",



5 sea de 3048 m por segundo. Al considerar la velocidad de onda
 V15 en la capa arenosa 15, debe hacerse un distingo entre la
 velocidad real y la velocidad aparente, o régimen de progre-
 sión horizontal de las ondas. La experiencia enseña que régi-
 10 menes de progresión de 914,4 m hasta 1524 m por segundo son
 comunes, de modo que se puede suponer un valor promedio de
 1219,2 m por segundo. La diferencia en el tiempo de llegada de
 fenómenos correspondientes en los susodichos registros es de
 15,2 m dividida por el régimen de progresión de 1219,2 m por
 20 segundo, o 12,5 milisegundos. Esto se aplica no solamente a
 las ondas que progresan directamente desde la fuente 41 al de-
 tector 42, sino también a las ondas que son reflejadas dentro
 de la zona arenosa 15 y que repercuten durante un tiempo conside-
 rable antes de bajar a un nivel de energía inferior al de las
 25 ondas 12 que se desplazan verticalmente desde los horizontes más
 profundos.

Considerando ahora las ondas que se desplazan vertical-
 mente, si "x" es la distancia directa desde la fuente 41 a la
 estación detectora 42, y si "h" es la profundidad del horizonte
 20 reflector debajo de la superficie del suelo, la distancia total
 " l " que recorre la onda será:

(1)
$$l = \sqrt{x^2 + 4h^2}$$

y el tiempo de recorrido "t" de la onda será:

(2)
$$t = \frac{\sqrt{x^2 + 4h^2}}{V17}$$

25 Así, la diferencia en los tiempos de recorrido de las dos on-
 das mencionadas que se desplazan verticalmente, será:

(3)
$$t = \frac{\sqrt{x_1^2 + 4h^2} - \sqrt{x_2^2 + 4h^2}}{V17}$$



La ecuación 3 descuida, por de pronto, la capa superficial 15, de baja velocidad, dispuesta adyacentemente a la superficie del suelo, alterada por los agentes atmosféricos, que se considerará más detalladamente más adelante en la presente.

5 Cuando los valores ya mencionados ($x_1 = 457,2'$; $x_2 = 442'$) se substituyen en la ecuación 3, y suponiendo para este ejemplo que "h" = 2438,4 m y $V_{17} = 3048$ m/seg., se puede derivar un valor de $\Delta t = 0,44$ milisegundo. Suponiendo ahora que el sistema re-
10 gistrador tenga un filtro de fase manual que deja pasar ondas con una frecuencia de aproximadamente 40 ciclos/segundo, un valor muy común, tendrán una longitud de onda, expresada en términos de tiempo, de 25 milisegundos.

15 Considerando ahora los valores de tiempo arriba derivados, para el caso de las ondas 14 que se desplazan horizontalmente, la diferencia de tiempo es 12,5 milisegundos, o sea $1/2$ longitud de onda; mientras que para las ondas 12 que se desplazan verticalmente, la diferencia de tiempo es sólo 0,44 milisegundo, o solamente 0,017 longitud de onda. Resulta, pues, si se efectúa un registro
20 de onda compuesto de los dos registros de onda individuales arriba mencionados, las ondas que progresan horizontalmente se cancelarán completamente entre sí, mientras que las ondas que se desplazan verticalmente, estando casi en fase, serán acumulativas. Aunque en la práctica real tal cancelación completa de ondas que
25 progresan horizontalmente no puede ser realizada, este procedimiento, si se realiza tal como descrito, resultará en una reducción muy grande de la relación de las energías de las ondas horizontales y verticales, mejorando así grandemente los registros y haciendo más exacta la interpretación de los mismos.

30 De acuerdo con el presente método, el procedimiento arriba descrito se repite en las diversas estaciones subordinadas 33, etc.,



de modo que se produzca y se almacene un gran número de registros individuales, moviéndose la fuente de ondas sísmicas 41, por orden de sucesión, a las estaciones subordinadas 33, etc., y siendo las ondas sísmicas producidas por orden de sucesión detectadas por la estación detectora 42 y registradas en la estación principal 30. Subsiguientemente se efectúa un solo registro compuesto de todos los registros individuales, tal como expuesto en la susodicha solicitud de patente, debido a lo cual los correspondientes fenómenos deseables que se desplazan verticalmente son en gran parte aditivos, resultando en una acumulación substancial de la amplitud de tales fenómenos en el registro compuesto, mientras que los fenómenos indeseables que se desplazan horizontalmente tenderán, por lo general, a disminuir. Sin embargo, existen importantes limitaciones del procedimiento arriba esbozado, que limitan fuertemente la eficacia del método, y estas limitaciones deben ser superadas a fin de producir una técnica totalmente satisfactoria.

Es evidente que el primer requisito para eliminar del registro compuesto los fenómenos que progresan horizontalmente, arriba descritos, acumulando al mismo tiempo en el registro compuesto los fenómenos deseados que se desplazan verticalmente, consiste en la combinación de dos técnicas básicas, es decir un registrador integrador, y un procedimiento sobre el terreno que comprende una considerable dispersión lateral de la fuente de ondas sísmicas. Si bien esta combinación general se expone en la mencionada patente de McCollum, el presente método comprende técnicas adicionales, ideadas para reducir al mínimo ciertas dificultades inherentes que se presentan.

Al usar el registrador integrador para los presentes fines, es decir la integración de un gran número de registros tomados con la fuente de ondas sísmicas dispersada sobre grandes dis-



tancias, es necesario por razones económicas usar una fuente de ondas sísmicas que se pueda mover rápidamente de una estación subordinada a la siguiente, y que en cada estación pueda generar una onda sísmica sin demora material y a bajo costo. Esto se puede realizar de una manera totalmente satisfactoria mediante el uso de una pesa cayente llevada por un vehículo móvil. El mecanismo móvil para el lanzamiento de la pesa se describe en la patente que con esta misma fecha se solicita en relación con la instalación necesaria para su aplicación.

