

P.-21.321

U.S. Serial  
857.864



268416

MEMORIA DESCRIPTIVA

que se presenta para unir a la solicitud  
de

P A T E N T E D E I N V E N C I O N

formulada el 20 de Junio de 1961, con el Núm. 268.416

en

E S P A Ñ A

por VEINTE años

a nombre de JERSEY PRODUCTION RESEARCH COMPANY, entidad norteamericana, establecida en Tulsa, Oklahoma, Estados Unidos de América, por:

"UN METODO PARA LA INVESTIGACION SISMICA"

La presente invención se refiere a métodos sísmicos para la investigación de estructuras geológicas, situadas bajo la superficie terrestre. La invención se refiere específicamente a un sistema perfeccionado para iniciar y detectar impulsos sísmicos a fin de obtener una cobertura múltiple continua más eficaz que con los sistemas empleados en el pasado.

Sabido es que las áreas geográficas presentan una gran variedad respecto a la calidad de reflexión obtenida durante las operaciones de levantamiento de perfiles por métodos sísmicos. En algunas áreas la calidad de reflexión es elevada y,

268416



por tanto, no resulta difícil identificar los acontecimientos sísmicos a base de registros preparados en dichas áreas. En otras regiones en las cuales la calidad de reflexión es deficiente, los registros sísmicos, a menudo, sólo con dificultad pueden interpretarse, principalmente debido al ruido de perturbación engendrado en capas complejas, próximas a la superficie. Ondas fortuitas o casuales, ondas superficiales y reflexiones múltiples recibidas desde intervalos próximos a la superficie y limitados por estratos de elevado coeficiente de reflexión tienden a oscurecer las crestas de correlación en amplitud de señal que designan discontinuidad subsuperficiales, e impedir su detección. Los métodos normalmente utilizados para eliminar la perturbación de superficie, de propagación horizontal, y otros fenómenos próximos a la superficie, dan lugar, en general, a sólo limitadas mejoras en la obtención de datos sísmicos cuando el nivel de perturbación es extremadamente alto, o cuando las ondas interferentes tienen direcciones de desplazamiento sensiblemente verticales.

Uno de los métodos para mejorar la calidad de reflexión durante las operaciones de levantamiento de perfiles por métodos sísmicos lleva consigo el empleo de una pluralidad de geófonos o detectores sísmicos y la combinación de señales procedentes de éstos a fin de obtener un registro compuesto. Repartiendo a distancias adecuadas los geófonos y los puntos de disparo, puede eliminarse gran parte de la energía no deseada en la señal. A fin de obtener de esta manera resultados fidedignos, es preferible en general combinar la energía procedente de puntos comunes en los horizontes de reflexión. Se ha desarrollado cierto número de procedimientos para obtener

268416



una cobertura sísmica de puntos de profundidad comunes durante las operaciones de levantamiento de perfiles. Estos procedimientos, en general, no vienen dando resultados enteramente satisfactorios por necesitar el empleo de equipos especiales y métodos especiales de tratamiento de datos sobre el mismo terreno, y por tanto son impracticables, o bien por exigir un continuo traslado de los geófonos y del equipo de disparo de un lado a otro y ser, por tal motivo, antieconómicos.

10 La presente invención proporciona un método de profundidad comunes durante operaciones de levantamiento sísmico de perfiles, relativamente exento de las desventajas que vienen caracterizando a los métodos empleados hasta ahora para ello. No hacen falta aparatos especializados, métodos complejos de tratamiento de datos en el campo no movimiento alguno de equipo técnico ni de los aparatos de un lado a otro durante la operación. Para poner en práctica el método del presente invento, se coloca primero una pluralidad de geófonos o detectores sísmicos, en puestos repartidos por igual a lo largo de una línea sobre la superficie terrestre, se sitúa una serie de puntos de impulso sísmico a lo largo de la misma línea o de una línea paralela a la línea de detectores, se inicia un impulso en cada uno de los puntos de impulso y se registra la energía captada por cada uno de los detectores en respuesta a cada impulso. Una vez obtenida la cobertura subsuperficial así preparada, se prolonga la línea de puestos geofónicos trasladando los aparatos de un extremo de la línea al otro. A continuación se mueve en el mismo sentido la línea de puntos de impulso, situando un segundo grupo de puntos. Se inician impulsos en cada uno de los puntos del segundo grupo,

268416



y se registra la energía ondulatoria detectada en cada uno de los puestos geofónicos en respuesta a estos últimos impulsos. Continuando de esta manera la prolongación de la línea de puestos geofónicos y de la línea de puntos de impulso, se obtienen datos de un perfil múltiple continuo basado en puntos de profundidad comunes.

El número de puestos de geófono empleados en un momento dado cualquiera puede variar. Resulta práctico el empleo de aproximadamente 12 a 48 puestos, pero puede utilizarse, si así conviene, un número mayor o menor. En cada puesto puede colocarse un sólo geófono o un grupo de geófonos eléctricamente conectados en sistema múltiple. Si se utilizan grupos de geófonos, como sucederá generalmente, cada grupo ha de quedar centrado linealmente o con respecto al área en uno de los puestos.