Un problema mayor en el uso del registrador integrador es el asegurar que fenómenos correspondientes, en registros sucesivos, lleguen a la banda registradora lo suficientemente en fase para poder hacer una integración eficaz de una pluralidad de registros, lo que requiere que cualquier desplazamiento de fase debe ser sólo una pequeña fracción de una longitud de onda, preferentemente inferior a $1/4$ de longitud de onda. En el caso de las longitudes de onda más cortas que a menudo se presentan en la exploración sismográfica, esto significa que la diferencia de fase entre fenómenos correspondientes, en registros sucesivos, no debe ser superior a unos pocos milisegundos. Sin embargo, cuando se usa una pesa cayente para generar las ondas sísmicas, las variaciones inevitables en el tiempo de la generación de las ondas sísmicas son a menudo de una magnitud tal que hace virtualmente imposible una integración eficaz, a no ser que se provea una compensación apropiada. Variaciones en el tiempo del desen-ganche de la pesa, variaciones en la fricción del mecanismo enrollador-desenrollador, y variaciones en la altura de caída de la pesa resultantes de irregularidades del terreno, se combinan todas ellas para producir desplazamientos de fase que pueden ir hasta una longitud total de onda o más, especialmente en el caso de las ondas más cortas.



Otro factor variable resulta de la dispersión de la fuente de ondas sobre una gran distancia o área a fin de eliminar las perturbaciones que se desplazan horizontalmente. Esto conduce a variaciones en el tiempo de recorrido de los correspondientes fenómenos reflejados a partir del mismo horizonte; y esta variación es diferente, dependiendo tanto del espacio entre la fuente de ondas y los detectores, como también, para un espacio determinado, de las profundidades de los horizontes reflectores individuales.

Otra fuente más de variaciones de fase reside en la existencia cerca de la superficie del suelo, en casi todas las áreas, de una capa alterada por los agentes atmosféricos, bien conocida por los geofísicos. La misma es generalmente una capa de baja velocidad, que varía tanto en espesor como en velocidad, y que introduce variaciones de importancia en el tiempo de recorrido de las ondas reflejadas, y produce por lo tanto desplazamientos de fase que son a menudo demasiado grandes para tenerlos en cuenta.

Otro factor variable más, son las variaciones en que la elevación de superficie en las estaciones subordinadas resulta en variaciones del tiempo de recorrido a partir de estaciones subordinadas individuales.

En condiciones sobre el terreno, diversos factores causan variaciones en el tiempo de la generación real de la onda sísmica, aunque esta señal de caída se repita siempre en el mismo momento. Entre otras cosas, la masa y la fricción en el mecanismo enrollador-desenrollador causan variaciones en el tiempo entre la recepción de la señal de caída por el mecanismo de desenganche y la soltura real de la pesa. Otra fuente de variación en el tiempo de la generación de la onda sísmica es la

67464



5 variación inevitable en la altura de la caída, y variaciones subs-
tanciales en este factor son causadas por irregularidades del te-
rreno. Además, aun en suelo plano, así como también en otras partes,
el carácter de la capa superficial del suelo varía muchísimo de lu-
gar a lugar. Cuando roca dura se encuentra sobre o muy cerca de la
superficie, el suelo cede muy poco, excepción hecha de desplaza-
mientos elásticos causados por el impacto de la pesa, de modo que
la distancia efectiva que recorre la pesa al caer es substancial-
mente idéntica a la distancia medida desde la posición elevada de
10 la pesa a la superficie del suelo. En otros lugares habrá a menudo
una capa blanda in-elástica de material superficial cuyo espesor
varía hasta un decímetro o más; un campo arado representa un caso
extremo de esta condición. Cuando la pesa cayente primero empieza
a comprimir este material, encuentra muy poca resistencia y por
15 ello no imparte al suelo ningún impacto apreciable en el momento
del contacto. Empero, al ser comprimido el material blando, es rá-
pidamente comprimido en una medida tal que adopta un alto grado
de incompresibilidad. Es en este momento que se produce el impac-
to eficaz de la pesa y se genera la onda sísmica. Dado que la pe-
20 sa tiene, a una altura de caída normal, una velocidad final de apro-
ximadamente 7,62 m por segundo, la compresión de la capa inelásti-
ca da como resultado un desarrollo más tardío del impacto que si no
hubiera existido ninguna capa blanda inelástica. La experiencia
demuestra que las susodichas causas de variación en el tiempo de impac-
25 to se presentan tan a menudo y son de una magnitud tal, que es
la regla más bien que la excepción que los registros sucesivos es-
ten tan fuera de fase que resulte imposible una integración eficaz
de los fenómenos correspondientes. De ahí que, a fin de hacer de la
pesa cayente del presente método una técnica que ^{se} pueda aplicar en
30 la práctica, es necesario, cuando se efectúa cada registro, evaluar



los susodichos factores variables y eliminar sus efectos de los registros. En el presente sistema se proveen controles y verificaciones que detectan y miden las variaciones de tiempo que se presentan a partir de cualesquiera de todas las causas, entre la transmisión de la señal de la soltura de la pesa y la generación real de la onda sísmica. También, el sistema hace entrar en acción automáticamente factores compensadores que hacen que todos los fenómenos correspondientes de los registros sucesivos estén en coincidencia de fase muy estrecha, de modo que se puede efectuar una integración eficaz, independientemente de la causa ni importancia de las variaciones individuales que pudieren presentarse en el momento de la generación de la onda sísmica.