La línea de puntos de impulso puede situarse junto a la línea de estaciones geofónicas, desplazada en corta distancia transversalmente a fin de evitar perturbaciones de agujero; o bien puede preceder o seguir la línea de puestos geofónicos. El número de puntos de impulso de cada grupo de puntos será usualmente igual o menor que el número de puestos geofónicos que se empleen en un momento dado cualquiera. Se prefiere situar de 2 a 24 puntos en cada grupo. Estos puntos no han de estar necesariamente repartidos de modo uniforme a lo largo de la línea, pero el diseño básico utilizado debe ser repetitivo. Puede prescindirse de ciertos puntos de disparo en el diseño, si se desea reducir la cobertura múltiple obtenida, o bien si las condiciones de la superficie así lo exigen. Puede iniciarse un impulso en cada punto de impulso, o bien una pluralidad de impulsos simultáneamente



253416

en cada punto. En este último caso, se puede colocar una serie de cargas explosivas verticalmente repartidas en un sólo agujero de barreno o disparo, produciéndose su detonación simultáneamente, o bien pueden emplearse cargas situadas en agujeros individuales en torno al punto de impulso. Ahora bien, el método de la invención no se limita al empleo de cargas explosivas para la iniciación de los necesarios impulsos. Pueden emplearse a tal objeto la caída de pesos sobre la superficie, motores dotados de ruedas o engranajes provistos a su vez de pesas excéntricas, vibradores de diversos tipos y otros dispositivos para la generación de impulsos sísmicos.

La línea de puestos geofónicos y la línea de puntos de impulso se hacen avanzar siempre en la misma dirección y en un solo sentido. La longitud de la parte del despliegue geofónico originado a fin de hacer avanzar la línea de puestos de geófonos debe ser igual a la longitud de cada grupo de puntos de impulso, si quiere obtenerse una cobertura subsuperficial múltiple y continua, y si quieren evitarse duplicaciones de impulsos que no producen nueva cobertura alguna. Es conveniente en general repartir los puntos de impulso en cada grupo, de modo que cada grupo tenga la mitad de longitud que la línea de puestos geofónicos en uso. De ese modo se moverá la mitad del despliegue geofónico cada vez que se haga avanzar la línea de puestos de geófonos.

La energía ondulatoria detectada en los puestos geofónicos en respuesta a cada impulso iniciado puede registrar por medio de cualquiera de entre una diversidad de sistemas de registro utilizados en operaciones de prospección sísmica. En general, se preferirá registrar las señales originales en



258416

cinta magnética, pero pueden utilizarse otros sistemas entre los que se incluyen los sistemas oscilográficos, de área variable, de densidad variable y de color variable. Tales sistemas son ya bien conocidos de todas aquellas  
5 personas entendidas en la materia.

Los datos registrados como antes se indica pueden sumarse fácilmente para obtener un registro basado en una cobertura subsuperficial múltiple, combinando las señales geofónicas que representan energía reflejada desde pun-  
10 tos de profundidad comunes. Antes de sumar las señales se aplicarán, de manera usual, las correcciones usuales para compensar las distancias y diferencias de altura entre los geófonos y el punto de impulso. Cada señal puede ser asi-  
mismo filtrada para eliminar la reverberación del terreno,  
15 los efectos del viento, la interferencia de las líneas de transporte de energía y otras perturbaciones, antes de preparar el registro compuesto. Puede emplearse cualquiera de entre un número de métodos usuales para combinar  
señales. En la mayoría de los casos resultará conveniente  
20 registrar primero las señales geofónicas en cinta magnética o en un medio de registro reproducible semejante, y reproducir después las señales, aplicar las necesarias correcciones y combinarlas en un medio fotográfico en forma de área variable, densidad variable o trazas oscilográficas.  
25 De fuente comercial pueden obtenerse muchos dispositivos de registro y transcripción que permiten realizar fácilmente tales operaciones.

El método de la invención es considerablemente más atractivo desde un punto de vista económico que muchos de  
30 los métodos propuestos hasta ahora, por el hecho de poder



203416

realizarse con aparatos de registro y prospección sísmica usuales. No se necesitan métodos ni procedimientos especiales de tratamiento de datos y, por tanto, son innecesarios los cálculos que caracterizan a muchos de tales sistemas.

5 Otra importante ventaja del método de la invención reside en el hecho de que los geofonos y los puntos de impulso se mueven siempre en el mismo sentido y de manera ordenada. No se necesitan equipos de personal de campo para trasladar continuamente geófonos, ni llevar incesantemente  
10 camiones y otros elementos de un lado a otro a todo lo largo de la formación. Pueden, pues, cubrirse cada día distancias considerablemente mayores de lo posible con otros muchos sistemas de levantamiento de perfiles por puntos de profundidad comunes.

15 Otra ventaja más del método consiste en que permite desalinearse de los puntos de impulso las estaciones o puestos geofónicos, si así conviene. Empezando la línea de impulsos bien delante o detrás de la línea de estaciones geofónicas, en lugar de junto a éstas, la energía reflejada  
20 de los horizontes subsuperficiales puede ser siempre detectada desde la misma dirección. La estación geofónica inicial y el punto de impulso inicial pueden encontrarse separados por cualquier distancia. En áreas en las que los horizontes se elevan en distancias largas, puede aprovecharse así  
25 el hecho de que progresando declive arriba particularmente con largas distancias de extensión tales como las que se emplean, de acuerdo con este invento se obtiene en general mejor calidad de registro que progresando declive abajo. Si así conviene, los puntos de impulso pueden repartirse  
30 sigualmente de modo que para cada punto de profundidad común las distancias de impulso a detector varían de manera uniforme,



268416

y las diferencias entre los cuadrados de las distancias es constante. Esto resulta particularmente eficaz como medio para obtener la anulación de las reflexiones múltiples.