Más particularmente el sistema comprende: (1) unos elementos detectores de impactos que determina el momento exacto de la generación de la onda sísmica y que coopera en la evaluación y corrección de todas las variaciones a partir de la norma; (2) unos elementos medidores que miden la desviación a partir de la norma, del tiempo transcurrido entre la señal de soltura de la pesa y la generación real de la onda sísmica; y (3) elementos correctores que desplazan la fase de todos los fenómenos sísmicos entrantes en una cantidad suficiente para corregir la desviación en el momento de la generación de la onda sísmica después del accionamiento de la señal de soltura de la pesa, haciendo así virtualmente perfecta la integración de registros sucesivos.

Ya se ha señalado con relación a la figura 2, que a fin de eliminar las repercusiones molestas que progresan horizontalmente, es necesario efectuar un registro compuesto de un gran número de registros individuales, mientras la fuente de la onda 41 se dispersa sobre grandes distancia o áreas (en las diferentes estaciones subordinadas 31, 32, 33, etc.) para aumentar la intensidad de las



ondas útiles que se desplazan verticalmente y para suprimir las ondas que se desplazan horizontalmente. Sin embargo, para alcanzar este objetivo en medida deseada, es necesario hacer variar la distancia entre la fuente 41 de la onda sísmica y el detector 42 en una medida tan extensa que ni siquiera las ondas que se desplazan verticalmente se integran eficazmente. Tal como ya se señaló con relación a la figura 2, si el desplazamiento de la fuente 41 entre sucesivas estaciones subordinadas 31, 32 etc. es suficiente para proporcionar la supresión más eficaz de las ondas que se desplazan horizontalmente, resulta que la longitud del recorrido de las ondas difiere tanto que la integración de las ondas que se desplazan verticalmente no será satisfactoria; y se recordará que los cálculos hechos más arriba en la presente trataban de distancia entre la fuente 41 y el detector 42 que eran relativamente reducidas, y que se suponía que el horizonte reflector fuera relativamente profundo. Estos cálculos representan una combinación favorable, y en las suposiciones de los mismos, resultó que las ondas que se desplazan verticalmente se integraban eficazmente en toda la extensión supuesta. En la práctica es por lo común conveniente emplear un mayor espaciado entre la fuente 41 y la estación detectora 42 que el arriba supuesto, y es también importante integrar fenómenos reflejados a partir de horizontes mucho más arenosos que los arriba supuestos.

Ahora bien; cuando esto se examina con mayor detención, se encontrará que se presentan a menudo serias dificultades de integración, y para ilustrar la magnitud de estas dificultades se efectúan algunos cálculos adicionales suponiendo variaciones en la distancia de la caída y en la profundidad de los horizontes reflectores que son compatibles con la experiencia real sobre el terreno. En estos cálculos adicionales se supone nuevamente que la velocidad V_{17} sea de 3048 metros por segundo y que la distancia entre las caídas varía desde un máximo de 762 metros



hasta un mínimo de 0 metros. Empleando la susodicha ecuación 3 para Δt , en la cual $x_2 = 0$, se han hecho cálculos, y los valores de Δt se han agrupado en forma de tabla para un número de diferentes horizontes reflectores a diferentes profundidades bajo la superficie del suelo en toda la gama en que normalmente está interesado el geofísico. En esta reducción a forma tabular, se supone que los horizontes reflectores están dentro de la gama de 1066,8 metros hasta 3657,6 metros bajo la superficie de suelo, y las distancias de caída entre la fuente 41 y la estación detectora 42 se supone que están dentro de la gama de 762 metros hasta 0 metros. Los resultados de estos cálculos son los siguientes:

profundidad (m) de los horizontes reflectores bajo la superficie del suelo	Δt (milisegundos) a diferentes distancias de caída (m) entre la fuente 41 y la estación detectora 42				
	762 m	609 m	457,2m	304,8m	0 m
1066,8	43,3	28,0	15,9	7,1	0
1219,2	38,0	24,6	13,9	6,2	0
1524	30,8	19,8	11,1	5,0	0
1828,8	25,8	16,5	9,3	4,1	0
2133,6	22,1	14,2	8,0	3,5	0
2438,4	19,4	12,4	7,0	3,1	0
2743,2	17,3	11,1	6,2	2,8	0
3048	15,5	10,0	5,6	2,5	0
3352,8	14,2	9,1	5,1	2,3	0
3657,6	12,9	8,3	4,6	2,1	0

Un examen de esta tabla indica que con las extensiones supuestas, los fenómenos reflejados a partir de las distancias de caída más largas son más ampliamente desplazados entre sí que los provenientes de las distancias de caída más cortas, y que las di-



ferencias son tan grandes que la integración de registros sucesivos sobre cualquier parte substancial de la gama no sería posible. Para los horizontes más arenosos, los desplazamientos son hasta de dos o más longitudes de onda; mientras que, para lograr una integración eficaz, el desplazamiento no debe ser mayor que aproximadamente $1/4$ de longitud de onda, lo que requiera en la práctica que el desplazamiento de fase no sea superior a 5 o hasta 7 milisegundos, dependiendo ello de la longitud de onda.