5 El método de la invención puede ser utilizado para lograr una cobertura de traza efectiva muy larga y, por consiguiente, la relación de señal a perturbación (señal ruido) obtenida es mucho mejor que la de los sistemas usuales. Las variaciones debidas a diferencias en las condiciones bajo las cuales se generan los impulsos son promediadas y adquieren mucha menos importancia que en el caso de operaciones ordinarias de obtención de perfiles. Pueden reducirse las reflexiones múltiples cuando se utilizan largas distancias de diseminación o extensión en unión de separación no lineal de disparos, lográndose mejor detalle y continuidad de reflexión. Por estas razones, el método de la invención es particularmente atractivo en áreas en las cuales la relación de señal a perturbación es tan baja que hace dudosa la interpretación en áreas de buena reflexión donde se precisan un detalle y una exactitud mejores para la interpretación estatigráfica, y en áreas en las que las reflexiones múltiples u otras interferencias oscurecen y ocultan las reflexiones profundas, discontinuas y débiles.

10

15

20

A continuación se hace referencia al dibujo adjunto, en el cual:

25 - la figura 1 es una representación esquemática de un aparato utilizado para poner en práctica el procedimiento de la invención;

- la figura 2 muestra esquemáticamente la relación entre la situación de geófonos y los puntos de impulso sísmico durante una operación de toma de perfiles realizada con-

30



268416

forme a la invención; y

- la figura 3 ilustra la manera de combinar las señales para obtener una sumación de puntos de profundidad comunes.

5           En la fig. 1, los números 1 a 12 designan unos detectores sísmicos o geófonos repartidos a intervalos iguales a lo largo de una línea recta sobre la superficie de la tierra, representada por la línea 13. Los detectores empleados pueden ser geófonos dinámicos, geófonos de reluctancia variable u otros transductores de tipo usual capaces de convertir energía de ondas sísmicas en corrientes eléctricas que después puedan ser amplificadas y registradas. Según el tipo de geófonos empleado, los instrumentos pueden empotrarse parcialmente en la tierra, a fin de asegurar un adecuado acoplamiento, o bien pueden ir simplemente colocados sobre la superficie. La distancia de separación entre los puestos no es muy crítica, pero se prefiere que éstos se hallen equidistantes entre sí. Para la mayoría de los usos, resultarán satisfactorias las distancias de unos 10           30 metros a alrededor de 150 metros de separación entre puestos geofónicos. En lugar de poner en cada puesto un solo geófono, como se indica en la fig. 1, se puede utilizar una pluralidad de geófonos interconectados, distribuidos en línea o según un área en torno a cada punto de detección. El uso de muchos geófonos de esta manera sirve para reducir el ruido o perturbación y mejorar la calidad del registro final. Cada geófono o grupo de geófonos utilizado se une a un cable de geófono. Aun cuando normalmente se emplea un solo cable de muchos conductores, en la fig. 1 se han representado los conductores individualmente, en gracia a la claridad.

15

20

25

30

268416



Estos se identifican mediante los números de referencia 14 a 25. Como se desprende de lo que sigue, los geófonos pueden estar divididos en dos grupos, y puede emplearse un cable independiente para cada grupo, a fin de facilitar su manejo durante la operación de toma de perfiles realizada con arreglo a la invención.

Los geófonos van conectados por medio de conductores 14 a 25 a unos amplificadores 26 a 37 que sirven para amplificar la señal procedente de cada geófono o grupo de geófonos asociado a cada punto de detección. Pueden emplearse para ello amplificadores usuales. Las señales de salida obtenidas de los amplificadores son luego registradas por medio del dispositivo de registro 38. Para registrar las señales amplificadas en el campo se empleará de preferencia un registrador de cinta magnética. No obstante, pueden también usarse registradores que den registros visuales o gráficos. Entre éstos se incluyen los registradores oscilográficos que producen una traza de tipo sinusoidal, los registradores de área variable que dan un registro en el cual el área de la traza varía con las variaciones de amplitud de la señal, y los registradores de densidad variable de los cuales se obtienen trazas que varían en intensidad con las variaciones de la amplitud de señal. También pueden emplearse dispositivos de registro que proporcionan registros indicadores de cambios de la frecuencia de la señal, en lugar o además de los cambios de la amplitud de la señal.

Como se indica en la fig. 1 de los dibujos, los puntos de impulso sísmico 39 a 44 inclusive han sido colocados junto a los geófonos 6 a 11. Aun cuando a estos puntos de impulso se les designará en lo sucesivo puntos de disparo, es fácil com-



268416

prender que el método de la invención no se limita a operaciones en las que se emplee dinamita o un explosivo similar para engendrar impulsos sísmicos. Puede asimismo emplearse cuando se dejen caer pesos sobre la tierra para engendrar el necesario impulso, o bien cuando se empleen otros sistemas. Los puntos de disparo 39 a 44 se hallan situados en una línea recta junto a la línea de geófonos, y van repartidos a intervalos equivalentes a los intervalos que existen entre los geófonos. Si en lugar de los geófonos individuales ilustrados en la fig. I, se utilizan grupos de geófonos, cada punto de disparo se encontrará de preferencia junto al centro de un grupo de geófonos y desplazado a corta distancia en sentido transversal, a fin de evitar perturbaciones de agujero. Si sólo se utiliza un geófono en cada puesto, cada punto de disparo se hallará de preferencia cerca o junto a un geófono, pero lo bastante alejado para evitar perturbaciones de agujero. Ahora bien, el método no se limita al uso de 12 puestos geofónicos y 6 puntos de disparo, como se ilustra en la fig. 1. Por el contrario, puede utilizarse cualquier número de puestos geofónicos y puntos de disparo compatibles con la múltiple cobertura deseada. Se preferirá generalmente emplear de unas 12 a alrededor de 48 puestos geofónicos, y usar de 2 a unos 24 puntos de disparo en cada grupo de puntos de disparo. La división de los puntos de disparo en grupos se explicará con detalle más adelante.

Al realizar una operación de toma de perfiles sísmicos empleando el aparato ilustrado en la fig. 1, se generan primero impulsos sísmicos en cada uno de los puntos de disparo. Como antes se ha señalado, pueden utilizarse impulsos múltiples iniciados simultáneamente en niveles diferen-



263416

tes en un agujero de disparo, o en puntos que circundan el punto de impulso previamente elegido. Los necesarios impulsos pueden engendrarse mediante la detonación de cargas explosivas en unos agujeros de disparo o barrenos perforados en los puntos de disparo, mediante la caída de pesos sobre la tierra en los puntos de disparo, o bien mediante un vibrador o dispositivo similar situado en los puntos de disparo. Los intervalos de tiempo entre impulsos han de ser lo bastante largos para asegurar que no se detecta simultáneamente la energía procedente de los impulsos sucesivos. Normalmente, tiene que transcurrir un periodo de al menos alrededor de 6 segundos entre impulsos sucesivos. Las ondas elásticas engendradas en cada uno de los puntos de disparo se propagarán hacia fuera desde cada uno de los puntos en todas direcciones. Una parte de la energía ondulatoria transmitida hacia abajo al interior de la tierra se reflejará volviendo a la superficie cuando encuentre una discontinuidad subsuperficial tal como la indicada en la fig. 1, con la línea 57:

La energía de la onda reflejada hacia la superficie como consecuencia de cada impulso es detectada por los geófonos 1 a 12 y registrada a continuación. Los puntos de la discontinuidad 57 desde los cuales se reflejará energía hasta la superficie dependerán de la posición del punto de disparo con respecto al punto de detección situado en la superficie. Así, en la fig. 1, la energía que tiene su origen en el punto de disparo 39 y es detectada por el geófono 1 habrá sido reflejada desde el punto 58 de la discontinuidad 57. La energía detectada por el geófono 2 en respuesta a un impulso aplicado en el punto 39 habrá sido reflejada desde el



233416

punto 59 de la discontinuidad 57 a lo largo de un trayecto no indicado en el dibujo. Cada uno de los demás geófonos detectará simultáneamente la energía reflejada desde un particular punto del horizonte de reflexión, en respuesta al impulso del punto 39. La cobertura total obtenida como consecuencia del impulso en el punto 39 se extenderá de ese modo desde el punto 58 al punto 69 de la discontinuidad 57.

5

10

15

20

25

30

Cuando en el segundo punto de disparo 40 (fig. 1) se inicie el segundo impulso de la serie, cada uno de los geófonos detectará de nuevo la energía de la onda reflejada desde la discontinuidad 57. Como el punto de disparo 40 está desplazado del punto 39, el punto del horizonte reflectante desde el cual se refleja energía al geófono 1 se verá desplazado asimismo. Suponiendo que la superficie y el horizonte reflectante sean en general paralelos entre sí, como se indica en la fig. 1, la magnitud de este desplazamiento será igual a la mitad de la distancia que separa a los geófonos contiguos en la superficie. Como se verá, esta es igual a la distancia que separa puntos adyacentes en el horizonte 57 desde el cual se reflejó energía ondulatoria a los geófonos adyacentes en respuesta al impulso en el punto 39. La energía detectada en el geófono 1 en respuesta al impulso en el punto 40 se reflejará, por consiguiente, desde el punto 59. El punto 59 del horizonte 57 es, pues, un punto de profundidad común respecto de la señal obtenida del geófono 2 en respuesta al impulso en el punto 39, y de la señal obtenida del geófono 1 en respuesta al impulso en el punto 40. De manera semejante, los puntos 60 a 69, son asimismo puntos de profundidad comunes con respecto a la energía reflejada transmitida desde el punto de disparo 39 a los geófonos 3 a 12,



268416

y a la transmitida desde el punto de disparo 40 a los geófonos 2 a 11. La cobertura subsuperficial facilitada por el impulso iniciado en el punto de disparo 40 se extiende desde el punto 59 al punto 70 del horizonte reflectante 57. Se obtiene una cobertura adicional como resultado de cada uno de los sucesivos impulsos tal como se indica en el dibujo.

La fig. 2 del dibujo ilustra el método mediante el cual se continúa la operación de toma de perfiles realizada conforme al presente invento, después de iniciados los impulsos sísmicos en cada uno de los puntos de disparo ilustrados en la fig. 1. La posición inicial de los geófonos, representada en la fig. 1 se designa en la fig. 2 como disposición A de geófonos. Los puntos de disparo iniciales 39 a 44 se designan en la fig. 2 como grupo de disparo a. Al terminarse la operación de registrar utilizando la disposición A de geófonos y el grupo de disparo a, la línea de geófonos se prolonga en la dirección de avance o progreso de la operación de toma de perfiles, moviendo los geófonos 1 a 6 al otro lado de los geófonos 7 a 12. Se mantiene la misma separación entre geófonos o grupos de geófonos antes empleada. Este traslado o desplazamiento de los geófonos da lugar a la disposición B de geófonos, indicada en la fig. 2. La línea de puntos de disparo se prolonga de manera similar situando los puntos de disparo 45 a 50. Los nuevos puntos de disparo, denominados grupo de disparo b, están separados o repartidos por igual y cada uno se encuentra junto a un geófono o grupo de geófonos. Los impulsos se inician en cada uno de los puntos de disparo en sucesión, y la onda de energía resultante de cada impulso es registrada en los geófonos 7 a 6 que constituyen la disposición B de geófonos.