A fin de realizar una integración eficaz, estos desplazamientos en el tiempo deben ser compensados. Por ejemplo, se desprende de la tabla que cuando la distancia de caída entre la fuente 41 y la estación detectora es de 762 metros, el fenómeno reflejado a partir del horizontes a 1066,8 metros llega 43,3 milisegundos más tarde de lo que hubiese llegado si la distancia de caída entre la fuente 41 y la estación detectora 42 hubiera sido cero. De manera similar, cuando la distancia de caída entre la fuente 41 y la estación detectora 42 es 609 metros ^{el} fenómeno reflejado a partir del horizonte a 1066,8 metros llega 28,0 milisegundos más tarde de lo que hubiera llegado si la distancia de caída entre la fuente 41 y la estación detectora 42 hubiera sido cero. Así, en la producción de registros a partir de dos estaciones subordinadas dispuestas respectivamente a 762 metros y 609 metros de la estación principal, los fenómenos provenientes del horizonte a 1066,8 metros serán desplazados en 43,3 menos 28,0, o sean 15,3 milisegundos, el uno con respecto al otro; este desplazamiento es demasiado grande para acomodar una integración eficaz. A fin de compensar esta variación con arreglo al presente método, la fase de cada fenómeno es desplazada antes de la registración del mismo, en una cantidad correspondiente a la diferencia de tiempo que se hubiera presentado si la distancia de caída entre la fuente 41 y la estación detectora 42 hubiese sido alguna distancia fija.

Sin limitar la generalidad de los principios implicados, supóngase



aquí, para simplificar la explicación ilustrativa, que la fase de cada fenómeno reflejado registrado sea desplazada de tal modo que es registrado en la misma posición del tambor registrador en que hubiese sido registrado si la distancia de caída hubiera sido cero. Así, cuando se trata de una distancia de caída de 762 metros, el fenómeno proveniente del horizonte a 1066,8 metros es adelantado en el tambor registrador en 43,3 milisegundos; y cuando se trata de una distancia de caída de 609 metros, el fenómeno proveniente del horizonte a 1066,8 metros es adelantado en 28,0 milisegundos; debido a ello los dos fenómenos son registrados en el momento en que hubiesen sido registrados si la distancia de caída en ambos casos hubiera sido cero, de modo que los dos fenómenos provenientes del horizonte a 1066,8 metros estarán exactamente en fase y se integrarán eficazmente. Sin embargo, esta integración se aplicaría solamente a los fenómenos reflejados a partir del horizonte a 1066,8 metros. En consecuencia, el avance de la registración debe hacerse variar progresivamente, de modo que en el momento en que el fenómeno proveniente del horizonte a 1066,8 metros está por llegar a la estación detectora 42, el tiempo de avance sea de 43,3 milisegundos, y que poco rato después, en el momento en que el fenómeno proveniente del horizonte a 1219,2 metros esté por llegar a la estación detectora 42, el tiempo de avance sea solo de 38,0 milisegundos, y de modo que otro poco de tiempo después, y en el momento en que el fenómeno proveniente del horizonte a 1524 metros esté por llegar a la estación detectora 42, el tiempo de avance sea solamente de 30,8 milisegundos, etc., cifras estas que concuerdan con los valores calculados de Δt indicados en la tabla. Así, el avance se reduce progresivamente a medida que procede el tiempo, de modo que a cualquier distancia determinada de caída, entre la

267464



fuerza 41 y la estación detectora 42, la totalidad de los fenó-
menos reflejados a partir de cualquier profundidad de que se tra-
tase, serán registrados exactamente en el momento en que hubiesen
sido registrados si la dirección de caída hubiera sido cero. Ahora
5 bien; siguiendo este procedimiento en diferentes estaciones su-
bordinadas 31, 32, etc., comprendiendo las diferentes distancias
de caída 762 metros, 609 metros, etc., con una apropiada variación
en el diagrama de adelantamiento de los registros en el mismo, de
acuerdo con las diferentes columnas de la precedente tabla, se
10 pueden obtener resultados iguales; de esta manera todos los fenó-
menos reflejados correspondientes son llevados a coincidencia de
fase a fin de asegurar una integración eficaz, independientemente
de las distancias de caída, y de la profundidad de los horizontes
reflectores.

15 Existe otro factor variable que es importante y que debe
ser compensado a fin de obtener una integración eficaz de los re-
gistros sucesivos; es decir la variación en el tiempo total del
recorrido de las ondas reflejadas, debido a lo que se llama "dis-
gregación por los agentes atmosféricos". Este se ilustra con ma-
20 yor claridad en la figura 3; y se hace notar que por lo general
habrá cerca de la superficie 52 del suelo una zona o capa 51 que
debido a la influencia de agentes atmosféricos y por falta de com-
pactación bajo un peso sobreyacente, es blanda y se caracteriza
por malas propiedades de transmisión de ondas. Por lo general, es-
25 ta zona 51 alterada por los agentes atmosféricos exhibe una ca-
racterística de baja velocidad de transmisión de las ondas, con
respecto a las sucesivas formaciones subyacentes 53, 54, etc. En
esta figura, la base de esta zona alterada por los agentes atmós-
féricos esta representada por la línea irregular 55 que se ex-
30 tiende entre los puntos 56 y 57, y la zona puede tener marcadas



variaciones en su espesor en diferentes puntos. Estas va-
riaciones del espesor de esta capa de baja velocidad 51
dan lugar a substanciales variaciones en el tiempo de des-
plazamiento de las ondas reflejadas 58. El principio del
5 método mediante el cual son compensadas estas variaciones,
se comprenderá si se considera que el recorrido de las on-
das reflejadas 58 que se desplazan desde una fuente de on-
das en un punto 59 al detector situado en un punto 60, es
refractado en los puntos 56 y 57 y reflejado en un punto 61,
10 estando los puntos 56 y 57 en el límite entre la zona 51 de
baja velocidad, alterada por los agentes atmosféricos, y la
subyacente formación de alta velocidad 53. De acuerdo con
leyes bien conocidas, el haz, al llegar al punto 56, es re-
irradiado en todas las direcciones; una porción del haz se
15 desplaza directamente desde el punto 56 al punto 57, tal co-
mp lo indica el recorrido 62. Es un hecho bien conocido que
esta onda refractada 62 que se desplaza por el recorrido más
directo 59, 56, 57, 60 llegará al detector 60 antes que la
onda reflejada 58 que se desplaza por la vía más indirecta
20 59, 56, 61, 57, 60, comprendiendo la reflexión en el punto
61. Se observará que este rayo refractado 62 atraviesa la
capa de baja velocidad 51 en substancialmente los mismos dos
recorridos que el rayo reflejado 58, debido a lo cual cuales-
quiera desviaciones en el tiempo de desplazamiento del rayo
25 reflejado 58 causadas por la zona superficial de baja velo-
cidad 51 estarán también presentes en el tiempo de despla-
zamiento de la onda refractada 62. Dado que la onda refractada
62 llega al detector en el punto 60 mucho antes que la onda
reflejada 58, es posible detectar y medir las variaciones
30 desde el tiempo normal de desplazamiento hasta el tiempo real
de desplazamiento de la onda refractada 62, y emplear esta
variación como una base para introducir en la onda reflejada
58 un apropiado desplazamiento de fase. El mecanismo para