268416



De nuevo se obtiene una cobertura de puntos de profundidad comunes múltiples. La operación puede entonces hacerse avanzar de nuevo desplazando los geófonos 7 a 12 delante o al otro lado de los geófonos 1 a 6 para establecer la disposición C de geófonos y situando nuevos puntos de disparo 51 a 56 hasta constituir el grupo de disparo c.

Por lo que antecede se verá que la línea de geófonos y la línea de puntos de disparo se hacen avanzar continuamente en una sola dirección. La mitad de los geófonos se muda cada vez que se prolonga o extiende la línea de geófonos. Se preferirá en general el empleo de dos cables de geófono por separado, uno para los geófonos 1 a 6 y otro para los geófonos 7 a 12, a fin de evitar la necesidad de desconectar y volver a conectar sucesivamente los geófonos para cada disposición. Los puntos de disparo van repartidos a distancias iguales sobre una línea continua y, si se emplean agujeros de disparo, pueden taladrarse bien por anticipado respecto de la operación de disparar, a fin de evitar retrasos. El método de esta invención reduce al mínimo el número de viajes que el equipo de personal debe hacer de un extremo de la formación de geófonos al otro. Como la formación tendrá a menudo kilómetro y medio o más de longitud, es ésta una importante ventaja. Permite realizar una operación de toma de perfiles mucho más rápidamente de lo que de otro modo resultará posible.

La manera en que los datos arriba obtenidos se combinan a los fines de sumación de puntos de profundidad comunes se ilustra en la fig. 3 del dibujo. Los puntos numerados en la figura representan trazas sísmicas registradas durante una operación de registro sísmico efectuada conforme a la invención.

268416



Se utilizaron tres disposiciones de geófonos. A, B y C. Los puntos de disparo empleados en la operación están indicados a la izquierda en la figura. Estos se dividen en tres grupos, los grupos de disparo a, b y c. El grupo de disparo a se utilizó con la disposición A de geófonos, el grupo de disparo b con la disposición B de geófonos y el grupo de disparo c con la disposición C. Los puntos de profundidad comunes desde los cuales se reflejaba la energía en respuesta a los impulsos aplicados en los diversos puntos de disparo vienen indicados en la parte inferior de la figura. Esto permite agrupar fácilmente las señales de los puntos de profundidad comunes. Como puede verse por la fig. 3, en la disposición A de geófonos, las señales representadas por las trazas 8, 7, 6, 5, 4 y 3, que se habían registrado en respuesta a impulsos procedentes de los puntos de disparo 39, 40, 41, 42 43 y 44, respectivamente, venían todas reflejadas desde el punto de profundidad común 55. Obsérvese que estas trazas reflejan puntos de profundidad intermedios de la misma manera. Las trazas registradas representativas de estas señales, por consiguiente, habían de ser combinadas para obtener una traza compuesta. Del mismo modo, las trazas 7, 6, 5, 4, 3 y 2 registradas durante la disposición B de geófonos, en respuesta a impulsos aplicados en los puntos de disparo 45, 46, 47, 48, 49 y 50, respectivamente, fueron reflejadas desde el punto de profundidad común 76 y hubieron de ser combinadas. Se prefiere usualmente emplear tan sólo aquellos puntos de profundidad para los cuales se dispone de cobertura múltiple completa y, por tanto, los datos obtenidos al comienzo y al final de la operación, donde se obtuvieron menos de seis señales para cada punto de profundidad común,



no se utilizarán normalmente.

Pueden emplearse métodos usuales para combinar las se-  
ñales registradas hasta obtener las deseadas trazas de suma-  
ción. Las correcciones normales para compensar la disemina-  
5 ción de geófonos, las diferencias de altitud de los geófo-  
nos, etc., han de aplicarse antes de ser preparadas las tra-  
zas de sumación. Si las señales se registraran originariamen-  
te sobre cinta magnética, la preparación de la traza de suma-  
ción sería simplemente cosa de reproducir las señales apropia-  
10 das y volverlas a registrar como traza única sobre película  
fotográfica.

Como se ha dicho antes, para preparar la traza final  
pueden emplearse métodos de área variable, de densidad varia-  
ble o de registro oscilográfico. Si el sistema original de  
15 registro fuera fotográfico se harán correcciones normalmente  
y se sumarán las señales por medio de un transcriptor ade-  
cuado. Tales transcriptores son utilizados hoy en día amplia-  
mente por los geofísicos en la industria del petróleo, y han  
de resultar familiares para aquellas personas entendidas en la  
20 materia.

De cuanto va dicho se desprende que una traza de suma-  
ción preparada conforme a la invención se basará en una serie  
de trazas individuales que varían respecto a la distancia en-  
tre el punto de disparo y el detector. Si los geófonos repre-  
25 sentados en la fig. 1 del dibujo se separan a intervalos de,  
por ejemplo 72 metros, la primera señal compuesta obtenida se  
basará en señales individuales detectadas a distancias de 720,  
576, 432, 288, 144 y 0 metros a partir del punto de disparo.  
Las distancias de diseminación o desarrollo para las señales  
30 componentes que constituyen las doce primeras trazas compuestas



262016

preparadas con tal sistema se indican en la tabla que sigue:

DISTANCIAS DE DISEMINACION CON 72 m DE SEPARACION  
DE GEOFONOS

5	Nº DE TRAZA SUMADA	PUNTO PROF. COMUN	DISTANCIAS DE DISEMINACION DE TRAZAS COMPONENTES (METROS)										
			720	648	576	504	432	360	288	216	144	72	0
	1	63	X		X		X		X		X		X
	2	64		X		X		X		X		XX	
	3	65			X		X		X		XX		X
10	4	66				X		X		XX		XX	
	5	67					X		XX		XX		X
	6	68						XX		XX		XX	
	7	69					X		XX		XX		X
	8	70						XX		XX		XX	
15	9	71					X		XX		XX		X
	10	72				X		X		XX		XX	
	11	73			X		X		X		XX		X
	12	74		X		X		X		X		XX	

20

Como se observará por la tabla que antecede, cada traza se basa en señales detectadas a distancias variables entre cero y al menos 432 metros. Esta variación en distancia de diseminación ocasiona un refuerzo considerablemente mejor, en energía reflejada y anulación de las componentes de señal no deseadas, del que se obtiene con muchos de los sistemas propuestos para obtener información de puntos de profundidad comunes.

25

En regiones en las que se sospeche, a juzgar por las condiciones de la superficie, que los substratos no son horizontales, se preferirá en general emplear distancias de sepa-

30



268416

racion entre geofonos más cortas que en otras áreas. Con esto se reducirá la pequeña magnitud de error engendrado por el hecho de que todas las reflexiones no provienen de exactamente los mismos puntos del horizonte de reflexión. También puede emplearse un mayor número de geófonos en estas condiciones, desechándose durante el proceso de suma las señales que no vengan reflejadas desde puntos de profundidad comunes. También pueden utilizarse retardos de tiempo, durante el proceso de sumación, a fin de compensar los desplazamientos de tiempo en que se haya incurrido a causa de los desplazamientos de puntos de profundidad.

Como antes se ha señalado, el método de la invención es particularmente eficaz cuando el grupo de puntos de impulso se encuentra siempre separado a una determinada distancia de la disposición de geófonos. Las variaciones en las distancias de puntos de impulso a geófonos son mayores que cuando los puntos de impulso y los puestos geofónicos se encuentran contiguos entre sí, como se indica en la fig. 1, y por tanto es más eficaz la anulación de ruidos o perturbaciones. Así se evitan los "ruidos de agujero", con que a veces se tropieza cuando un punto de impulso y un puesto de geófono se hallan muy próximos entre sí. Pueden perforarse continuamente nuevos agujeros de disparo o barreno, cuando se utilicen cargas de explosivo para iniciar los impulsos, sin que ello interfiera con los cables de geófonos y otros aparatos en uso; y, por consiguiente, la operación en conjunto puede realizarse con mayor rapidez.

El grupo de puntos de impulso puede estar separado, bien a una distancia dada delante de la disposición de geófonos, o bien a una distancia dada detrás de los geófonos, en

263416



un sistema tal como el mencionado en el párrafo precedente. El declive general del área en que ha de realizarse la operación de toma de perfiles determinará normalmente cuál ha de ser el sistema a utilizar. Es preferible que los geófonos se encuentren declive arriba a partir de los puntos de impulso, siempre que sea posible, ya que la energía reflejada desde las discontinuidades subsuperficiales en estas condiciones se propagará hasta los geófonos según trayectorias más próximas a la vertical que si los geófonos se encontrarán declive abajo respecto de los puntos de impulso.

El método de la invención no se limita al sistema específico ilustrado en el dibujo, sino que puede ser modificado en muchos aspectos. Aun cuando en muchos casos se preferirá utilizar puestos geofónicos y puntos de impulso uniformemente separados, esto no es necesario. Espaciando los puntos de impulso de modo que para cada punto de profundidad común las distancias de punto de impulso a detector varíen de manera uniforme, tal que la diferencia entre los cuadrados de las distancias contiguas sea constante, es posible obtener una mejor anulación de las reflexiones múltiples. De manera semejante, el número de puestos de geófono y el de puntos de impulso pueden variar respecto de los del sistema ilustrado. Es conveniente utilizar un número de puestos geofónicos doble del de puntos de impulso, pero el método de la invención sólo exige que la longitud de la formación de geófonos desplazada cada vez que se hace avanzar la línea de puestos geofónicos sea equivalente a la longitud de un grupo de puntos de impulso.



Los puntos de invención propia y nueva que se presenten para que sean objeto de esta solicitud de Patente de In-  
5 vención en España, por VEINTE años, son los siguientes:

1º.- Un método para investigación u obtención de per-  
files por vía sísmica, que comprende establecer una plurali-  
dad de estaciones detectoras sísmicas en una línea a lo lar-  
go de la superficie de la tierra; situar un primer grupo  
10 de puntos de impulsos sísmicos en una línea que se extiende  
en la misma dirección que dicha línea de estaciones de detec-  
ción; iniciar sucesivamente impulsos sísmicos en cada uno de  
dichos puntos de impulsos y registrar la energía reflejada a  
cada una de dichas estaciones detectoras; extender dicha li-  
15 nea de estaciones detectoras transfiriendo estaciones de un  
extremo de la misma al otro; siendo la distancia en que es  
extendida dicha línea equivalente a la longitud de dicho -  
grupo de puntos de impulsos; extender dicha línea de puntos  
de impulsos en la dirección en que dicha línea de estacio-  
20 nes detectoras fué encendida, situando un segundo grupo de  
puntos de impulsos similar al primer grupo citado; iniciar  
sucesivamente impulsos sísmicos en cada punto de impulso  
en dicho segundo grupo y registrar energía reflejada a cada  
estación en dicha línea extendida de estaciones detectoras;  
25 y combinar luego las señales registradas reflejadas desde pun-  
tos de profundidad común.