realizar esto se describe en la memoria relativa a la patente por la instalación destinada a la aplicación de este método.

5 Cuando se desea integrar registros a partir de una pluralidad de estaciones subordinadas cuya elevación superficial varía considerablemente, será necesario compensar la variación en el tiempo, introducida por el mayor recorrido de las ondas en las estaciones más altas. Los geofísicos experimentados están familiarizados con la conversión de distancias de elevación en equivalentes diferencias de tiempo. Cuando se usa la presente invención, la elevación de cada estación subordinada se determina anticipadamente, y cuando esa distancia de elevación es de magnitud tal que interfiere en la integración correcta, se efectúa un ajuste para compensar estas diferencias.

10 Cuando existe tal condición, las diferencias elevacionales se convierten en diferencias de tiempo de recorrido, y estos tiempos se compensan en cada estación individual antes de dejar caer la pesa. El mecanismo por el cual se efectúa la compensación de las diferencias de elevación se describe en la memoria relativa a la patente por la instalación destinada a la aplicación de este método.

15 En vista de lo que precede, se desprende que se ha provisto un método mejorado de exploración sismográfica, que implica el uso de una estación detectora y una pluralidad de estaciones subordinadas, dispuestas en un diagrama predeterminado, y una estación principal, en virtud del cual una pluralidad de sacudidas sísmicas se producen por orden de sucesión en las respectivas estaciones subordinadas, causando la propagación de ondas sísmicas por orden de sucesión a partir de las mismas; las ondas sísmicas producidas por orden de sucesión son individualmente detectadas en la estación detectora obteniéndose los re-



5

10

15

20

25

30

gistros individuales correspondientes a partir de las mismas, y produciéndose seguidamente una onda compuesta a partir de las ondas de registro individuales. De acuerdo con el método, las sacudidas sísmicas por orden de sucesión, son producidas en las respectivas estaciones subordinadas por la caída por orden de sucesión de una pesa determinada en las mismas sobre la superficie del suelo, siendo la pesa llevada a las diferentes estaciones subordinadas sobre un vehículo móvil, y dejándose caer la pesa en cada caso desde una altura fija por encima de la superficie del suelo, mediante un mecanismo soltador llevado por el vehículo móvil. También, con arreglo al método, las ondas sísmicas son detectadas, y los análogos eléctricos son compensados, antes de la producción de los registros individuales, a fin de asegurar la eficaz integración de los mismos en la subsiguiente producción de los registros compuestos. Más específicamente, la variación en el tiempo total del recorrido de las ondas sísmicas, causada por el paso de las mismas a través de la capa relativamente arenosa, alterada por los agentes atmosféricos, del suelo adyacente a la superficie del mismo, es inicialmente compensada en los registros individuales; las variaciones en los tiempos totales de recorrido de las ondas sísmicas, a causa de las variaciones en las elevaciones de las diferentes estaciones subordinadas con respecto a la estación detectora, son inicialmente compensadas en los registros individuales; los intervalos de tiempo variables que comprende la caída real de la pesa en las diversas estaciones subordinadas, y que son causados por las variadas elevaciones superficiales de las estaciones subordinadas, son individualmente compensados en los registros individuales; y los diferentes componentes de cada onda sísmica resultantes



de los diferentes horizontes reflectores dispuestos a profundidades progresivamente mayores debajo de la superficie del suelo, son progresivamente compensados en cada registro individual.

5 En la memoria descriptiva de otra patente de introducción que se solicita simultáneamente a la presente se expone un sistema mejorado para efectuar las susodichas compensaciones, así como un aparato mejorado para realizar las compensaciones en los registros individuales, el cual aparato
10 comprende un cabezal registrador magnético que está operativamente asociado con un medio de registro paramagnético, en el que las compensaciones mencionadas son efectuadas por un apropiado desplazamiento de la relación de fase normal
15 entre el cabezal registrador y el medio de registro. En el aparato, los desplazamientos de fase requeridos son realizados antes del registro de los análogos eléctricos de las ondas sísmicas, de modo que los registros individuales son registrados en el medio de registro en correcta coincidencia
20 de fase, a fin de efectuar una integración eficaz de los registros individuales en la producción de los registros compuestos, de modo que las características deseables de los registros individuales sean fuertemente reforzadas en el registro compuesto, y de modo que las características indeseables de los registros individuales sean fuertemente atenuadas en el
25 registro compuesto.