2º.- Un método de investigación sísmica, que comprende  
establecer una pluralidad de estaciones de geófonos a lo -  
largo de una línea recta sobre la superficie de la tierra;

263416



situar un número menor de puntos de impulsos sísmicos a lo largo de dicha línea, siendo cada punto adyacente a una estación geofónica; iniciar un impulso sísmico en cada uno de dichos puntos en sucesión y registrar energía reflejada a cada una de dichas estaciones en respuesta a cada impulso; desplazar estaciones geofónicas desde un extremo de dicha línea al otro, con el fin de extender la línea en la dirección en la cual ha de avanzar la operación de investigación, siendo el número de estaciones así desplazadas equivalente al número de puntos de impulsos previamente situados; establecer puntos de impulsos adicionales a lo largo de dicha línea, en la dirección en que dichas estaciones geofónicas fueron desplazadas, siendo los puntos adicionales equivalentes en número a los puntos anteriores y estando cada uno junto a una estación geofónica; iniciar sucesivamente impulsos sísmicos en cada uno de dichos puntos de impulsos adicionales y registrar energía reflejada a cada estación geofónica en dicha línea extendida de estaciones geofónicas, y combinar después las señales registradas reflejadas desde puntos de profundidad común.

3º.- Un método para investigación sísmica por puntos de profundidad común, que comprende establecer una dispersión lineal de estaciones geofónicas a lo largo de una línea recta sobre la superficie de la tierra; situar un primer grupo de puntos de impulso sísmicos a lo largo de dicha línea a una distancia predeterminada de dicha dispersión de estaciones geofónicas, iniciar un impulso sísmico en cada uno de dichos puntos de impulsos y registrar energía detectada en cada una de dichas estaciones geofónicas en respuesta a cada impulso; desplazar dicha dispersión de estaciones geofónicas en una



268416

5 dirección a lo largo de dicha línea transfiriendo estaciones de un extremo de dicha dispersión al otro, siendo la distancia en que dicha dispersión es desplazada, equivalente a la longitud de dicho grupo de puntos de impulsos; situar  
10 un segundo grupo de puntos de impulsos a lo largo de dicha línea a dicha distancia predeterminada de dicha dispersión desplazada de estaciones geofónicas; iniciar un impulso sísmico en cada punto de dicho segundo grupo de puntos de impulsos y registrar energía detectada en cada estación geofónica en dicha dispersión desplazada en respuesta a cada uno de dichos impulsos; continuar desplazando dicha dispersión de estaciones geofónicas y establecer grupos de puntos de impulsos adicionales, hasta que la región a investigar haya sido recorrida; aplicar correcciones a las señales registradas; y  
15 combinar luego señales reflejadas de puntos de profundidad común.

4º.- El método según el punto 1º, en el cual cada uno de dichos grupos contiene de dos a 24 puntos de impulsos.

20 5º.- El método según el punto 1º, en el cual dicha línea de estaciones detectoras contiene de 12 a 48 estaciones.

6º.- El método según el punto 1º, en el cual cada uno de dichos puntos de impulsos está situado junto a una estación detectora.

25 7º.- El método según el punto 1º, en el cual dichos puntos de impulsos preceden a dichas estaciones detectoras.

8º.- El método según el punto 1º, en el cual dichos puntos de impulsos siguen a dichas estaciones detectoras.

9º.- Un método para la investigación sísmica.

30 Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en el dibujo que se acompaña y con los fines



268416

que se han especificado.

Esta Memoria consta de veinticuatro hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid,

P.A.