 De la memoria descriptiva se desprende que existen en general dos clases de variables de tiempo que requieren ser corregidas a fin de alcanzar los objetivos principales de la presente invención, a saber: la producción de una pluralidad de registros en los cuales los fenómenos deseables
30



correspondientes de sismogramas individuales sean registrados en relación de tiempo lo suficientemente estrecha para que ta les fenómenos se integren eficazmente y por tanto sean ^{lo} acentua dos en el registro compuesto, mientras que ciertos fenómenos indeseables no se integrarán eficazmente y por lo tanto serán atenuados en el registro compuesto. La primera clase de tales variables de tiempo comprende:

(1) todas las variaciones en el tiempo que transcurre entre la transmisión de una señal de iniciación, y la generación real de la onda sísmica; (2) variaciones en el tiempo de recorrido en la capa alterada por los agentes atmosféricos; y (3) variaciones en el tiempo de recorrido causadas por la diversa elevación de las sucesivas estaciones. Todas las variaciones de tiempo se caracterizan por el hecho de que todas ellas son independientes de la profundidad de los horizontes reflectores a partir de los cuales se derivan los fenómenos reflejados deseables. La segunda de estas dos clases de variables de tiempo abarca aquellas variaciones en el tiempo de los fenómenos reflejados que resultan de cambios en la distancia entre el punto de origen de las ondas sísmicas, y el punto en que las mismas son detectadas. Tal como ya se explicó más arriba, estas variables de tiempo están definitivamente relacionadas con las profundidades de los horizontes reflectores.

La memoria descriptiva demuestra también que, en la presente invención, las variaciones de tiempo de la primera clase, tal como arriba descrita son compensadas por medios, sea manuales sea automáticos, que crean las necesarias condiciones de compensación antes de la detección y registro real de la onda sísmica, mientras que las variaciones de tiempo de la segunda clase son compensadas por medios que crean las necesarias



condiciones de compensación simultáneamente con la detección y registro de las ondas sísmicas.

Si bien se ha descrito lo que actualmente se considera ser la forma preferida de realización del método objeto de la patente, se comprenderá que pueden efectuarse en la misma modificación, y las reivindicaciones adjuntas han de amparar todas esas modificaciones que estén comprendidas por el verdadero espíritu y alcance del método descrito.

NOTA DE REIVINDICACIONES

Se reivindica como nuevo y propio en España a favor de la firma Robert H. Ray International, Inc., lo especificado en las siguientes reivindicaciones:

PRIMERA.- Método de exploración geofísica mediante el uso de una estación principal y una estación subordinada dispuestas en relación mutuamente espaciada y el empleo de un aparato productor de registros que incluye un primer elemento en forma de un dispositivo registrador y un segundo elemento cooperante en forma de un medio de registro que tienen una relación posicional variable entre sí, el cual método comprende transmitir en un primer momento una señal de iniciación desde dicha estación principal a dicha estación subordinada; iniciar, en respuesta a dicha señal de iniciación, una acción subsiguientemente productora de un segundo momento de una sacudida del suelo en dicha estación subordinada, estando el intervalo de tiempo de dicha acción sujeto a una variación limitada; transmitir en dicho segundo momento una señal de sacudida desde dicha estación subordinada a dicha estación principal, impartir un movimiento relativo a los elementos arriba mencionados, de acuerdo con el intervalo de tiempo transcurrido entre dicho primer momento y dicho segundo momento, de modo que se establezca entre ellos una correspon-



5
diente relación posicional; detectar la onda sísmica proveniente de dicha sacudida de tierra en dicha estación subordinada, y accionar dicho dispositivo registrador para registrar dicha onda sísmica detectada sobre dicho medio de registro mientras los referidos elementos están en dicha relación posicional establecida.

10
SEGUNDA.- El método expuesto en la reivindicación primera, en el cual dicha acción consiste esencialmente en dejar caer una pesa al suelo desde una altura substancialmente fija por encima del mismo, de modo que dicha sacudida de tierra es producida como resultado del impacto de la pesa contra el suelo, y dichas señales de iniciación y de sacudida son de carácter eléctrico, requiriéndose intervalos de tiempo de importancia despreciable para su transmisión entre dichas estaciones.

15
TERCERA.- El método expuesto en la reivindicación primera, en el cual dicho dispositivo registrador tiene una posición normal con respecto a dicho medio de registro, correspondiente a un intervalo normal de tiempo transcurrido entre dicho primer momento y dicho segundo momento, y en el cual la etapa de impartir un movimiento relativo a dichos elementos comprende hacer
20
avanzar dicho dispositivo registrador desde su posición normal en la dirección del registro, en el caso de que dicho intervalo de tiempo transcurrido mencionado fuera más corto que dicho intervalo normal de tiempo transcurrido, y retrotraer dicho dispositivo registrador desde su posición normal en dirección
25
contraria a la del registro, en caso de que dicho intervalo de tiempo transcurrido mencionado fuera más largo que dicho intervalo normal de tiempo transcurrido.

30
CUARTA.- El método expuesto en la reivindicación primera, en el cual dicho registro comprende hacer variar el carácter magnético de un medio paramagnético.



5 QUINTA.- El método expuesto en la reivindicación primera, en el cual dicho registro comprende impartir un movimiento substancialmente uniforme a dicho medio de registro con respecto al dispositivo registrador, y en el cual la etapa de impartir un movimiento relativo a dichos elementos comprende mover dicho dispositivo registrador con respecto a dicho medio de registro.

10 SEXTA.- Método de exploración geofísica mediante el uso de una estación detectora y una estación subordinada dispuestas en relación espaciada, y de una estación principal provista de un aparato productor de registros que incluye un dispositivo registrador y un medio de registro cooperante que tienen entre sí una relación posicional variable; el cual método comprende producir una pluralidad de impactos por orden de sucesión

15 contra la superficie del suelo en dichas estaciones subordinadas, de modo que las correspondientes ondas sísmicas se propaguen en orden sucesivo a partir de las mismas, teniendo cada una de dichas ondas sísmicas una pluralidad de componentes de onda que llegan progresivamente a dicha estación detectora y que están relacionados mutuamente con la distancia entre

20 dicha estación detectora y dicha estación subordinada y con el carácter de la capa relativamente liviana, alterada por los agentes atmosféricos, del suelo adyacentemente a la superficie del suelo, y con la profundidad de los horizontes reflectores

25 mayores existentes a una profundidad considerable debajo de la superficie del suelo; medir la porción de tiempo que representa el recorrido a través de dicha capa alterada por los agentes atmosféricos en el intervalo total de tiempo transcurrido entre uno de dichos impactos y la llegada a dicha estación

30 detectora del primero en llegar de los componentes de la re-



sultante onda sísmica; ajustar de acuerdo con dicha porción
medida de intervalo de tiempo transcurrido, una relación po-
sicional correspondiente entre dicho dispositivo registrador
y dicho medio de registro; detectar los componentes de onda
de las respectivas ondas sísmicas en dicha estación detecto-
ra en coincidencia con la llegada de los mismos a dicha esta-
ción detectora; y accionar dicho aparato productor de regis-
tros, estando dicho dispositivo registrador y dicho medio de
registro en dicha relación posicional, a fin de producir re-
gistros de onda de los componentes detectados de las respec-
tivas ondas sísmicas mencionadas, debido a lo cual dichos
componentes de los respectivos registros de onda son relacio-
nados con dichos componentes de las respectivas ondas sísmicas
mediante dicha relación posicional ajustada.

SEPTIMA..- Método de exploración geofísica mediante el uso de
una estación detectora y una estación subordinada dispuestas
en relación espaciada aparte, y de una estación principal el
cual método comprende proveer en dicha estación principal un
aparato productor de registros que incluye un dispositivo re-
gistrador y un medio de registro cooperante que tienen una re-
lación posicional variable entre sí; producir dos impactos,
primero y segundo, uno tras otro contra la superficie del sue-
lo en dicha estación subordinada, de modo que resulten de los
mismos en orden sucesivo las correspondientes ondas sísmicas
primera y segunda, conteniendo cada una de dichas ondas sísmi-
cas una pluralidad de componentes que llegan progresivamente
a dicha estación detectora y que están relacionados mutuamen-
te con la distancia entre dicha estación detectora y dicha
estación subordinada y con el carácter de la capa relativamen-
te liviana, alterada por los agentes atmosféricos, del suelo



adyacente a la superficie del suelo, y con la profundidad de un horizonte reflector mayor existente a una profundidad considerable, bajo la superficie del suelo, medir el intervalo de tiempo transcurrido entre dicho primer impacto y la llegada de dicha onda sísmica a dicha estación detectora como una evaluación del carácter de dicha capa relativamente liviana alterada por los agentes atmosféricos, del suelo; ajustar de acuerdo con dicho intervalo de tiempo transcurrido medido, una correspondiente relación posicional entre dicho dispositivo registrador y dicho medio de registro; detectar los componentes de dicha segunda onda sísmica en dicha estación detectora coincidentemente con la llegada de los mismos a dicha estación detectora; y accionar dicho aparato estando dicho dispositivo registrador y dicho medio de registro en dicha relación posicional ajustada, para producir un correspondiente registro de onda de dichos componentes detectados de dicha segunda onda sísmica coincidentemente con la detección de los mismos, debido a lo cual dichos componentes de dicha onda de registro son relacionados con dichos componentes de dicha segunda onda sísmica por dicha relación posicional ajustada mencionada.

OCTAVA. - El método expuesto en la reivindicación séptima, en el cual dicho registro comprende hacer variar el carácter magnético de un medio paramagnético.

NOVENA. - El método expuesto en la reivindicación séptima, en el cual dicho registro comprende impartir un movimiento substancialmente uniforme a dicho medio de registro con respecto a dicho dispositivo registrador, y en el cual dicho ajuste de dicha relación posicional entre dicho dispositivo registrador y dicho medio de registro comprende mover dicho dispositivo



de registro con respecto al referido medio de registro.

DECIMA. - Método de exploración geofísica mediante el uso de una estación detectora y una pluralidad de estaciones subordinadas dispuestas en relación mutuamente espaciada aparte; el cual método comprende producir en orden sucesivo una correspondiente pluralidad de impactos contra la superficie del suelo en cada una de las respectivas estaciones subordinadas de modo que resulten de los mismos una correspondiente pluralidad de ondas sísmicas; conteniendo cada una de dichas ondas sísmicas una pluralidad de componentes que llegan progresivamente a dicha estación detectora y que están relacionados mutuamente con la distancia entre dicha estación detectora y la estación subordinada de cada caso particular, y con el carácter de la capa relativamente liviana, alterada por los agentes atmosféricos, del suelo adyacente a la superficie del suelo, en la proximidad de dichas estaciones subordinadas y con la profundidad de un horizonte reflector mayor existente a una profundidad considerable bajo la superficie del suelo, medir el intervalo de tiempo transcurrido entre un primer impacto en una primera de dichas estaciones subordinadas y la llegada de la correspondiente primera onda sísmica a dicha estación detectora como una evaluación del carácter de dicha capa relativamente liviana, alterada por los agentes atmosféricos del suelo en la proximidad de dichas estaciones subordinadas; establecer una cifra de desplazamiento de fase de tiempo a partir de dicho intervalo de tiempo transcurrido y medido; detectar los componentes de la otra de dichas ondas sísmicas en dicha estación detectora coincidentemente con la llegada de los mismos a dicha estación detectora; desplazar la fase de tiempo de dichos componentes detectados de dichas otras ondas sísmicas coincidentemente con la detección de los mismos en una

5

10

15

20

25

30



cantidad correspondiente a dicha cifra de desplazamiento de fase de tiempo establecida; registrar dichos componentes desplazados coincidentemente con el desplazamiento de los mismos a fin de producir una pluralidad de registros de onda individuales correspondientes respectivamente a dichas otras ondas sísmicas, debido a lo cual los componentes de cada uno de dichos registros de onda individuales son relacionados con los componentes de las correspondientes ondas de dichas otras ondas sísmicas mediante dicha cifra de desplazamiento de fase de tiempo establecida, debido a lo cual dichos registros individuales contienen unos primeros componentes substancialmente en fase, representativos de datos deseables y unos segundos componentes, substancialmente fuera de fase, representativos de datos indeseables; y producir un registro compuesto de dichos registros individuales de modo que dichos primeros componentes de dichos registros individuales aparezcan substancialmente reforzados en dicho registro compuesto y de modo que dichos segundos componentes de dichos registros individuales aparezcan substancialmente atenuados en dicho registro compuesto.