*[Handwritten signature]*

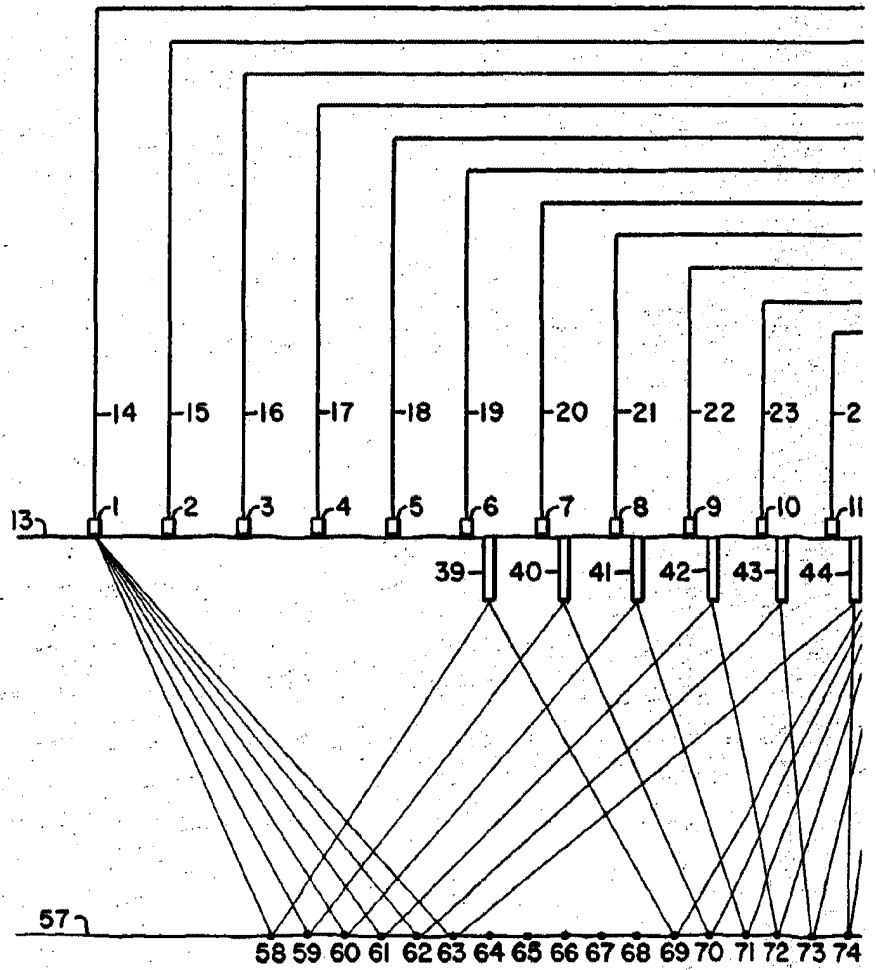


FIG. 1

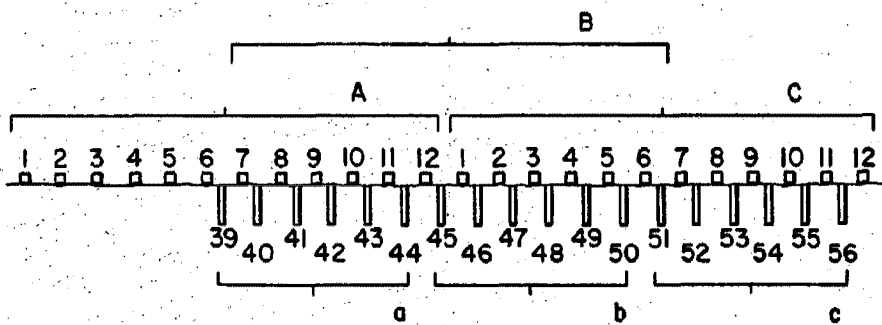


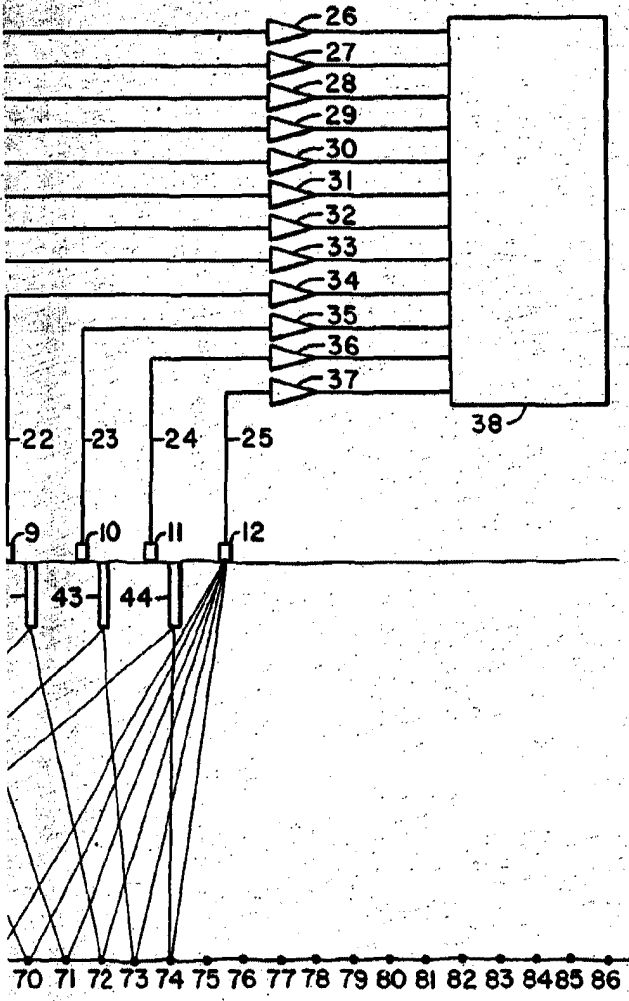
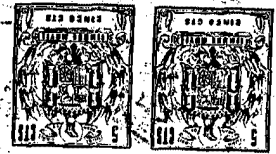
FIG. 2

a - b - c				
39-45-51	•	•	•	•
		2	3	4
40-46-52	•	•	•	
		2	3	
41-47-53	•	•		
		2		
42-48-54	•			
43-49-55	•			
44-50-56	•			

58 59 60 61

SPAIN

#21321



268416

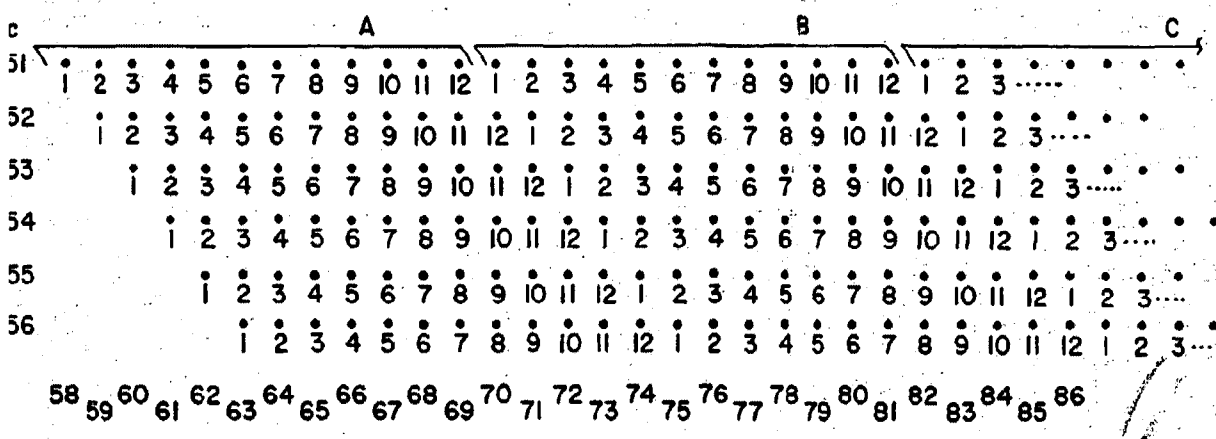


FIG. 3

*Handwritten signature or mark.*