UNDECIMA. - Método de exploración geofísica mediante el uso de una estación detectora y una pluralidad de estaciones subordinadas dispuestas en relación mutuamente espaciada aparte y dispuestas a elevaciones diferentes; el cual método comprende determinar la diferencia en elevación entre dicha estación detectora y cada una de dichas estaciones subordinadas; establecer una correspondiente pluralidad de cifras de desplazamiento de fase de tiempo a partir de dichas determinaciones; producir en orden sucesivo una pluralidad de acciones que impliquen tiempo en cada una de dichas estaciones subordinadas y que sometan por orden de sucesión el suelo, en las mismas, a una correspon-



diente pluralidad de sacudidas sísmicas; detectar en dicha estación detectora las ondas sísmicas que lleguen en orden sucesivo provenientes de las sucesivas sacudidas sísmicas mencionadas; medir el tiempo de recorrido de una de dichas ondas sísmicas detectadas; establecer a partir de dicha medición mencionada en último término un desplazamiento fijo de la fase de tiempo de los componentes de otras de dichas ondas sísmicas detectadas; desplazar de acuerdo con dichas cifras de desplazamiento de la fase de tiempo establecidas, la fase de tiempo de los componentes respectivamente correspondientes de dichas ondas sísmicas detectadas mencionadas; desplazar también de acuerdo con los intervalos de tiempo de dichas acciones que implican tiempo, la fase de tiempo de los componentes de las otras ondas sísmicas correspondientes detectadas ya citadas; desplazar también de acuerdo con dicho desplazamiento fijo la fase de tiempo de los correspondientes componentes de las otras ondas sísmicas detectadas ya citadas; desplazar también progresivamente de acuerdo con el tiempo de recorrido de los componentes de las otras ondas sísmicas correspondientes detectadas ya citadas, la fase de tiempo de los componentes de las otras ondas sísmicas correspondientes detectadas ya citadas después del referido desplazamiento compuesto de la fase de tiempo de sus componentes, los cuales registros de onda individuales contienen unos primeros componentes, substancialmente en fase, representativos de datos deseables y unos segundos componentes, substancialmente fuera de fase, representativos de datos indeseables; y producir luego un registro compuesto de dichos registros individuales de modo que dichos primeros componentes de los referidos registros individuales aparezcan substancialmente reforza-

201404



dos en dicho registro compuesto y de modo que dichos segundos componentes de los referidos registros individuales aparezcan substancialmente atenuados en dicho registro compuesto.

5. DESCRIPCIÓN. - METODO DE EXPLORACION GEOFISICA POR GENERACION Y REGISTRO DE ONDAS SISMICAS.

Tal y como se deja descrito en la memoria precedente que consta de treinta y cuatro hojas foliadas y mecanografiadas por una sola de sus caras y una de plancos.

10

Madrid, 17 de Mayo de 1961

P.A. de Robert H. Ray International, Inc.,

Victor Gil Vega

267464

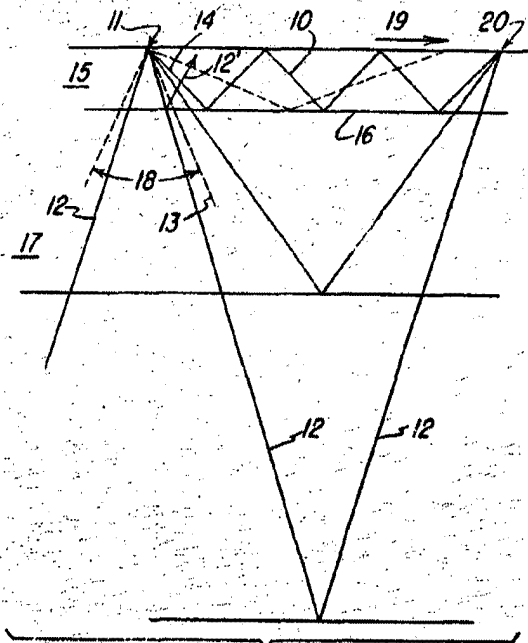


FIG 1



FIG 2

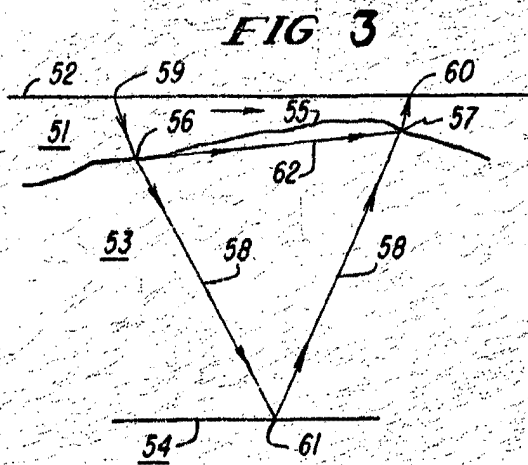


FIG 3

Escala variable
Madrid, 25-4-61
P.A.